

Anmerkungen zur Evolutionstheorie

Stand 01-02-2021

**Mein Name ist Christof Kirch, Jahrgang 1960
Seit 40 Jahren befasse ich mich mit dem Themenbereich Evolutionstheorie, seit 25 Jahren auch im Kontext zur Schöpfungslehre der Bibel**



Inhaltsverzeichnis

Ausflug in die Astronomie/Die Entstehung des Universums	2
Die Evolutionstheorie im Spannungsfeld zwischen Naturwissenschaft, Ideologie und Glauben	5
Neuere Kritik an der Evolutionstheorie aus wissenschaftlichen Kreisen	11
Kreationismus	13
Interpretation des Schöpfungsberichts durch die Katholische Kirche	17
Intelligent Design	19
Ist die Evolutionstheorie eine wissenschaftliche Theorie?	23
Historische Entwicklung der Evolutionstheorie	23
Entstehung lebender Organismen aus unbelebter Materie	25
Versuch des Nachweises, dass Zellbestandteile spontan entstehen können	27
Die Bausteine des Lebens und die Wahrscheinlichkeit ihrer spontanen Entstehung	32
Synthese von Zucker	34
Aufbau von Stickstoff Basen	35
Nukleinsäuren	36
Die RNA-Welt oder das Henne-Ei Problem	37
Entstehung von genetischer Information	40
Homochiralität	41
Einwände gegen die Wahrscheinlichkeitsberechnungen	43
Aussagen von Wissenschaftlern bzgl. der Frage der Entstehung des Lebens	46
Evolutionfaktoren (mechanismen)	49
Evolution ohne Selektion	54
Mikro- und Makroevolution	56
Neue Ansätze Epigenetik	59
Evo-Devo	62
Hinweise auf Makroevolution	74/75
Geologische Reihe	
Zwischenformen	75
Die Kambrische Explosion	81
Lebende Fossilien	81
Die Entstehung des Menschen	82
Die Gattung Homo	84
Die „Vorfahren“ des Menschen	87
Vergleich Mensch-Schimpanse	90

Ausflug in die Astronomie, die Entstehung des Universums

Die Entstehung des Universums gehört in den Fachbereich der Astronomie und hat vordergründig nichts mit der Evolutionstheorie zu tun. Sie spielt jedoch eine Rolle zur Frage von Wahrscheinlichkeiten der Entstehung des Lebens (wird im Verlaufe des Referats behandelt). Deshalb werde ich sie hier behandeln.

Die wichtigste kosmologische Erkenntnis des letzten Jahrhunderts war zweifellos die Entdeckung der Ausdehnung des Weltalls durch Edwin Hubble im Jahr 1929. Kein anderer Durchbruch hat unser Weltbild so grundsätzlich verändert. Zuvor waren die meisten Wissenschaftler davon überzeugt, das Universum verbleibe im Großen unverändert und statisch. Die Ausdehnung des Raumes hat dem Universum sozusagen erstmals zu einer Geschichte verholfen. Diese Ausdehnung hat dramatische Konsequenzen: Verfolgt man nämlich das Universum zurück in der Zeit, so zeigt sich, dass das Universum immer kleiner gewesen sein muss und deshalb auch dichter und heißer.

Die Wissenschaftler haben viele Theorien über die Entstehung bzw. das Vorhandensein des Universums aufgestellt, die zum Teil verworfen wurden, teilweise aber auch heute noch vertreten werden. Seit der Entdeckung der Hintergrundstrahlung wird heute die **Urknalltheorie** von den meisten Wissenschaftlern als die Theorie gesehen, die die Entstehung unseres Universums am besten erklären kann.

Nach der Urknalltheorie sind das Weltall und die Galaxien durch die Explosion einer Urmaterie vor ca. 14 Milliarden Jahren entstanden. Es breitet sich seither bis in alle Ewigkeit immer weiter aus. Die Urknalltheorie wird allgemein auf den Wissenschaftler **George Gamov** zurückgeführt, der die Theorie in den 40 Jahren des vorigen Jahrhunderts wissenschaftlich aufarbeitete



Gamov ist jedoch nicht der **"Vater" der Urknalltheorie**, es ist auch kein anderer Wissenschaftler, sondern **ein Mann der Kirche**.

Bereits im **Jahre 1931** veröffentlichte der junge **belgische Priester und Astronom Georges Lemaitre** im Magazin Nature seine Idee von einem vor Äonen explodierten Uratom, aus dem Raum, Zeit und Materie hervorgegangen seien.

Die Entwicklung der Welt könnte man mit dem Ende eines Feuerwerks vergleichen. Wir stehen auf einer gekühlten Schlacke und sehen das langsame Schwinden der Sonnen, schrieb Lemaitre.



Am Rande sei erwähnt, dass die Urknalltheorie eigentlich schon vor 1931 postuliert wurde. Um das Jahr 1200, also vor Erfindung des Fernrohrs, entwarf der **englische Theologe Robert Grosseteste** eine damals bizarr klingende Kosmologie.

Das Universum sei entstanden, als Gott einen winzigen Lichtpunkt schuf. Der Lichtpunkt breitete sich sofort nach allen Richtungen aus und riss die gleichzeitig geschaffene Materie mit sich. So wuchs mit rasender Geschwindigkeit ein kugelförmiger Kosmos und aus der Materie formten sich die Gestirne!!!



Robert Grosseteste
(1175-1253)

Doch die Urknalltheorie ist auch heute in der Wissenschaft nicht unumstritten. Es gibt es viele Wissenschaftler, die dieses Standardmodell des Kosmos nicht teilen.

Einer der größten Kritiker war der bedeutende englische Astronom und Mathematiker Sir Fred Hoyle (1915-2001), der die Theorie despektierlich **Big Bang Theorie** nannte. Während er keine Einwände gegen die Expansion des Universums hatte, widersprach er allerdings der Interpretation Edwin

Hubbels. Er sprach sich dafür aus, dass sich das Universum in einem Zustand der Gleichförmigkeit (Steady-State-Theorie, zusammen mit Hermann Bondi und Thomas Gold) befinde, in dem die kontinuierliche Erzeugung von Materie die Expansion des Weltalls vorantreibe, als Gegensatz zu einem Universum, das einen explosiven Beginn durch einen Urknall mit folgender Expansion hatte.

Die vorgeschlagene kontinuierliche Erzeugung lieferte zwar keine Erklärung für das Auftreten von Materie aus dem Nichts und verletzt den Energieerhaltungssatz. Die Mikrowellen-Hintergrundstrahlung (1965) wird von Hoyle durch die Streuung von Sternenlicht an feinverteilter Materie im Weltraum erklärt.

Die weiteren Debatten führten dennoch schließlich zur fast einhelligen Akzeptanz der Urknalltheorie unter Astronomen und zur Ablehnung der Steady-State-Hypothese.

33 Wissenschaftler aus den USA, Großbritannien, Deutschland, Frankreich, Italien, Russland und Brasilien haben hierzu eine Stellungnahme abgegeben. Sie erklären, dass die Dominanz der Urknalltheorie eher auf Konventionen als auf einer wissenschaftlichen Methode. Sie haben deshalb den folgenden offenen Brief an die Wissenschaftlerkreise verfasst, welcher im New Scientist (22.-28. Mai, 2004, Seite 20) veröffentlicht wurde

Sie führen aus: **"Die Urknalltheorie basiert auf einer großen Anzahl hypothetischer Wesenheiten, auf Dingen, die wir niemals beobachtet haben - Aufblähung, geheimnisvolle Materie und dunkle Energie sind die auffallendsten Beispiele. Ohne diese gäbe es einen fatalen Widerspruch zwischen den Beobachtungen durch die Astronomen und den Vorhersagen der Urknalltheorie.**

In keinem anderen Bereich der Physik würde diese stetige Zuflucht in neue hypothetische Objekte als ein Weg akzeptiert werden, um die Lücken zwischen Theorie und Beobachtung zu schließen. **Irgendwann müssten ernsthafte Fragen über die Richtigkeit der zugrundeliegenden Urknalltheorie aufgeworfen werde,**

Doch die Urknalltheorie kann ohne diese zurechtgepuschten Faktoren gar nicht überleben.

Ohne das hypothetische Inflationsfeld kann mit dem Urknall die fließende isotropische kosmische Hintergrund-Strahlung, die man beobachten kann, nicht erklärt werden, weil es keine Möglichkeit gibt für Teile des Universums, die sich nun weit mehr als nur wenige Grade vom Himmel weg befinden, die gleiche Temperatur anzunehmen und somit dieselbe Menge an Mikrowellenstrahlung auszuströmen.

Ohne eine Art von geheimnisvoller Materie, ungleich zu jener, die wir trotz 20 Jahre voller Experimente beobachtet haben, stellt die Urknalltheorie widersprüchliche Vorhersagen für die Dichte der Materie im Universum auf. Eine Inflation erfordert normalerweise eine 20 Mal höhere Dichte als die, die in der Urknall-Atom-Zusammensetzung, der Erklärung über den Ursprung der Lichtelemente, angedeutet wurde. Die Theorie sagt aus, dass das Universum ohne dunkle Energie nur ungefähr 8 Milliarden Jahre alt sei, was Milliarden von Jahren jünger wäre, als das Alter vieler Sterne in unserer Galaxie.

Ferner hat die Urknalltheorie keine quantitativen Vorhersagen aufzuweisen, die hinterher durch Beobachtung bestätigt werden konnten. Die Glanzleistungen, auf die die Anhänger der Theorie sich beriefen, bestehen aus der Fähigkeit, Beobachtungen rückwirkend mit einer stets ansteigenden Ordnung verstellbarer Parameter tauglich zu machen, gerade als bräuchte die alte Kosmologie mit der Erde im Mittelpunkt Ebene für Ebene neue Epizyklen.

Doch der Urknall ist nicht das einzige verfügbare Gerüst, um das Universum zu verstehen. Sowohl durch die Plasmakosmologie als auch dem Modell des festen Zustandes entstand die Vermutung von einem sich entwickelnden Universum ohne Anfang und Ende. Diese und andere alternative Versuche können das grundlegende Phänomen des Kosmos, darunter die Fülle der Lichtelemente, die Generation von Strukturen großen Ausmaßes, die kosmische Hintergrundstrahlung und wie die Rotverschiebung von weit entfernten Galaxien an Abstand zunimmt, ebenfalls erklären. Diese haben sogar neue Erscheinungen vorhergesagt, die später beobachtet wurden. Dies war bei der Urknalltheorie kein einziges Mal der Fall.

Anhänger der Urknalltheorie mögen erwidert haben, dass auch diese Theorien nicht jede kosmische Beobachtung erklären können. Das kommt kaum überraschend, da ihre Entwicklung durch den vollständigen Mangel an Forschungsgeldern ernsthaft gehemmt wurde. In der Tat können solche Fragen und Alternativen noch nicht einmal jetzt frei diskutiert und überprüft

werden. In den meisten Konferenzen der "Mainstream-Forscher" fehlt ein offener Austausch von Ideen.

Während Richard Feymann sagen konnte, dass "Wissenschaft die Kultur des Zweifels sei", werden bei der Kosmologie heutzutage keine Zweifel und abweichende Meinungen toleriert. Junge Wissenschaftler lernen, sich still zu verhalten, wenn sie etwas Negatives über das Standard-Urknallmodell zu sagen haben. Diejenigen, die die Urknalltheorie anzweifeln, fürchten, dass es ihre Zulassung kostet, wenn sie dies aussprechen.

Selbst Beobachtungen werden heute durch diesen voreingenommenen Filter interpretiert. Ob sie für richtig oder falsch angesehen werden, hängt davon ab, ob sie die Urknalltheorie unterstützen oder nicht. So werden abweichende Daten von der Rotverschiebung, der Fülle von Lithium und Helium, und die Verteilung der Galaxien zwischen anderen Themen ignoriert oder als lächerlich abgestempelt. Dies spiegelt eine wachsende dogmatische Einstellung wider, die für den Geist freier wissenschaftlicher Untersuchungen einen Fremdkörper darstellt.

Heute werden eigentlich alle finanziellen und Versuchsmittel an die Urknallstudien hingegeben. Die Geldmittel stammen aus nur wenigen Quellen und die Untersuchungsausschüsse, die sie kontrollieren, werden von Anhängern der Urknalltheorie beherrscht. Dies hat zur Folge, dass sich die Herrschaft der Urknalltheorie auf diesem Gebiet ohne Rücksicht auf die wissenschaftliche Gültigkeit der Theorie selbst aufrechterhält.

Da nur Projekte innerhalb des Urknallsystems Unterstützung erhalten, wird ein grundlegendes Element der wissenschaftlichen Methoden untergraben - die stetige Überprüfung der Theorie anhand von Beobachtungen. Eine solche Einschränkung macht vorurteilsfreie Diskussionen und Forschungen unmöglich. Um dem abzuwehren treiben wir diese Dienststellen, die die Arbeit in der Kosmologie mit Geldern unterstützen, an, einen bedeutenden Bruchteil ihrer Geldmittel für Nachforschungen in alternative Theorien und zu beobachtende Widersprüche zur Urknalltheorie bereit zu halten. Um Vorurteile zu vermeiden, könnte man den Prüfungsausschuss, der solche Gelder zuteilt, aus Astronomen und Physikern außerhalb des Kosmologiebereiches zusammenstellen. Geldmittel auch für Untersuchungen zur Richtigkeit der Urknalltheorie und seine Alternativen würden den wissenschaftlichen Prozess möglich machen, der ein richtiges Modell der Geschichte des Universums ermöglicht.

Es ist erstaunlich, dass diese Theorie von der Katholischen Kirche freudig schon aufgenommen wurde, als nahezu alle Wissenschaftler sie ablehnten. Der Jesuitenpater und vatikanische Astronom **William Storger** erklärte: "Die Erkenntnis des Urknalls hat das Bild Gottes nur veredelt". Sie erhielt sogar päpstlichen Segen, als **Papst Pius XII** 1950 in einem Treffen mit Forschern erklärte: "Das Urknall Modell ist eine Bestätigung der Schöpfungsgeschichte".

Multiversen Theorie

In der Kosmologie kennt man bestimmter Naturkonstanten Es sind dies

Expansionsrate:

Kosmologische Konstante

Masse von Proton zu Elektron

Feinstrukturkonstante gibt die elektromagnetische Wechselwirkung im Atom wieder

Elektromagnetische und starke Kernkraft

Produktion von Kohlenstoff

„Feinabstimmung“ der „Dimensionen“

Bereits minimale Abweichungen dieser Konstanten führen dazu dass sich das Universum in dieser Form nicht hätte bilden können und dass das Leben, wie wir es kennen, unmöglich wäre.

Obwohl es in der Physik umstritten ist, ob es diese Feinabstimmung tatsächlich gibt und diese überhaupt notwendig für die Erklärung der Natur ist, wurde sie von Seiten des Kreationismus oft als Hinweis auf ein Intelligentes Wesen (Gott) gedeutet. Auch viele Wissenschaftler, darunter atheistische (Hawking) lassen eine solche Erklärung zu, wenn sie sie auch nicht teilen

Das Vorliegen dieser Feinabstimmung hat Physiker angeregt über Alternativen der Entstehung des Universums nachzudenken. Eine Alternative ist die Theorie des Multiversums, Nach dieser Theorie gibt es nicht nur ein Universum sondern eine im Prinzip unendliche Zahl von Universen- Die Theorie eines Multiversums soll eine Erklärung der genauen Feinabstimmung der Naturkonstanten ermöglichen. Jedes einzelne Universum hat bestimmte Werte für seine Naturkonstanten. Nur in relativ wenigen Universen lassen die Werte Leben zu. Wenn die Anzahl der Paralleluniversen unendlich ist, ist die vermeintlich zufällige Existenz von Leben wahrscheinlich

Die Multiversen-Theorie ist keine wissenschaftliche Theorie im eigentlichen Sinne, sondern eher eine spekulative Hypothese und beruht auf einer Interpretation der Quantenmechanik, die 1957 von Hugh Everett erstmals vorgeschlagen wurde. Sie soll erklären, weshalb sich die Wahrscheinlichkeit jedes Messwerts in einem quantenmechanischen System genau berechnen lässt, jedoch im Allgemeinen das Ergebnis einer einzelnen Messung nicht vorhersehbar ist. Gemäß dieser Interpretation entstehen bei einer Messung aus einer ursprünglichen Welt mehrere neue parallele Welten mit jeweils unterschiedlichen Messergebnissen.

Im Zusammenhang mit dieser Interpretation der Quantenmechanik führte Andy Nimmo im Dezember 1960 in einem Vortrag über Everetts Ideen den Begriff des Multiversums ein.

Es gibt auch heute noch einige Astro-Physiker, die die Theorie der Multiversen vertreten.

Dies wird in einem Zitat aus dem Buch „Der Geist im Atom. Eine Diskussion der Geheimnisse der Quantenphysik des britischen Physikers **Paul Charles William Davies** , deutlich: „Für die Existenz ganzer Gruppen von Welten spricht [...], dass sich eine beachtliche Reihe merkwürdiger »Zufälle« und »Naturwunder« in Physik, Biologie und Kosmologie auf diese Weise leicht erklären ließen. So hat sich beispielsweise gezeigt, dass das Universum eine bemerkenswerte Ordnung aufweist, und Materie und Energie weithin auf höchst unwahrscheinliche Weise verteilt sind. Es lässt sich schwer erklären, wie sich aus dem willkürlichen Chaos des Urknalls von selbst derart glückliche Anordnung ergeben haben soll. Im Rahmen der Mehrfachwelten-Theorie wäre die künstlich wirkende Organisation des Kosmos jedoch kein Geheimnis mehr. Ganz beruhigt könnten wir davon ausgehen, dass in der unendlichen Fülle von Welten alle denkbaren Anordnungen von Materie und Energie zu finden sind. Nur in einem verschwindenden Teil davon wäre alles so aufeinander abgestimmt, dass lebende Organismen und damit Beobachter entstehen. Aus diesem Grund wird immer nur dieser sehr untypische Teil beobachtet. Unser Universum ist, kurz gesagt, deshalb bemerkenswert, weil wir es durch unsere Existenz ausgewählt haben!“ (Paul Charles William Davies / Julian Russell Brown Der Geist im Atom. Eine Diskussion der Geheimnisse der Quantenphysik, Basel/Boston/Berlin 1988, 51—52

Die Mehrheit der Physiker steht der Theorie der Multiversen jedoch ablehnend gegenüber. Sie führen an, dass diese Theorie eine Lückenbüßer-Rolle einnimmt, indem es eine mögliche Erklärung für Gegebenheiten bietet, bei denen der Wissenschaft bisher plausible Erklärungen fehlen. (z. B. George F. R. Ellis: Kosmologie. Multiversum in Beweisnot. In: Spektrum der Wissenschaft 11, 2011). **Ein weiteres Problem ist dass diese Theorie nicht überprüfbar ist und auch nie überprüfbar sein wird.** Denn wir sind in unserer Beobachtung auf unser Universum beschränkt. Damit hat man eine der wichtigsten Grundlagen moderner Physik verlassen, nämlich die Forderung, dass physikalische Modelle auch empirisch überprüfbar sein müssen

Auch Steven Hawking, anfangs von dieser Theorie durchaus angetan, ist gegen Ende seines Lebens von dieser Theorie abgerückt. In einem noch vor seinem Tod eingereichten und erst nach seinem Tod veröffentlichten Fachartikel legt er zusammen mit seinem Kollegen Thomas Hertog von der Universität Leuven dar, warum die Existenz vieler verschiedener Universen eher unwahrscheinlich ist. Denn ihren Berechnungen nach widerspricht diese Theorie den Gesetzmäßigkeiten, die am Übergang von den Quantenprozessen der Inflation zur klassischen Physik im „normalen Kosmos gelten müssten.

Für manche Physiker ist diese Theorie so spekulativ, dass sie das öfters zitierte Bonmot von modernen Märchen für Intellektuelle geprägt haben.

Auf die Multiversen-Theorie werde ich später noch einmal zurückkommen, wenn es um die Entstehung des Lebens geht!

Die Evolutionstheorie im Spannungsfeld zwischen Naturwissenschaft, Ideologie und Glauben

Begriffsklärungen

Naturwissenschaft (Wikipedia)

Die Naturwissenschaft ist ein System der Erkenntnisse über die wesentlichen Eigenschaften, kausalen Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten der Natur, das in Form von Gesetzen, Theorien und Hypothesen fixiert wird. **Grundlage der Wissenschaft ist das beobachten, sowie das messen und analysieren gesammelter Daten. Wissenschaftliche Standpunkte müssen auf objektiven Fakten und nicht auf subjektiven Meinungen gegründet sein** Dabei liegt der Schwerpunkt auf der Beschreibung des Vorgangs selbst und nicht etwa bei einer Sinnfindung. Wichtig ist die Frage nach dem Wie anstatt des Wozu. **Ideologie**(Wikipedia)

Ideologie steht im weiteren Sinne für Weltanschauung. das Gruppen zur Rechtfertigung und Bewertung eigener Handlungen verwenden. **Ideologien sind im Gegensatz zur Wissenschaft weder wertfrei noch objektiv oder neutral.**

Glauben

Joh 20,29 Jesus sagt: Selig sind, die nicht sehen und doch glauben.

Hebräer 11, 1:Es ist aber der Glaube eine feste Zuversicht auf das, was man hofft, und ein Nichtzweifeln an dem, was man nicht sieht.

Hier liegt der Hauptunterschied zur Naturwissenschaft, man soll glauben, ohne zu beobachten. Glauben fragt im Gegensatz zur Wissenschaft nicht vordergründig nach dem wie, sondern nach dem wozu.

Die erste Frage die man sich stellen muss, lautet: **Ist die Wissenschaft und damit auch die Evolutionstheorie frei von ideologischer Beeinflussung? Ich würde dies verneinen.** Ich halte die Vorstellung vom völlig unabhängigen Beobachter, der frei von allen vorgefassten Grundannahmen Untersuchungen durchführt und zu vorurteilslosen Schlüssen kommt, für eine Illusion. Alle Menschen haben vorgefasste Meinungen und weltanschauliche Prämissen.

Dies sah auch einer der bedeutendsten Evolutionsbiologen des 20 Jahrhunderts, Steven Gould, so, als er erklärte: „Wenn Wissenschaftler sich den Mythos zu Eigen machen, dass Theorien ausschließlich aus Beobachtungen erwachsen, und wenn sie deshalb nicht prüfen, welche persönlichen und gesellschaftlichen Einflüsse sie aus ihrem eigenen Inneren beisteuern, begreifen sie nicht, welche tief greifende, umfassende geistige Verschiebung in ihrer eigenen Theorie verschlüsselt ist“ (Gould 2005, Das Ende vom Anfang der Naturgeschichte, S 456).

Damit stellt sich die zweite Frage: **Wie stark ist der ideologische Einfluss auf die Evolutionstheorie?**

Bis in die 80'er Jahre des vorigen Jahrhunderts war es durchaus üblich z.T. heftige Kritik an der Evolutionstheorie zu äußern. Die Kritik war mehr von Sachlichkeit, als von weltanschaulichen Gesichtspunkten geprägt. Einige Beispiele:

Der Paläontologe Prof. David Meredith Seares Watson (1886 - 1973) (u. a. Träger der Darwin Medaille für besondere Leistungen in der Biologie und der Darwin-Wallace Medaille für besondere Leistungen in der Evolutionsbiologie) erklärte in der Ausgabe vom **10.8.1929 der Zeitschrift Nature** : "Die Evolution wird von den Zoologen akzeptiert, nicht weil sie beobachtet oder durch zwingende Argumente gestützt wird, sondern weil die Fakten der Paläontologie und geographischen Verteilung sie stützen, sondern weil es keine glaubwürdige alternative Erklärung gibt. Sie wird auch; nicht deshalb akzeptiert, weil man etwas Derartiges praktisch beobachtet hätte oder weil man sie durch eine

logische zusammenhängende Beweiskette als richtig beweisen könnte, sondern weil die einzige Alternative dazu, der Schöpfungsakt eines Gottes, einfach unglaublich ist."

1952 schrieb der Biologe und Genetiker Richard Baruch-Benedikt Goldschmidt (1878 – 1958): Die ständige Wiederholung unbewiesener Behauptungen, die die Schwierigkeiten nur übertüncht, und eine arrogante Haltung denen gegenüber ist, die sich nicht so leicht von Modeströmungen in der Wissenschaft beeinflussen lassen, werden als wissenschaftlicher Beweis für die Lehre angeführt. (R.B. Goldschmidt, American Scientist, 40:84 (1952))



Prof. Sir D'Arcy Wentworth Thompson (1860 – 1948), (u.a. Träger der Darwin Medaille) erklärte: Die Fakten und Interpretationen, auf die Darwin sich verließ, überzeugen heute nicht mehr. Die darwinsche Lehre ist durch Forschungen ausgehöhlt worden. Die Evolutionsbiologen schließen sich zur Verteidigung einer Lehre zusammen, die sie weder wissenschaftlich beschreiben noch wissenschaftlich darzustellen vermögen und deren Glaubhaftigkeit sie in der Öffentlichkeit dadurch zu erhalten versuchen, indem sie Kritik unterdrücken und Probleme unerwähnt lassen. Ein solches Vorgehen ist in der Wissenschaft ungewöhnlich und grundsätzlich unerwünscht.



Der englischer Evolutionsbiologe und Direktor der Zoological Society of London **Harrison Mathews (1901-1986),** schrieb 1971 in der Introduction zu Charles Darwin: „Die Tatsache der Evolution ist das Rückgrat der Biologie, basiert jedoch auf einer unbegründeten Theorie. Ist sie nun Wissenschaft oder Glaube? Nun der Glaube an die Evolutionstheorie ist exakt zu vergleichen mit dem Glauben an eine spezielle Schöpfung- beides sind Konzepte, die ihre Anhänger für wahr halten, aber keines von beiden konnte bis heute bewiesen werden.“

1972 schrieb der Evolutionsbiologe und Genetiker **Prof. Richard Charles Lewontin (*1929)** (Testing the Theory of Natural Selection, Nature 236,): "Darwins Theorie, eine Evolution durch natürliche Auslese betreffend, ist hoffnungslos metaphysisch. Wenn die Wissenschaftler anfangen, logisch unwiderlegbare Theorien über die Welt zu gebrauchen, könnten sie ebenso gut die Naturwissenschaft aufgeben und die Religion annehmen. Aber ist das nun nicht genau die Situation bezüglich des Darwinismus?"

Dies hat sich in den letzten 4 Jahrzehnten grundlegend geändert: Heute lauten die Aussagen führender Evolutionsbiologen wie folgt:

Richard Dawkins (*1941) :Man kann mit absoluter Sicherheit sagen, wenn man jemandem begegnet, der behauptet, nicht an die Evolution zu glauben, dann ist er ignorant, dumm, wahnsinnig, oder böse. (anlässlich einer Buchbesprechung 1989 für die New York Times). Er führt weiter aus Wir sollten mit Bezug auf die Evolution gar nicht mehr von ‚Theorie‘ sprechen und stattdessen darauf bestehen, dass die Evolution eine Tatsache ist.“ Heute hat kein Wissenschaftler, der sich damit auskennt, irgendeinen Zweifel an der Tatsache der Evolution. ((Richard Dawkins Webseite Foundation für Vernunft und Wissenschaft)

Richard Dawkins, ist ein britischer Evolutionsbiologe und war von 1995 bis 2008 war er Professor an der Universität Oxford Seit 2001 ist er Mitglied der Royal Society (eine 1660 gegründete britische Akademie der Wissenschaften für die Naturwissenschaften). Dawkins erhielt Ehrendoktorwürden von 5 Universitäten. Seine wissenschaftlichen Bücher wurden mit vielen Preisen ausgezeichnet. 2005 wurde er im Magazin Prospekt zum drittichtigsten lebenden Intellektuellen weltweit gewählt, 2007 vom

Magazin Time zu einem der 100 einflussreichsten Menschen der Welt. Im Juli 2012 wurde eine Gattung südasiatischer Karpfenfische nach Dawkins benannt, um seine Leistungen als Evolutionsbiologe zu würdigen.

Prof. Ulrich Kutschera (*1955) erklärte in der Sendung Frontal 21 (ZDF, 15. 11. 2005 „Evolution ist eine dokumentierte Tatsache, so sicher wie zum Beispiel, dass die Erde keine Scheibe ist.“ „Tatsache Evolution“, so titulierte Kutschera auch sei 2009 zu Ehren von Charles Darwins 200. Geburtstag erschienenen Buch.

Ulrich Kutschera ist der einflussreichste deutsche Evolutionsbiologe und Professor am Institut für Biologie der Uni Kassel. Er war lange Jahre Vizepräsident des Verbandes Deutscher Biologen und ist seit 2002 Vorsitzender des Arbeitskreises Evolutionsbiologie. Er ist zudem Autor vieler Fachbücher über Evolution.

Und der von mir sehr geschätzte amerikanische Evolutionsbiologe **Stephen Jay Gould** (1941- 2002) erklärte: in einem Interview mit American Biology Teacher (April 1998): „Die intellektuelle Frage nach der Richtigkeit der Evolution wurde vor einem Jahrhundert entschieden.“ Die Beweise für die Evolutionstheorie sind so solide, wie die, dass die Erde sich um die Sonne dreht. „Erstens ist die Evolution eine Wahrheit, und Wahrheit kann uns nur freier machen. Zweitens befreit die Evolution den Geist des Menschen“ (Gould 2005, Das Ende vom Anfang der Naturgeschichte. S 281).

Dr. Stephen Jay Gold war Professor für Evolutionsbiologie an der renommierten Harvard Universität und Autor etlicher erfolgreicher wissenschaftlicher. Er erhielt zahlreiche Auszeichnungen und galt bis zu seinem Tod als einer der einflussreichsten Biologen in den USA

Es wird Ihnen in der heutigen Zeit schwerfallen einen einflussreichen Evolutionsbiologen zu finden, der die Evolutionstheorie kritisiert oder gar in Frage stellt. Es wird allenfalls zugegeben, dass man noch nicht alles erklären kann.

So gestand der 2005 verstorbene deutsch-amerikanische **Biologe Ernst Walter Mayr** (erhielt mehrere bedeutende Auszeichnungen und zählt nach Ansicht zahlreicher Kollegen zu den einflussreichsten Naturforschern des 20. Jahrhunderts) ein, dass die Antwort auf die Frage, ob wir mittlerweile den Evolutionsprozess in allen Einzelheiten verstehen „Nein“ lautet. (E.W. Mayr, Das ist Evolution, München: Wilhelm Goldmann Verlag, 2005, S. 332)

Ich habe in den vergangenen Jahrzehnten keine Fernsehsendung gesehen (und es waren viele), die sich mit diesem Thema befasst hat und grundsätzliche Kritik an dieser Theorie geübt hätte. Auch in populärwissenschaftlichen Zeitschriften (hatte viele Jahre eine abonniert) ist eine kritische Haltung zur Evolutionstheorie nicht zu finden.

Ein Beispiel nicht ausgewogener Berichterstattung

Als der Film „**Die Bibel hat doch recht, der Evolutionslehre fehlen die Beweise**“, im Sender Freies Berlin (SFB) ausgestrahlt wurde, überrollte die verantwortliche Redaktion förmlich eine Welle von positiven Reaktionen aus Zuschauerkreisen. Geplant war daraufhin, dass der Film auch in anderen dritten Programmen des deutschen Fernsehens ausgestrahlt werden sollte. Dazu kam es jedoch nicht mehr. Aufgrund von Protesten einiger weniger namhafter Wissenschaftler entschloss sich die ARD den Film nicht mehr auszustrahlen-

Der freie **Filmproduzent Fritz Poppenberg, der kein Christ ist**, war 1997 auf das Thema „Evolution“ aufmerksam geworden, nachdem er einige kritische Bücher darüber gelesen hatte. Schließlich drehte er dazu einen Film für den SFB, in welchem er die seiner Meinung falschen Thesen der neodarwinistischen Ideologie offenbarte. Hierbei kommen sowohl Vertreter der Evolutionstheorie, als auch deren Kritiker wie z.B. Prof. Dr. Siegfried Scherer (TU München) zu Wort. Der Molekularbiologe Scherer ist in führender Position in der Studiengemeinschaft „Wort und Wissen“ tätig, die bereits seit Jahren Argumente und Fakten für die biblische Beschreibung der göttlichen Schöpfung vorlegt.

Auf den Hinweis des Autors, man sollte doch die Fehler im Film benennen, meldete nur ein Wissenschaftler Kritik an. Auf die Kritikpunkte wurde von den im Film zu Wort gekommenen Schöpfungswissenschaftlern geantwortet. Der Wissenschaftler stellte daraufhin seine Korrespondenz ein.

Wie ist dieser Argumentationswandel zu erklären? Hat die Wissenschaft in der neueren Zeit zusätzliche Erkenntnisse, aufgrund neuer Fossilfunde, oder neuer Untersuchungsmethoden gewonnen? Dies ist zweifellos der Fall, aber der Lösung grundlegender Probleme der Evolutionstheorie sind wir m.E. nicht näher gekommen. Ich glaube vielmehr, dass sich in diesen Wissenschaftsbereich etwas eingeschlichen hat, das dort nichts zu suchen hat, nämlich eine Form der Ideologie. So stößt man bei den Kritikern des Kreationismus auf Begriffe, die in einer wissenschaftlichen Beurteilung eigentlich nichts zu suchen haben. Da fallen Wörter, wie Krieg, Fanatiker, Radikale, Gefahr für den Fortschritt und Bedrohung der Gesellschaft und Adjektive, wie dumm, böse, verrückt. Dies zeigt, dass es hier nicht mehr ausschließlich um eine wissenschaftliche Auseinandersetzung geht.

Im Jahre 2016 (7.11) hatte die britische Royal Society zu einem Kongress eingeladen, bei dem sich etwa 200 Evolutionsbiologen aus aller Welt zu einem wissenschaftlichen Streitgespräch trafen. Es ging um nichts weniger als die Frage, ob die vorhandenen Theorien zur Evolution der Lebewesen ausreichend sind oder ob man nach neuen Antworten auf die Frage suchen muss. **Von deutscher Seite war u.a. Prof. Siegfried Scherer von der TU München vertreten. In der Zeitschrift pro schildert er seine Eindrücke:** „Zweifellos haben die Kritiker des Neodarwinismus eine große Zahl von faszinierenden neuen Erkenntnissen über Evolution zusammengetragen und es war eine wissenschaftliche Freude, die Vorträge zu verfolgen. Die Kritiker meinen, dass der Neodarwinismus „dringend überdacht“ werden müsse, unter anderem um Höherentwicklung im Evolutionsprozess zu erklären. Die Neodarwinisten halten dagegen, dass die Kritiker eigentlich nichts grundsätzlich Neues vorzutragen hätten, mit der herrschenden Lehre sei „alles gut sei.“



Die Kernfrage der kausalen Evolutionsbiologie lautet: Wie entstehen komplexe Strukturen und neuartige Formen in der Evolution? Zwei Erklärungsversuche liegen vor, an beiden werden jedoch begründete Zweifel vorgebracht. Wenn ich die Argumente von den führenden Gegnern des Neodarwinismus Vertretern abwäge, bin ich sowohl beeindruckt als auch skeptisch. Obgleich eine spannende neue Sichtweise auf Evolution wissenschaftlich begründet präsentiert wird, sehe ich bisher nicht, wie dadurch eine Höherentwicklung („Makroevolution“) verursacht werden könnte. Nach 60 Jahren der Dominanz des Neodarwinismus, der nicht selten weltanschauliche Züge angenommen hat und über Jahrzehnte als letzte, nicht hinterfragbare Wahrheit in unseren Schulen gelehrt wurde, spricht heute sehr vieles dafür, dass dieser Erklärungsansatz der Evolutionsbiologie den Evolutionsprozess auf jeden Fall sehr unzureichend beschreibt. Soweit ich sehe, wird eine der zentralen Fragen nicht beantwortet: Woher kommen neuartige Konstruktionen in der Natur? Anders gefragt: Wie entsteht neuartige biologische Information? **Der Skandal liegt m.E. darin, dass die Probleme trotz besseren Wissens tabuisiert wurden und werden, und stattdessen eine vorläufige Hypothese auf dem Hintergrund eines in der Regel atheistischen Weltbildes als nicht hinterfragbare Tatsache gelehrt wird, wobei man sicher sagen kann, dass Kritik nicht direkt erwünscht ist. Das hat mit Naturwissenschaft nichts zu tun und behindert zudem wirkungsvoll eine in diesem Zusammenhang scheinbar ebenfalls unerwünschte Ausbildung von Schülern und Studierenden zum kritischen Denken.**

Vor diesem Hintergrund ist es auch von Nutzen sich die **Biographien der eben zitierten Wissenschaftler anzusehen.**

Richard Dawkins gilt als einer der bekanntesten Vertreter des „Neuen Atheismus“ und Mitglied der britischen Skeptics Society, sowie weiterer britischer Organisationen zur Förderung humanistischer und atheistischer Weltanschauungen. Der Internationale Atheisten-Verband vergibt seit 2003

den Richard-Dawkins-Preis für herausragende Atheisten. Von ihm stammen auch folgende Aussagen: Die moderne Wissenschaft hat Gott in die Ecke gestellt, umgebracht und schließlich begraben. Der Atheismus ist die einzig legitime Denkposition und die Vorstellungen von einem Schöpfer eine verzichtbare Hypothese, die die Wissenschaft nur behindert. Der Glaube ist eines der großen Übel der Welt, vergleichbar dem Pockenvirus, aber schwerer auszurotten.“ (Zitat aus John Lennox, Hat die Wissenschaft Gott begraben). Die Bibel ist in großen Teilen nicht systematisch böse. Nichts anderes erwartet man von einer chaotisch zusammengestoppelten Anthologie zusammenhangloser Schriften, die von Hunderten anonymer Autoren verfasst, verfälscht und 'verbessert' wurden. Religion ist zweifellos eine spaltende Kraft, ein Etikett für Feindseligkeiten und Blutrache zwischen verschiedenen Gruppen. (Zitate Buch der Gotteswahn)

Ulrich Kutschera war von 2004 bis 2016 auch Mitglied im Beirat der religionskritischen Giordano Bruno Stiftung zur Förderung des evolutionären Humanismus und setzt sich vehement gegen die Ausbreitung des Kreationismus und anderer Pseudowissenschaften ein.

Gould war ein engagiertes Mitglied der Skeptics Society. Als ausgesprochener Kritiker der **Schöpfungslehre** bekämpfte er die Versuche religiöser Kreise, die Evolutionstheorie aus den Lehrplänen öffentlicher Schulen zu verbannen. In den 90er Jahren war er dabei behilflich, eine Initiative christlicher Fundamentalisten in Arkansas zur Verhinderung des Unterrichts in Evolutionstheorie zu vereiteln.

Die Evolutionstheorie sollte, wie jede andere wissenschaftliche Theorie auch, durch naturwissenschaftliche Argumente auch grundlegend kritisiert werden dürfen. Dies muss auch unabhängig von der Motivation und Weltanschauung des Kritikers und auch dann möglich sein, wenn diese Theorie von der überwiegenden Mehrheit der Wissenschaftsgemeinde vertreten wird. Die Evolutionstheorie hat ein grundlegendes Problem wenn man wissenschaftliche Feststellungen und Forschungsergebnisse nicht zur Kenntnis nimmt, nur weil einem die Weltanschauung des Wissenschaftlers nicht passt. So werden die Einwände gegen die Evolutionstheorie nicht wissenschaftlich widerlegt, man versucht vielmehr die Person durch Polemik, herabwürdigende Darstellungen, zu diskreditieren. **Die Evolutionstheorie wird somit faktisch nicht nur in den Rang der Unfehlbarkeit, sondern auch in den Status der Unantastbarkeit erhoben.**

So kann es für einen Wissenschaftler fatal sein, wenn man Kritik an der Evolutionstheorie übt und sich zum christlichen Glauben bekennt. Er läuft Gefahr damit das Ende seiner wissenschaftlichen Laufbahn zu besiegeln. Hierzu zwei Beispiele.

Der Paläontologe Dr. Günter Bechly war von 1999 bis 2016 wissenschaftlicher Kurator für Bernstein und fossile Insekten am Staatlichen Museum für Naturkunde Stuttgart. Der anerkannte Experte für Bernstein war gern gesehener Gast in Fernsehsendungen zum Thema Paläontologie, acht fossile Insektenarten sind nach ihm benannt. Als Atheist und überzeugter Anhänger Richard Dawkins war er für die Sonderausstellung Der Fluss des Lebens zum Darwin-Jahr 2009 verantwortlich. Das Modell einer Waage sollte den Besuchern klarmachen, dass die Argumente von Vertretern des Intelligent Design (ID) und des Kreationismus keine stichhaltigen Argumente haben, um die Evolutionstheorie zu widerlegen: Auf der einen Seite lag evolutionskritische Literatur, auf der anderen Seite lediglich Darwins Hauptwerk „Die Entstehung der Arten“, und die Waage neigte sich eindeutig zur darwinistischen Seite.

Da Bechly die kreationistischen Bücher für die Installation bestellen musste, warf er in seiner Freizeit zunächst einen kurzen Blick in die verachtete Literatur. Und der Paläontologe musste feststellen, dass die dort vorgestellten Argumente gar nicht so schlecht waren, wie er immer angenommen hatte. Vielen kritischen Fragen konnten die etablierten Evolutionsanhänger nicht mit guten Antworten begegnen, stellte Bechly fest. Als Bechlys Wandel zu einem ID Anhänger bekannt wurde, stellte das Naturkundemuseum dem Forscher zunehmend Hürden in den Weg. Obwohl Bechly klarstellte, dass seine berufliche Arbeit am Museum strikt von seinen privaten Schlussfolgerungen trennen und er unverändert alle wissenschaftlichen Ansprüche an seine Arbeit einhalten würde, wollten Kollegen nicht mehr mit ihm zusammenarbeiten und die Museumsleitung entzog hm wichtige Projekte. Zudem wurden seine

Publikationen wurden vom Webauftritt des Museums gelöscht, und ihm wurde nahegelegt zu kündigen. Er hat daraufhin das Museum verlassen.

Mehr als 30 Jahren forscht **Wolf-Ekkehard Lönnig** als Mutationsgenetiker an der Universität Bonn und am Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung (MPIZ) in Köln. Unverhofft geriet der Pflanzenforscher in die Schlagzeilen. Am 30. April 2003 berichtete die „Zeit“ über den Beschluss des Direktoriums des MPIZ, seine evolutionskritischen Arbeiten vom Instituts-Server zu verbannen. Lönnig sympathisiert mit der Intelligent-Design-Theorie und veröffentlicht dazu auch entsprechende Arbeiten im Internet. Weil diese Dateien auf einem Server des Max-Planck-Instituts standen, haben sich Vertreter des deutschen Biologenverbandes schon mehrmals ans MPIZ gewandt mit der Bitte, diese Seiten vom Server zu nehmen.

Ihre Proteste hatten Erfolg. Dr. Lönnig darf künftig auf den offiziellen Webseiten des Instituts die Evolutionstheorie nicht mehr in Frage stellen. "Wir hätten uns", sagt Paul Schulze-Lefert, geschäftsführender Direktor des Instituts, gegenüber der „Zeit“ "lächerlich gemacht, wenn wir diese Verquickung von wissenschaftlich abgesicherten Befunden und persönlicher Meinung weiterhin auf unseren Seiten geduldet hätten.

Dr. Lönnig versteht diese Argumentation nicht. Statt seine naturwissenschaftlichen Einwände zur Synthetischen Evolutionstheorie zu diskutieren und zu widerlegen, habe man sie einfach verboten. Er wehrt sich gegen jede Zensur im Bereich der Naturwissenschaften. Die Kategorisierung zur Vermeidung der Auseinandersetzung mit objektiven biologischen Gegebenheiten, bezeichnet er als „ideologischen Versuch, den Weg zu bedeutenden naturwissenschaftlichen Fragen zu verstellen“.

Nicht alle Kollegen teilen die Auffassung des Direktoriums. Obwohl sie die Thesen von Dr. Lönnig nicht teilen, sind ihre Aussagen bemerkenswert und geben vielleicht Anlass zur Hoffnung.

Heinz Saedler, einer der Direktoren, macht sich schon jetzt für die freie Meinungsäußerung stark. "Seit 20 Jahren diskutiere ich mit Lönnig", so Saedler. "Ich teile seine Meinung nicht, finde seine Argumente aber immer wieder spannend."

Auch Dr. Kurt Stüber, Senior Scientist am MPIZ, hält die Entscheidung nicht für richtig. Er führt in seiner Stellungnahme aus: „Es gibt keine Zweifel an der Gültigkeit der Evolutionslehre. Unter all den verschiedenen Webseiten, die letztlich eine Schöpfungslehre im Gegensatz zur Evolutionslehre vertreten, treten angenehm die Webseiten von Herrn Dr. Lönnig hervor, der zwar mit gleicher Zielsetzung, aber sehr gewissenhaft versucht, die Schwachseiten der Evolutionslehre auszuloten. Hier werden ernsthafte wissenschaftliche Kriterien angewendet, um strittige und kontroverse Themen zu behandeln. Der Verfasser hat mit großer Sorgfalt Daten und Zitate gesammelt, die manche liebgeordnete These zu Fall bringen. Auch der Evolutionist sollte sich hüten, die Komplexität der Entstehung des Lebendigen zu unterschätzen. Wenn wir allgemein von der Gültigkeit der Evolutionslehre und ihrem Wert zur Erklärung der Ordnung des Lebendigen überzeugt sind, dann sollten wir auch in der Lage sein, ernsthaften Gegenargumenten zuzuhören und sie in bewährter wissenschaftlicher Weise durch gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse zu entkräften. Eine korrekte Theorie muss allen Gegenargumenten gegenüber standhalten können oder sie muss aufgegeben werden. Insofern sind die Webseiten von Herrn Dr. Lönnig als Prüfstein und wertvolle Hilfestellung anzusehen. Ich befürworte darum ausdrücklich, die Internet-Seiten von Herrn Dr. Lönnig weiterhin zugänglich zu erhalten. Wer anderer Ansicht ist, sollte selbst eine Seite erstellen und die Argumente in fairer Weise widerlegen und nicht versuchen, wissenschaftliche Theorien auf dem Verbotsweg zu beseitigen“.

Werner Gieffers, Senior Scientist, MPIZ erklärt: „In der Diskussion wird suggeriert, dass es international akzeptierte Grundsätze der Naturwissenschaft Biologie gäbe, die einen Deutungsversuch von Herrn Lönnig verbieten würden. Diese Denkungsweise eines ideologischen Totalitätsanspruches erinnert an die terroristische Wissenschaftsauffassung kommunistischer Regime, ist aber in den westlichen Demokratien weltweit nicht erkennbar. Die freie Meinungsäußerung über die Deutung letztlich nicht geklärter Phänomene ist eine unabdingbare Voraussetzung auch für die naturwissenschaftliche Forschung in der Biologie. Institute und Vorgesetzte, die nach diesem Grundsatz handeln, ermöglichen für ihre Fachwissenschaftler eine freie Forschung.“

Neuere Kritik gegen die Evolutionstheorie aus wissenschaftlichen Kreisen

Kritik an der Evolutionstheorie aus wissenschaftlichen Kreisen ist durchaus vorhanden, dringt in der Regel nicht in die Öffentlichkeit, weil sie von den Medien nicht publiziert und von der Wissenschaftsgemeinde totgeschwiegen wird.

1983 publizierte **Prof. Dr. Dr. Alfred Locker (1922 - 2005) von der TU Wien** eine Arbeit über die Evolutionstheorie. Darin beklagt der Autor die weitestgehend fehlende Bereitschaft von Evolutionsbiologen zu einer wissenschaftstheoretischen Reflexion über ihren Forschungsgegenstand, über die zugrunde liegenden Sätze ihrer weltanschaulichen Konventionen und theoretischen Konzeptionen. Ohne Rücksicht auf die gegebenen Erklärungslücken, wird die ET für unumstößliche Tatsache gehalten und als so gesicherte angesehen, dass für ihre Anhänger keine Veranlassung besteht, ihr „Lieblingskind“ auf seine Rechtmäßigkeit zu prüfen. „Das leichtfertige Unterlassen von begrifflichen Differenzierungen und das bedenkenlose Zusammenwerfen alles dessen, was die Vernunft zu trennen verlangt, führt zu dem Faktum, dass die „ET“ nur von der Verschleierung ihrer krassen Denkfehler lebt“ Locker bezeichnet die Darstellung von Evolution als „Hypostasierung“ Mit „Hypostasierung“ bezeichnet man die idealisierte Nutzung abstrakter Ausdrücke in einer Form, dass sie für Realitäten oder Tatsachen gehalten werden. Der abstrakte Ausdruck Evolution wird nach Locker kritiklos durch seinen Gebrauch zu einem Begriff, der unhinterfragbar Realität oder Tatsachen darstellt. (Locker A (1983), Evolution und „Evolutionstheorie“ in system- und metatheoretischer Betrachtung. Acta Biotheoretica 32, 227-264).

Die Evolutionsbiologie blieb scheinbar unbeeindruckt von dieser Kritik, so dass **1996** auch der **Biologe Prof. Wolfgang Friedrich Gutmann (1935-1997) resümiert:** „Umgekehrt hat die Weigerung der Biologie, auf wissenschaftstheoretische Einwände zu antworten, zur Blindheit dieser Naturwissenschaft gegenüber eigenen methodischen Schwächen geführt. Das lässt sich in besonderer Weise am Beispiel der Evolutionstheorie als einer der für Philosophie wie Biologie gleichermaßen zentralen Ansätze moderner Naturwissenschaft aufzeigen“ (Gutmann 1996, Covertext Die Evolutionstheorie und ihr Gegenstand). Gutmann war **Professor am Senckenberg Forschungsinstitut in Frankfurt Main**.

Beide Autoren sehen sich nicht als Kritiker der Evolution, die als naturhistorischer Prozess für sie die wissenschaftlich beste Erklärung der Geschichte des Lebens darstellt. Gutmann hat sogar eine eigene Evolutionstheorie entwickelt (Frankfurter Evolutionstheorie), Ihre Kritik trifft eine wissenschaftlich und wissenschaftstheoretisch nicht gedeckte Bedeutungszuweisung zum Ausdruck Evolution, woraus ein meist unkritischer und quasi-religiöser Gebrauch derselben resultiert.

Im Jahre **2006** erklärte **Prof. Dr. Günter Theißen (*1962)**, ein deutscher Genetiker an der Friedrich Schiller **Universität Jena** „Indem daran festgehalten wurde, dass Evolution graduell sein müsse und dass makroevolutionäre Muster vollständig und alleine durch das Wirken der natürlichen Selektion und durch Anpassung an die Umwelt erklärt werden könnten, machte die Synthetische Theorie überzogene Behauptungen und verließ daher den Bereich der Wissenschaft und entwickelte sich zu einer Ideologie ... Während jedoch diese Prinzipien leicht erklären mögen, wie irgendeine Art von Organismus Ausgangspunkt für einen optimierten Organismus wird (welches Kriterium man auch zugrunde legt), ist kaum erkennbar, wie sie den Ursprung beispielsweise der Eukaryoten, der Pflanzen und Tiere von Prokaryoten, erklären kann. Theissen G (2006) The proper place of hopeful monsters in evolutionary biology. Theor. Biosci. 124, 349-369.

Der Zoologe Prof Gerd B. Müller (*1953), Leiter der Abteilung für Theoretische Biologie an der **Uni Wien** und der **Biologe Prof. Stuart Alan Newman (*1945)** vom **New York Medical College** haben **2003** in einem Artikel 24 offene Fragen aus vier Teilgebieten der Evolutionsforschung zu den Mechanismen der Makroevolution zusammengestellt. Die Fragen könnten kaum grundsätzlicher sein, und es kann wohl keinen Zweifel geben, dass angesichts eines solchen Bergs offener Fragen und angesichts des von den Autoren konstatierten qualitativen Unterschieds von Mikro- und Makroevolution die Mechanismen der Makroevolution nicht als geklärt gelten können. (Origination of Organismal Form: The Forgotten Cause in Evolutionary Theory. In: Müller GB & Newman SA (eds) Origination

of Organismal Form. Beyond the Gene in Developmental and Evolutionary Biology. Vienna Series in Theoretical Biology. Cambridge, MA, pp 3-12.)

Ihre grundsätzlichen Fragen lauten: Wie entstanden die Baupläne der Vielzeller explosionsartig (Burgess shale effekt)? Weshalb entstanden ähnliche Gestalten unabhängig und wiederholt (Homoplasie)? Weshalb produzieren entfernt verwandte Linien ähnliche Designs (Konvergenz)? Weshalb organisieren sich Bauelemente als fixierte Baupläne und Organformen (Homologie)? Wie werden neue Elemente in bestehende Baupläne eingeführt (Neuheit)? Weshalb werden Design-Einheiten wiederholt verwendet (Modularität)? Weshalb sind nicht alle Design-Optionen eines phänotypischen Raums verwirklicht (Constraint)? Weshalb erscheinen viele Merkmale, die lange Zeit verschwunden waren, erneut (Atavismen)? Weshalb sind die Raten morphologischer Veränderungen ungleich (Geschwindigkeit)?

2005 schrieb **Prof 'in Karola Stotz (1963-2019)** vom **Konrad-Lorenz-Institut** für Evolutionsforschung in Österreich ein Kapitel in dem Buch von Krohs U & Toepfer G „Philosophie der Biologie“ (S. 125 – 143) in dem sie die ungelösten Grundfragen der Evolutionsbiologie zusammenfasste: In den anerkannten Evolutionstheorien findet sich keine Erklärungen für die Fähigkeit von Arten zu evolvieren, also die Fähigkeit von Organismen, adaptive Variationen hervorzubringen Die Entstehung von evolutionären Innovationen oder Neuerungen („arrival of the fittest“ gegenüber „survival of the fittest“); Entwicklungsprozesse, welche Homologie und Homoplasie hervorbringen und eine Erklärung dafür, warum verschiedene Eigenschaften unterschiedlich konserviert sind; die Verbindung zwischen Genotyp und Phänotyp durch die kausalen Vorgänge der Epigenese, für entwicklungsbiologische und andere Formzwänge, die die Produktion von Varianten beeinflussen; die Entstehung von Entwicklungsmodulen; die verlässliche Reproduktion von Entwicklungssystemen, deren Eigenschaften nicht durch Gene allein erklärt werden können

Selbst **Ulrich Kutschera**, von dem die Aussage stammt, dass die Evolution eine Tatsache ist, **schreibt seltsamerweise in seinem Buch Evolutionsbiologie, 2. Auflage, S. 83:** „Die Synthetische Evolutionstheorie ist kein Dogma, dieses naturwissenschaftliche Konzept ist ein offenes System, welches ständig durch neue Forschungsergebnisse modifizierte, ergänzt und erweitert wird...Es soll abschließend ausdrücklich hervorgehoben werden, dass viele Fragen der Evolution noch offen sind. Diese zentrale Problematik wird jedoch weltweit mit großem Aufwand erforscht und schrittweise einer Lösung nähergebracht.“

Kreationismus

Gibt man jedoch im Internet „Evolution“ in die Google Suchmaschine ein, so befasst sich fast die Hälfte der Webseiten mit dem Thema Evolution und Kreationismus Dies ist nicht verwunderlich, befassen sich doch beide mit der gleichen Frage: Wie entstand und entwickelte sich das Leben auf der Erde **Die Frage nach dem Ursprung der Welt und des Lebens umfasst neben naturwissenschaftlichen auch geisteswissenschaftliche und weltanschauliche Aspekte.** Es werden unweigerlich fundamentale Sinnfragen des Menschen angesprochen, die auch von der Weltanschauung des einzelnen abhängen. **Das führt notwendigerweise zu Auseinandersetzungen zwischen konkurrierenden Ursprungslehren.**

Dies macht der **Dipl.-Chemiker Clemens J. E. Kahle** in seinem Beitrag „Evolutionslehre versus Schöpfungslehre“ vom 01.01.2005 im Professoren forum deutlich, Er führt aus: „Dass sich Evolutionsforschung und Schöpfungslehre in ihren Voraussetzungen und Zielen deutlich voneinander unterscheiden, dürfte unbestritten sein. Dennoch zeigen sie eine verblüffend gleichartige innere Struktur. „Beide weisen einen Realitätsbezug auf, innerhalb dessen mit wissenschaftlichen Methoden gearbeitet wird, und beide gründen ihre Aussagen letztlich auf außerwissenschaftliche Prämissen“. So fußt die Evolutionsforschung, auf der Überzeugung, dass es möglich sei, die gesamte Wirklichkeit (inkl. des menschlichen Lebens) rein innerweltlich vollständig zu erklären

(Naturalismus), während Schöpfungsforschung die Wahrheit des (freilich zu deutenden) biblischen [Offenbarungs]wortes voraussetzt. Beide Ansätze sind aus wissenschaftstheoretischer Sicht zulässig und können unter Einbeziehung des gesamten Repertoires sowohl der empirischen Wissenschaften (z.B. der Physik, der Chemie und der Biologie, aber auch der Mathematik und der Informatik) als auch der historischen Wissenschaften (z.B. der historischen Geologie, der Paläontologie, der Archäologie oder auch der Geschichtswissenschaft) zur Entwicklung konkurrierender Modelle, Hypothesen und Theorien anregen. Letztere haben sich dann (unabhängig vom zugrundeliegenden Weltbild) zu bewähren und können nach allgemein anerkannten wissenschaftlichen Gütekriterien (Widerspruchsfreiheit, Erklärungskraft, Prognosefähigkeit/Falsifizierbarkeit, Plausibilität, Eleganz/Einfachheit etc.) beurteilt werden.

Seriöse Schöpfungsforschung stellt sich diesen Herausforderungen, indem sie sich nicht einfach mit fundierter Kritik an Evolutionsvorstellungen begnügt (auch Evolutionstheoretiker kritisieren Evolutionstheorien, allerdings ohne die Abstammungslehre im Ganzen zu bezweifeln), sondern sich überdies bemüht, alternative Konzepte, Modelle und Hypothesen zu entwickeln. Die hierfür zur Verfügung stehende *manpower* (inkl. Forschungsmitteln und Publikationsmöglichkeiten) ist freilich nicht im Entferntesten mit jener der Evolutionsforschung zu vergleichen. Umso erstaunlicher ist das Niveau, das vor allem die deutsche Schöpfungsforschung heute erreicht hat.

Eine sinnvolle und daher zu begrüßende wissenschaftliche Auseinandersetzung über Ursprungsfragen ist ganz allgemein dort möglich, wo vor dem Hintergrund offengelegter Paradigmen und Weltbilder konkurrierende und vor allem testbare Hypothesen entwickelt werden, die im Rahmen eines Theorienpluralismus in einen vernünftigen und fairen Ideenwettbewerb eingebracht werden können. Dummer Dogmatismus und Demagogie, die sich bei Evolutionisten ebenso finden wie bei Kreationisten, sind hierbei kontraproduktiv und aus wissenschaftlicher Sicht abzulehnen.

Ein Grundproblem in der Auseinandersetzung zwischen Evolutions- und Schöpfungsbeiwörtern ist das Alter der Erde

Die Erde wurde nach den Aussagen der Bibel in 7 Tagen geschaffen. Aufgrund des vom englischen Erzbischof James Ussher (1581–1656) anhand biblischer Lebensläufe und Stammbäume wird als Zeitpunkt der Schöpfung der 23. Oktober 4004 v. Chr. angenommen. **Dies entspricht einem Erdalter von rund 6000 Jahren.** Da man nicht ausschließt, dass die Geschlechterregister unvollständig sind werden auch Erdalter bis etwa 10.000 Jahren akzeptiert. Die Auffassungen darüber, ob das Universum das gleiche Alter hat, sind unterschiedlich.

Die Erde ist nach wissenschaftlichen Feststellungen jedoch deutlich älter.

Bereits 1774 berechnete der französische Naturforscher **GeorgesLouis Leclerc**, Comte de Buffon ein Erdalter von etwa 75 000 Jahren.

James Hutton (1726–1797) ein schottischer Naturforscher und Geologe formulierte in seiner »Theory of the Earth« 1788 die Theorie des Gesteinskreislaufs, nach der Gesteine wiederholten Phasen der Aufschmelzung, Verfestigung, Erosion und Ablagerung unterworfen sind. Seiner Meinung nach musste die Erde viele Millionen Jahre alt sein.

Der englische Physiker **William Thomson** (1824–1907), **der spätere Lord Kelvin**, verfeinerte die Berechnungen des GeorgesLouis Leclerc und kam zu einem Alter der Erde zwischen 24 und 400 Millionen Jahren.

Mitte des 19. Jahrhunderts zog der britische Geologe **John Phillips** (1800–1874) die Prozesse der Sedimentation heran, um das Alter der Erde zu bestimmen. Nachdem er untersucht hatte, wie schnell sich Sedimente in verschiedenen Milieus ablagern, kam er zu dem Ergebnis, dass diese Prozesse 38 bis 96 Millionen Jahre gedauert haben mussten.

Der irische Geologe **John Joly** schlug 1899 er eine Methode vor, das Alter der Erde aus dem Natriumgehalt der Ozeane zu bestimmen, aus der Idee heraus, dass dessen Konzentration durch Erosion an Land stetig zunehmen würde. Er schätzte das Alter der Erde danach auf 80 bis 100 Millionen Jahre.

Einen großen Schritt in die Richtung absoluter Zeitangaben machten der besagte Physiker **Ernest Rutherford** (1871–1937) und der Chemiker **Frederic Soddy** (1877–1956), als sie die Radioaktivität erforschten. Sie fanden heraus, dass sich einige chemische Elemente unter Abgabe von radioaktiver Strahlung in andere Elemente umwandeln. Diese Umwandlung geschieht mit einer für das jeweilige

Isotop charakteristischen **Zerfallsrate**. Rutherford und Soddy erkannten als Erste, dass man die Zerfälle natürlich vorkommender **radioaktiver Elemente** zur Altersbestimmung nutzen kann. Den letzten großen Schritt zur Anwendung des oben beschriebenen Prinzips machte der englische Geologe **Arthur Holmes (1890–1965)** und der amerikanische Physiker **Alfred O. C. Nier (1911–1994)**. Gemeinsam fanden sie im Mineral Zirkon einen Schlüssel zur absoluten Altersbestimmung von Gesteinen.

Aufgrund dieser Zerfallsraten wird heute ein Alter der Erde von $4,55 \pm 0,05$ Milliarden Jahren angenommen.

Ein zweites Problem ist das Alter der Fossilien

Diese radiometrische Datierungsmethode wird auch angewendet um dieses Alter zu bestimmen. Daher geht die Wissenschaft heute davon aus, dass sich erste Lebensformen (**Einzeller**) vor **ca. 4 Milliarden Jahren**, die ersten mehrzelligen Lebewesen vor **750 Millionen Jahren**, die ersten Landtiere vor **350 Millionen Jahren** und die ersten Säugetiere vor **etwa 150 Millionen Jahren** bildeten.

Damit stehen die wissenschaftlichen Erkenntnisse in einem vermeintlichen Gegensatz zu den Aussagen der Bibel. Dies ist jedoch nur dann der Fall, wenn man auf einer wortwörtlichen Interpretation der biblischen Aussagen besteht.

Die überwiegende Mehrzahl der Biologen und Theologen vertritt die Ansicht, dass es zwischen dem christlichen Glauben als Teil der Geisteswissenschaften und der Evolutionstheorie als Teil der Naturwissenschaften keine Schnittpunkte bzw. Berührungen gibt. Dieser Standpunkt ist grundsätzlich richtig. Das heißt, dass Erkenntnisse, die wir aus der Bibel gewinnen keine Bedeutung für die Evolutionstheorie haben, und umgekehrt die Feststellungen der Evolutionstheorie für den christlichen Glauben keine Rolle spielen.

Wenn man die Schöpfungslehre als alternative Sichtweise zur Erklärung der Entstehung und Entwicklung des Lebens sieht auf dieser Erde sieht, ist dagegen nichts einzuwenden. So könnte eine friedliche Koexistenz zwischen Wissenschaft und Theologie bestehen. Dies ist jedoch nicht der Fall.

Es wurde und werden von Christen Versuche unternommen, **wissenschaftliche Erkenntnisse in Einklang mit den Aussagen des Schöpfungsberichts zu bringen** Man bezeichnet dies als **Kreationismus**(von lateinisch creatio „Schöpfung“).

Beim Kreationismus unterscheidet man 4 verschiedene Sichtweisen

Kurzzeit-Kreationismus

Kurzzeitkreationisten interpretieren den Schöpfungsbericht in der Bibel als Tatsachenschilderung: Sie vertreten die Auffassung dass die Erschaffung der Welt und des Lebens innerhalb der biblischen sechs Tage erfolgte und die Welt nicht älter als 10.000 Jahre ist. Anderslautende wissenschaftliche Erkenntnisse würden auf Fehlinterpretationen der vorliegenden Fakten beruhen.

Den wissenschaftlichen Nachweis des hohen Erdalters erkennen sie nicht an und verweisen auf Fehlerquellen bei der Messung.

In der Tat gibt es Faktoren die den radioaktiven Zerfall beeinflussen können (Radioaktive Strahlung, Elektroneneinfang, sich schnell bewegende Materie. Das Hauptproblem ist sicherlich, dass eine genaue Altersbestimmung nur in sogenannten geschlossenen Systemen möglich ist, Dies ist in Gesteinsschichten nachweislich nicht der Fall. So ist es möglich, dass sowohl Mutter- als auch Tochterisotope durch zirkulierende Wasserströme und poröse Gesteine oder Risse in den Gesteinen zu oder abgeführt werden.

Trotz dieser Fehlerquellen liefern die Datierungsmethoden im Großen und Ganzen recht schlüssige Ergebnisse, die auf hohe Alter hindeuten. Die Argumentation, dass radiometrische Altersbestimmungen grundsätzlich unbrauchbar seien, weil es auch zahlreiche falsche Datierungsergebnisse gibt, ist m. E. aufgrund der Datenmenge nicht haltbar.

Das wirkliche Problem der radiometrischen Datierung ist nicht die Methode als solche, sondern die „schlampige“ Durchführung der Messungen.

So erhält man präzise Datierungen in der Regel nur, wenn Proben an unterschiedlichen Stellen der Gesteine entnommen und wiederholt werden. Zudem sollten, wenn möglich, unterschiedliche radiometrische Methoden zur Altersbestimmung angewendet werden. In der Regel wird dies aus Kostengründen jedoch nicht getan.

Manche sehen in der Evolutionstheorie gar eine Verschwörung wissenschaftlicher Kreise. Um den Biologen die Evolutionstheorie nicht zu zerstören, erfänden die Physiker und Kosmologen Modellannahmen, die ein hohes Welt-Alter zulassen, obwohl ihnen angeblich klar ist, dass alle physikalischen Erkenntnisse ein Alter des Universums von unter 10.000 Jahren nahelegen.

Einige wenige Kurzzeitkreationisten vertreten die Hypothese, dass Gott die Erde in jüngerer Zeit erschaffen habe, sie aber viel älter habe aussehen lassen (**Omphalos-Hypothese**) Diese Theorie lässt sich natürlich wissenschaftlich weder widerlegen noch bestätigen, da jede Forschung ihren Sinn verliert, wenn die Welt anders erscheint als sie tatsächlich ist. :

Vorzeit-Kreationismus

Vorzeit-Kreationisten interpretieren den ersten Satz der Bibel (»Im Anfang schuf Gott Himmel und Erde«) im Sinn eines langen Zeitraumes. Das Weltalter beträgt also Milliarden von Jahren, ganz so wie von den Naturwissenschaften beschrieben, die darauf folgenden Schöpfungsakte aber lassen sich tatsächlichen 24-Stunden-Tagen zuordnen. Es werden damit die bei biologischen Prozessen vorausgesetzten langen Zeiträume bestritten. .

Langzeit-Kreationismus (Konkordanzhypothese)

Langzeit-Kreationisten beharren nicht auf biblischen Zeitangaben. Für sie sind die heutigen Abschätzungen der kosmischen und irdischen Zeiträume durchaus akzeptabel. **Außerdem akzeptieren viele der Langzeit-Kreationisten eine sog. Mikroevolution** (eine Entwicklung und Veränderung innerhalb bestimmter Artgrenzen). **Innerhalb der Jahrtausenden, in denen unsere Welt existiert, hat der Schöpfer allerdings immer wieder Neuschöpfungen ins Dasein gerufen, entweder zusätzlich zu den bis dahin existierenden Lebewesen, oder an deren Stelle** (z.B. nach dem Aussterben der Dinosaurier). Die Langzeit-Kreationisten lehnen eine Makro-Evolution ab (also die Entwicklung von Lebewesen über die Artgrenzen hinweg ab).

Evolutionistischer Kreationismus, oder gottgelenkte Evolution

Die Theistische Evolution geht davon aus, dass der Schöpfer sich der Evolution bedient, um die Vielfalt des Lebens zu erschaffen. Während die Naturwissenschaften den »Zufall« in ihre Berechnungen einführen, sehen die Vertreter einer Theistischen Evolution darin das »Wirken Gottes«. Ohne den Schöpfer wäre eine Höherentwicklung in vielen Fällen so gut wie unmöglich. Das gleiche gilt auch für (gleichzeitige, mehrfach) Mutationen, die überraschende Selektionsvorteile bringen und ebenfalls ohne Gottes Eingreifen äußerst unwahrscheinlich sind.

Ich billige jedem „seine“ Interpretation der biblischen Aussagen zum Schöpfungsbericht zu. Ein Problem habe ich jedoch damit, wenn diese Menschen einen Absolutheitsanspruch auf ihre Modellvorstellungen erheben, wissenschaftliche Forschung grundsätzlich ablehnen und unpassende wissenschaftliche Erkenntnisse nicht zur Kenntnis nehmen. **Die Polemik, mit der im Kreationismus zuweilen gegen andere Positionen vorgegangen wird, ist bedenklich. Den Versuch, die Schöpfungslehre im naturkundlichen Unterricht zu verankern, oder das Vorhaben, die Evolutionslehre aus dem Biologieunterricht zu entfernen ist grundlegend falsch. Ich würd mich persönlich als evangelikal bezeichnen und habe ein eher konservatives Verständnis der Heiligen Schrift. Die Bibel ist jedoch ein Buch des Glaubens und keine naturwissenschaftliches Sachbuch. Lassen wir im Bereich der Katechese die Finger von naturwissenschaftlichen Argumenten Wir befinden uns bei einer Vielzahl der biblischen Schilderungen in einem transzendenten Bereich, d.h. jenseits eines Bereiches der Sinneswahrnehmung und der Naturgesetze. Deshalb ist m.E. eine naturwissenschaftliche Betrachtung der Bibel von vorneherein ausgeschlossen. Ich kann es daher nicht nachvollziehen, wenn die Urgeschichte der Heiligen Schrift im Kreationismus sozusagen als naturkundlicher Text gelesen wird. Widersprüche zwischen wissenschaftlichen Daten und Schöpfungslehre bilden allenfalls die Grundlage neuer exegetischer Betrachtungen**

Interpretation des Schöpfungsberichtes durch die katholische Kirche

Die katholische Kirche lehnt diese Interpretation des Schöpfungsberichtes ab. Sie erklärt, dass die Aussagen der Bibel ist grundsätzlich nicht mit naturwissenschaftlichen Methoden beweisbar sind. In katholischen Exegesen zum Schöpfungsbericht liest man, dass Evolutionskritik an sich, sei sie auch wissenschaftlich solide, nicht als Basis für einen Schöpfungsglauben geeignet ist.

Im „Lehrbuch der Dogmatik“ (Herder, 1932) heißt es zum Schöpfungsbericht: „Aber nicht alles ist wörtlich zu verstehen. Der Schöpfungsbericht wolle keine wissenschaftliche Welterklärung geben. Im Buch Genesis geht es also nicht um die physikalische Beschreibung der Entstehung des Universums, sondern um die metaphysische Beschreibung des Anfangs. Allgemein ist der Schöpfungsbericht kein physikalisches Lehrbuch und hat auch überhaupt nicht den Anspruch, ein solches zu sein. Darauf weist bereits der hl. Thomas von Aquin hin, wenn er sagt, man dürfe den christlichen Glauben nicht mit Argumenten verteidigen wollen, die ihn lächerlich machen, weil sie offensichtlich der Vernunft widersprechen. **Der jüdische Theologe Pinchas Lapide** bringt es in seinem Buch Auferstehung auf den Punkt, wenn er sagt: Der Glaube ist nicht Wissen, wohl aber Gewissheit, die nur echte Gläubigkeit zu schenken vermag. Wenn Wissenschaft und Religion sich decken ließen, wo bliebe dann das Wagnis des Glaubens. Der Gläubige sollte bereit sein, alle Zweifel durchzustehen und auf Garantien und Dingfestigkeit zu verzichten. Der Gott, an den Juden und Christen glauben, lässt sich nicht in sichtbaren Realitäten konstatieren. Ein bewiesener Gott ist kein Gott. Durch den Glauben erkennen wir, dass die Welt durch Gottes Wort geschaffen ist, so dass alles, was man sieht, aus nichts geworden ist. (Hebr. 11,3

Es wird oft behauptet dass die Katholische Kirche den Darwinismus (Evolutionstheorie) bekämpft hat. Dies entspricht jedoch nicht den Tatsachen. Darwins Lehre wurde nie als so bedrohlich empfunden, dass man aus dogmatischen Gründen gegen sie hätte vorgehen müssen. Sie wurde nie offiziell verurteilt, seine Bücher sind auch nie auf einen Index missliebiger Bücher gesetzt worden.

Die Auffassung, dass Evolutionstheorie und christlicher Glaube widerspruchsfrei miteinander zu vereinbaren seien, ist seit Teilhard de Chardin (1881–1955), ein angesehener Geologe und Paläontologe sowie Jesuitenpriester, **Lehre der katholischen Kirche.** Dies haben alle Päpste seit Pius XII immer wieder betont. Hatte **Papst Pius XII.** in der Enzyklika Humanae generis im Licht des damaligen Forschungsstandes die Evolutionstheorie lediglich als ernstzunehmende Hypothese bewertet, erklärte Papst Johannes Paul II. im Jahre 1996, dass die Evolutionstheorie angesichts neuer wissenschaftlicher Erkenntnissen nicht mehr nur als reine Hypothese betrachten werden kann.

Die Lehre der katholischen Kirche besagt. Das Gott die Welt und das Leben aus dem Nichts erschaffen hat. Über die Frage wie der Kosmos und das Leben entstanden sind und wie es sich weiterentwickelt hat, gibt keine dogmatische Lehrentscheidung. Zumindest habe ich keine gefunden.

Einige Aspekte der Evolutionstheorie stehen aber im Widerspruch zur katholischen Lehre.

So verneint die katholische Kirche die Aussage bei der Evolution handele es sich um einen Prozess ohne Ziel und Zweck. Dies hat Papst Johannes Paul II 1985 in einer Generalaudienz für mit der Lehre der katholische unvereinbar erklärt, da hier Wirkungen ohne Ursache angenommen werden. Papst Benedikt XVI und Kardinal Christoph Schönborn sprachen in diesem Zusammenhang von einem „intelligenten Plan“ des Kosmos. Wir glauben, dass Gott die Welt nach seiner Weisheit erschaffen hat. Sie ist nicht das Ergebnis eines blinden Schicksals oder des Zufalls (s.a. KKK 295).

In der Evolutionstheorie sei zudem kein Platz für Würde und Moral. Der Tod und die Vernichtung von Leben ist in der Evolutionstheorie notwendiger Bestandteil der Höherentwicklung. Damit würde der Tod zu einem guten und nützlichen Prinzip. Dies widerspräche dem christlichen Gottesbild. Nach christlicher Auffassung ist der Tod die Folge der Sünde und damit unwiderruflich etwas Schlechtes und Wider-Göttliches.

Zugleich betont die Lehre der katholischen Kirche, dass der Mensch das einzige Wesen sei, das Gott um seiner selbst willen gewollt habe. "Wenn der menschliche Körper seinen Ursprung in der

lebenden Materie hat, die vor ihm existierte, dann ist doch seine Seele unmittelbar von Gott geschaffen" (Papst Johannes Paul II).

In den Aussagen der Katholischen Kirche wird deutlich, dass es im Bezug zur Schöpfung nicht auf wissenschaftliche Erkenntnisse ankommt, sondern geistige Aspekte im Vordergrund stehen. Es geht um die Fragen „Woher kommen wir?“, „wohin gehen wir?“, „woher stammen wir?“, „wozu sind wir da?“, „woher kommt alles, was da ist, und wohin ist es unterwegs?“

Aussagen von Päpsten zur Evolutionstheorie

Bereits **Papst Pius XII** hatte in seiner Enzyklika *Humani generis* aus dem Jahr 1950 dargelegt, dass die Evolution und das, was der Glaube über den Menschen und seine Berufung lehrt, nicht im Gegensatz zueinander stehen. In Anbetracht des wissenschaftlichen Forschungsstandes der Zeit betrachtete er die Lehre vom „Evolutionismus“ als ernstzunehmende Hypothese.

Papst Johannes Paul II erklärte in seiner *Botschaft* an die Mitglieder der Päpstlichen Akademie der Wissenschaften am 22.10.1996: „Heute geben neue Erkenntnisse dazu Anlass, in der Evolutionstheorie mehr als eine Hypothese zu sehen. Es ist in der Tat bemerkenswert, dass diese Theorie nach einer Reihe von Entdeckungen in unterschiedlichen Wissensgebieten immer mehr von der Forschung akzeptiert wurde. Ein solches unbeabsichtigtes und nicht gesteuertes Übereinstimmen von Forschungsergebnissen stellt schon an sich ein bedeutsames Argument zugunsten dieser Theorien dar. Zugleich betonte der Papst jedoch, der Mensch sei nach dem Bild Gottes geschaffen worden und das einzige Wesen, das Gott um seiner selbst willen gewollt habe. "Wenn der menschliche Körper seinen Ursprung in der lebenden Materie hat, die vor ihm existierte, dann ist doch seine Seele unmittelbar von Gott geschaffen".

Papst Benedikt XVI. bekundete 2011, wissenschaftliche Theorien zum Ursprung und Entwicklung des Lebens stünden zwar nicht in Konflikt mit dem Glauben, ließen aber viele Fragen offen. Er meinte, es gebe viele wissenschaftliche Beweise für die Evolution, die man als Realität sehen müsse. Die Evolutionstheorie sei jedoch nicht im Labor nachstellbar und deswegen letztlich nach heutigen wissenschaftlichen Kriterien nicht beweisbar."

Die katholische Lehre und die wissenschaftliche Evolutionstheorie stehen für **Papst Franziskus** nicht in Konflikt miteinander. Bei einem Termin an der Päpstlichen Akademie der Wissenschaften am 29.10.2014 sagte er, Evolution in der Natur sei kein Gegensatz zur Überzeugung von einer göttlichen Schöpfung. Er erklärte: „Gott schuf Menschen, die sich dann nach den gottgegebenen, ihnen innenliegenden Vorgaben entwickelten, um die Erfüllung zu erreichen."

Ich habe natürlich auch“ **meine“ Auffassung zum Schöpfungsbericht**, die naturgemäß nicht den Anspruch erhebt, die richtige zu sein. Ich gestehe auch ein, dass es für abweichende Interpretationen durchaus gute und plausible Erklärungen gibt.

Ich verstehe den Schöpfungsbericht aus folgenden Gründen als bildhaften Bericht der Schöpfung.

Die grundlegenden Aussagen des Schöpfungsberichts lauten für mich:

1. Gott das Universum, die Erde und das Leben aus etwas nicht dagewesen geschaffen
2. Die Schöpfung war gut und vollkommen
3. Der Mensch ragt aus den übrigen Lebewesen heraus, da er nach den Aussagen der Bibel als einziges Lebewesen nach dem Bild Gottes geschaffen und ist diesem ähnlich ist.

Die außergewöhnliche Stellung des Menschen wird auch von der Wissenschaft so gesehen. Der Mensch ist das einzige vernunftbegabte Wesen. Die Gattungsbezeichnung des Menschen lautet *Homo sapiens*, was übersetzt „vernünftiger Mensch“ heißt. Der Mensch besitzt zudem Fähigkeiten und Eigenschaften, die wissenschaftlich insbesondere aus evolutionstheoretischer Sicht nicht erklärbar sind.

Dazu zählen

Das Erkennen zeitlicher Dimensionen, d.h. das Wissen und Vergangenheit Gegenwart und Zukunft
Religiöse Vorstellungen, d.h. der Glaube an ein höheres transzendentes Wesens

Die Fähigkeit zur Selbstreflexion und die Frage nach dem Sinn des Lebens
 Festlegung sittlicher und moralischer Grundsätze
 Das Gespür für Schönheit und Kunst

Zwei Aussagen der Bibel führten dazu, dass ich den Schöpfungsbericht nicht als die Beschreibung tatsächlicher Vorgänge halte.

1. Gottes Allmacht

Ich glaube, dass ein allmächtiger Gott den Schöpfungsakt im Bruchteil einer Sekunde hätte vollbringen können und dafür nicht 7 Tage gebraucht hätte.

2. Der „Ruhetag“ (1 Mose 2,2)

Warum wird in Mose ausgeführt, dass Mose am 7. Tag ruhte. Ich glaube nicht, dass sich der allmächtige Gott von diesen „Anstrengungen“ hätte „ausruhen“ müssen. Ich glaube vielmehr, dass Gott uns damit sagen will. Wenn ich schon eine Zeit der Ruhe brauche, dann sollt auch ihr an einem Tag der Woche ruhen.

Intelligent Design (ID)

Eine Gruppe von Wissenschaftlern hat einen neuen Begriff in die Biologie eingebracht hat, nämlich **Intelligenz**.

Sie propagieren einen neuen Ansatz in der Frage der Entstehung von Leben, den sie **Intelligent Design** nennen

Intelligent Design („intelligenter Entwurf“, „intelligente Gestaltung“; abgekürzt ID) ist die Auffassung, dass sich bestimmte Eigenschaften des Universums und des Lebens auf der Erde am besten durch eine intelligente Ursache erklären lassen und nicht durch einen Vorgang ohne solche Leitung, wie die natürliche Selektion. Die Intelligent-Design-Anhänger verstehen Intelligent Design als wissenschaftliche Theorie. Sie vertreten den Standpunkt, dass Intelligent Design mit vorhandenen wissenschaftlichen Theorien zum Ursprung des Lebens auf einer Stufe steht. Dabei ist die Position der Designbefürworter nicht starr, sondern durch neue Erkenntnisse einem Wandel unterworfen.

Der klassische Ansatz des „Intelligent Design“ (ID) verzichtet ausdrücklich auf konkrete Vorstellungen über den Designer (Schöpfer). Hier unterscheidet er sich vom Kreationismus (Schöpfungstheorie) Über den Designer wird dabei lediglich gesagt, dass er zielorientiert gehandelt habe. Aus dieser alleinigen Voraussetzung können jedoch keine *konkreten* Kennzeichen einer Designer-Tätigkeit abgeleitet werden; man kann also auch nicht nach solchen Kennzeichen suchen, denn man muss ja wissen, welche Kennzeichen für einen bestimmten Designer typisch sind oder sein könnten. Im Rahmen dieses Ansatzes kann man nur der Frage nachgehen, was natürliche Mechanismen ohne willentliche Lenkung, also nicht-teleologische Vorgänge oder bloße Gesetzmäßigkeiten, leisten können und was nicht. Mit dem Nachweis von Grenzen natürlicher Prozesse abzeichnen, könnte man lediglich einen *Verdacht* auf Design begründen. Der ID-Ansatz bleibt in den Grenzen der Naturwissenschaft, da nur die Leistungsfähigkeit natürlicher Mechanismen untersucht wird.

Die zielorientierte Tätigkeit kann nur mittelbar anhand von Wirkungen und Spuren erkannt werden. Es kann daher beim Design-Ansatz nicht darum gehen, einen Designer naturgesetzlich „dingfest“ zu machen und den Schöpfungsvorgang zu rekonstruieren. Im Rahmen des Design-Ansatzes werden vielmehr folgende Fragen gestellt:

1. Woran können Spuren des Wirkens eines Urhebers erkannt werden?

2. Werden diese Spuren tatsächlich gefunden und wie plausibel und wie sicher ist ihre Interpretation als Designer-Spuren?

Zur Erläuterung ziehen wir einen Vergleich mit der Untersuchung eines Faustkeils. Wenn die Form eines Faustkeils ausschließlich durch Naturvorgänge wie Erosion erklärbar wäre, wäre die Annahme eines Urhebers, der willentlich den Faustkeil geformt hat, überflüssig. Wenn ein Urheber aber den Faustkeil geformt hat, kann seine Bearbeitung auf der Ebene des Objekts nicht beschrieben werden. Wir sehen am Objekt keine Werkzeuge, die es bearbeitet haben, und keine Zielsetzungen, die dahinter standen. Auch der Vorgang der Bearbeitung des Objekts ist nicht beobachtbar. Um die Tätigkeit eines Urhebers plausibel zu machen, können wir aber zweierlei machen:

1. Wir beobachten die Wirkung natürlicher Vorgänge wie Erosion lernen dadurch, welche Grenzen solchen Prozessen höchstwahrscheinlich gesetzt sind. Finden sich an einem Objekt Kennzeichen, die nicht-teleologisch nach allem gegenwärtigen Wissen nicht entstehen, haben wir ein starkes *Verdachtsmoment* dafür, dass andere Ursachen oder ein Urheber entscheidend gewirkt haben.
2. Wir stellen ein Modell auf. Dazu stellen wir selbst einen Faustkeil her und verstehen dadurch, dass und wie ein solcher Gegenstand durch zielorientierte Aktion entstehen kann. Da zielorientiert gearbeitet wird, handelt es sich natürlich nicht um ein Modell für natürliche Prozesse. Vielmehr dient das Nachmachen zur weiteren Klärung, wo die Grenzen natürlicher und das Potential kreativer Kräfte liegen.

Ein weiteres Beispiel sind diese 2 Bilder. Beide zeigen eine Ansammlung von Steinen, die durch Natürliche Vorgänge entstanden sein könnten. Bei dem rechten Bild (Stonehenge) nimmt man aufgrund der Anordnung der Steine jedoch an, dass sie von Menschen bewusst so angeordnet wurden hier angeführten Steine



Nicht alle Befürworter des Design-Ansatzes lehnen Evolution ab. Viele glauben auch nicht an eine Schöpfung, wie sie in der Bibel beschrieben wird. Gemeinsam sind ihnen aber eine zielorientierte Weltansicht und damit die Auffassung, dass natürliche Faktoren alleine den Formenwandel nicht erklären können.

Beispielhaft sollen folgende Wissenschaftler genannt werden, die die Intelligent Design Theorie vertreten:

Dr. Michael J. Behe ist Dr. der Biochemie und Professor der Biologischen Wissenschaften an der Lehigh University in Pennsylvania. Behe's gegenwärtige Forschungen umfassen Beschreibungen von Design sowie natürliche Selektion in Proteinstrukturen. Neben über 35 Artikeln, die in biochemischen Fachzeitschriften veröffentlicht wurden, schreibt er auch Leitartikel für die New York Times, die Boston Review sowie American Spectator. In Behe's Buch Darwin's Black Box geht es um von ihm so genannte "irreduzierbare komplexe" biochemische Systeme. Darwin's Black Box wurde vor kurzem von National Review und World als eines der wichtigsten Bücher des 20. Jahr

Dr. Dean H. Kenyon ist emeritierter Professor der Biologie an der San Francisco State University. Er war mitwirkender Autor der Veröffentlichungen der bekannten Lebens-Ursprungs Forscher Alexander Iwanowitsch Oparin und Sidney Fox. Er ist außerdem Mitverfasser von Biochemical Predestination, eines der zwei meistverkauften Fachbücher über chemische Evolution. Kenyon erhielt einen "Bachelor of Science" in Physik von der University of Chicago, sowie einen Dokortitel in Biophysik von der Stanford University. Er war promovierter wissenschaftlicher Mitarbeiter des National Science Foundation an der University of California in Berkeley, sowie wissenschaftlicher Mitarbeiter am NASA A Research Center.

Professor Siegfried Scherer Von 1983 bis 1988 Arbeitsgruppenleiter am Lehrstuhl für Physiologie und Biochemie der Pflanzen an der Universität Konstanz, 1990 Technische Universität München. 1991 Direktor des Instituts für Mikrobiologie 2002 Ordinariat an der Veterinärmedizinischen Universität Wien, 2003 Lehrstuhl für Mikrobielle Ökologie am Department für Grundlagen der Biowissenschaften des Wissenschaftszentrums der TU München. 2003 Geschäftsführender Direktor des Zentralinstituts für Ernährungs- und Lebensmittelforschung (ZIEL) der TU München 2005 Preis der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ sowie den „Gute-Lehre-Preis“ der Studienfakultät für Biowissenschaften.

Jed Macosko ist Doktor der Chemie Er wurde mit der Admiral Rickover-Ehrenmedaille in Washington D.C. und dem Merck-Preis für wissenschaftliche Höchstleistungen des M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology noch vor dem ersten akademischen Grad ausgezeichnet. Macosko studierte den komplexen Aufbau molekularer Maschinen mit Hilfe der Rasterkraftmikroskopie. Er erarbeitete außerdem ein wissenschaftliches Seminar mit dem Titel: Life By Chance of by Design? und veröffentlichte zahlreiche Artikel in Fachzeitschriften wie Biochemie und Molekularbiologie..

Nach Ansicht der Wissenschaftsgemeinde ist Intelligent Design keine Wissenschaft. **Die U.S. National Academy of Sciences** führt aus, dass "Kreationismus, Intelligent Design sowie ähnliche Ansichten, die einen übernatürlichen Eingriff bei der Entstehung des Lebens oder der Arten behaupten, keine Wissenschaft sind, weil sie mit den Methoden der Wissenschaft nicht überprüft werden können."

Die U.S. National Science Teachers Association und die American Association for the Advancement of Science haben Intelligent Design als Pseudowissenschaft bewertet. Dieser Bewertung haben sich Teile der Wissenschaftsgemeinde ausdrücklich angeschlossen.

Es wird zudem der Vorwurf erhoben, diese Denkrichtung blockiere die Wissenschaft, weil bei offenen Fragen einfach auf den Designer verwiesen werde, anstatt weiter zu forschen. Damit werde Wissenschaft verhindert.

„Intelligent Design ist eine faule Ausrede für noch nicht gemachte Experimente“ (**Christiane Nüsslein-Vollhard**).

„Intelligent Design ist keine wissenschaftliche Theorie. Sie speist sich aus Denkfaulheit und Arroganz“ (**Steve Jones**)

Der Europarat der EU geht in einer Empfehlung an die Mitgliedsstaaten vom 4.10.2007 noch weiter. Er führt aus: „Wer das durch die Naturwissenschaft gewonnene Wissen ignoriert und die Gewinnung zukünftigen Wissens blockiert ist eine Gefahr für den Fortschritt und eine Bedrohung für unsere Gesellschaft. Wir warnen daher eindringlich Kreationismus und Intelligent Design in den Schulen zu lehren“.

Meines Erachtens muss Intelligenz in der Wissenschaft einen Platz haben. Alles was der Mensch geschaffen hat, ist Intelligent Design. Auch im Bereich der Biologie gibt es Intelligent Design (s. Zuchtwahl, Kreuzungen bei Tieren, Embryonen-, und Stammzellenforschung)

Problematisch wird es nur, wenn die Intelligenz übernatürlicher Natur ist, wie dies beim Kreationismus der Fall ist.

Da intelligent Design jedoch keine Angaben zum Designer und seiner „Arbeit“ macht kann man ID nicht grundsätzlich die Wissenschaftlichkeit absprechen.

Sie werden jetzt sicherlich sagen, wer soll denn dieser Designer gewesen sein. Eine **überraschende Hypothese** stellte der schon vielfach zitierten **Richard Dawkins** in einem Interview mit Ben Stein (Quelle DVD „expelled“) auf. Er erklärte, es sei durchaus möglich, dass intelligente Geschöpfe aus anderen Welten für das Leben auf der Erde verantwortlich sein könnten.

Nachdem die ID Bewegung in den USA versucht hatte, ID im Biologie-Unterricht als gleichwertige Theorie zur Evolutionstheorie einzuführen, urteilte ein **US-amerikanisches Bundesgericht im Jahre 2005**, nach Anhörung von hochkarätigen Vertretern der Evolutionstheorie und des Intelligent Designs, **dass Intelligent Design keine Wissenschaft und im Wesentlichen religiöser Natur sei.** Das Gericht führte aus, ID verletzte die jahrhundertealten Grundregeln der Naturwissenschaften, indem es übernatürliche Ursachen zulässt und sich auf diese zur Erklärung beruft. Das Design-Argument sei zudem nicht falsifizierbar.

Dann stellt es jedoch auch fest, dass die Evolutionstheorie alles andere als eine Tatsache ist: „Daraus, dass es unbestritten für viele Aspekte der Evolution noch keine wissenschaftlichen Erklärungen gebe, würde auf einen intelligenten Grund geschlossen. Argumente gegen Evolution sind aber keine Argumente für ID (argumentum ad ignorantiam). Die Unwahrscheinlichkeit eines gegebenen Szenarios kann nicht notwendigerweise als Anzeichen dafür interpretiert werden, dass dieses Szenario nicht durch Zufall zustande gekommen sei“.

Indizien für Design können z. B. die „**nichtreduzierbare Komplexität**“ oder „spielerische Komplexität“) und ihr Nachweis in der Natur sein. Wenn solche Indizien tatsächlich nachgewiesen werden können, ist eine plausible Interpretation der Daten unter der Voraussetzung eines Designers gelungen. Pläne und Zielsetzungen kann man zwar nicht direkt nachweisen, aber an Indizien erkennen, z. B. an zielgerichteten Abläufen und zweckmäßigen Konstruktionen. Der Gedanke an **Planung und Zielorientierung in der Natur** drängt sich dem Betrachter auf. Entsprechend gibt es in der Biologie eine besondere Sprache. So ist von Strategien, Erfindungen, Problemlösungen, Neuprogrammierung oder Flickschusterei und vielem mehr die Rede. Alle diese Begriffe machen nur Sinn, wenn ein Akteur angenommen wird, und passen nicht zu bloßen Naturkräften und Gesetzmäßigkeiten, obwohl behauptet wird, diese Begriffe seien nur metaphorisch gemeint. .

Nichtreduzierbare komplexe Apparate entstehen durch Einsatz von Intelligenz

Aussage: Der Bakterienmotor ist nichtreduzierbar komplex, Der Bakterienmotor ist möglicherweise durch Einsatz von Intelligenz entstanden (*Fall*). Dieser abduktiv Schluss kann auf zwei Weisen geschwächt werden: zum einen durch den Nachweis, dass der Bakterienmotor ohne Verlust der *Motorfunktion* in kleinen Schritten abgebaut werden kann, denn dann wäre er nicht nichtreduzierbar komplex. Zum anderen durch den Nachweis, dass nichtreduzierbar komplexe Apparate auch *ohne* Einsatz von Intelligenz entstehen können; dann würde die obige Regel nicht stimmen

Als weiteres Design-Indiz wird das Vorkommen von Konstruktionsmerkmalen von Lebewesen angeführt, die ausgefallener erscheinen, als die Funktion der Struktur erwarten lässt. Man könnte hier von „Luxusstrukturen“ oder von „**spielerischer Komplexität**“ sprechen. Als Beispiel sei die Blüte des Frauenschuhs genannt, die mittels einer Kesselfalle blütenbesuchende Insekten vorübergehend einsperrt, um auf diesem Wege die Bestäubung zu ermöglichen. Bekanntlich erfüllen viel einfacher gebaute Blüten diesen Zweck genauso gut; weshalb gibt es also so überaus komplizierte Einrichtungen? Sind solche Konstruktionen komplizierter, als es für die zu erfüllende Funktion notwendig ist? Wenn ja, warum ist das so?

Luxus kann sich ein Schöpfer erlauben, es ist ein typisches Kennzeichen von Planung, daher als „Design-Indiz“ interpretierbar. Ein Designer ist nicht daran gebunden, funktional möglichst effektive Strukturen zu schaffen; Funktionalität ist nicht das einzige Bewertungskriterium für die Güte seines Produkts. Dagegen können für das Auftreten funktional überflüssiger Strukturen kaum Selektionsdrücke plausibel gemacht werden.

Ein weiteres Design-Indiz könnten Fähigkeiten von Lebewesen sein, die durch aktuelle Selektionsbedingungen und durch Selektionsbedingungen ihrer mutmaßlichen Vorfahren nicht erklärt werden können, jedoch durch potentielle zukünftige Auslesefaktoren. Das können z. B. **Programme und Mechanismen sein, die angelegte Fähigkeiten bei Bedarf zur Entfaltung bringen** (vor allem ausgelöst durch Umweltreize): **potentielle Komplexität**. Damit kommt ein *Zukunftsaspekt* ins Spiel, wenn *potentiell* nützliche Fähigkeiten angelegt sein sollten. Solche Befunde widersprächen allen Ansätzen, die davon ausgehen, dass ein Lebewesen nur sein unmittelbares Überleben sichern muss bzw. kann, nicht aber das zukünftige.

Rein naturwissenschaftliche Erklärungsmodelle können nur streng gegenwartsorientiert sein, da sie eben keine vorausschauende Instanz kennen. Auslese auf zukünftige Bedürfnisse ist unmöglich – oder bildhaft ausgedrückt: Rucksäcke mit geeignetem Inhalt werden nur gepackt, wenn man in der Lage ist, ein Ziel zu verfolgen. Wenn also plausibel gemacht werden kann, dass die Lebewesen zu mehr potentiell fähig sind, als zu dem, was sie aktuell brauchen und früher brauchten, ist das ein starkes Argument für Planung. Denn die Existenz von Variationsprogrammen, die erst für zukünftige Erfordernisse relevant sein könnten, ist evolutionär nicht zu erwarten, da die Evolutionsmechanismen nicht zukunftsorientiert sind.

Für den Nachweis einer potentiellen Komplexität und damit für die Prüfung des damit verbundenen Design-Arguments sind aufwändige Untersuchungen notwendig. Der Design-Ansatz braucht zu seiner Bewährung Forschung.

Die Deutung solcher Kennzeichen als „Design-Indizien“ erhalte jedoch Konkurrenz, wenn für diese ein plausibler natürlicher Ursprung nachgewiesen werden könnte. Die entscheidende Frage ist daher, ob die als Design-Indizien interpretierten Merkmale der Lebewesen auch durch natürliche Evolutions-

prozesse entstehen können. Dann wäre der Schluss auf Design als Schluss auf die beste Erklärung nicht mehr möglich-

Naturwissenschaft befasst sich vorrangig mit „Wie-funktioniert“ und nicht so sehr mit den „Wozu“ und „Woher“-Fragen. Diese Fragen sind ihrem Wesen nach jedoch historische, keine naturwissenschaftlichen Fragen

Ist die Evolutionstheorie eine wissenschaftliche Theorie?

Diese Frage mag viele verstören. War doch die Evolutionstheorie zu meiner Gymnasialzeit (1971-1980) die Königsdisziplin im Leistungskurs Biologie der Oberstufe. Und dass die Biologie zu den Naturwissenschaften gehört wird niemand bestreiten.

Trotzdem gibt es Menschen (ich gehöre nicht dazu), die die Evolutionstheorie nicht zu den Naturwissenschaften sondern zu den Geschichtswissenschaften zählen. Wie man zu einem solchen, sie werden sicherlich sagen absurden, Standpunkt kommen kann, möchte ich erläutern.

Wie entsteht eine naturwissenschaftliche Theorie?

Am Anfang einer wissenschaftlichen Theorie steht in der Regel eine **Beobachtung**. Aufgrund dieser Beobachtung entsteht eine Idee. Man sucht dann eine Erklärung wie diese Beobachtung mit anderen Beobachtungen ursächlich zusammenhängen könnte und versucht die Beobachtungen zu erklären, indem man eine **Hypothese** bildet

Dann prüft man, ob die aufgestellte Hypothese mit den allgemein anerkannten Naturgesetzen oder Grundannahmen (Axiome, Postulate) in Einklang steht. Ist dies nicht der Fall ist sie zu verwerfen. Ist dies der Fall versucht man sie durch weitere Beobachtungen oder durch **Experimente zu bestätigen oder zu widerlegen (Falsifizierbarkeit)**. Hat sich die Richtigkeit der Hypothese bestätigt, hält man Ausschau nach anderen wissenschaftlichen Feststellungen und Hypothesen und prüft, ob sie mit der eigenen Hypothese in Einklang zu bringen sind. Schließlich verfestigt sich eine Vielzahl von Hypothesen zu einer Theorie. Theorien sind jedoch keine Fakten. Es gibt in der Wissenschaft niemals den alle Zweifel ausräumenden allgemeingültigen Beweis. Wissenschaftler wissen, dass ihre Beschreibungen allenfalls gute Näherungen der Realität sind und dass es immer etwas geben wird, das sie nicht wissen. Daher kann die Interpretation und Deutung der vorliegenden Daten bei verschiedenen Personen auch unterschiedlich ausfallen. Die Aussagekraft und Wertigkeit einer Theorie ist abhängig von der Menge der gesammelten Daten und der Zahl der Naturbeobachtungen, sowie der Anzahl der zur Verifizierung durchgeführten Experimente.

Bedeutende evolutionäre Entwicklungen (Makroevolution) vollziehen sich meist in sehr langen Zeiträumen (z.T. mehrere Millionen Jahren). **Die Evolutionstheorie kann sich daher weder auf direkte Beobachtungen, noch auf Experimente (Falsifizierbarkeit) stützen.** Sie ist daher auf die Interpretation der gefundenen Fossilien, auf Erkenntnisse der Genetik und auf Computersimulationen angewiesen. **Makroevolution weist daher im Vergleich zu anderen naturwissenschaftlichen Theorien große systematische Schwächen auf. Für die Vertreter der o.a. These sind diese so bedeutend, dass sie die Evolutionstheorie nicht für eine naturwissenschaftliche Theorie halten.**

Historische Entwicklung der Evolutionstheorie

Bis Mitte des 17. Jahrhunderts gab es eigentlich, auch in der Wissenschaft, keine ernsthaften Zweifel, dass Gott diese Welt mit allen Lebewesen, wie im 1. Buch Mose Kapitel 1 beschrieben, erschaffen hat. Dann wurde die Schöpfung in Teilbereichen von verschiedenen Wissenschaftlern in Frage gestellt. Der französische Naturforscher und Philosoph **Jean Baptiste de Lamarck** war **1809** der erste, der in der Natur evolutionäre Abläufe zu erkennen glaubte. Er sah eine Entwicklung von kleinen einfachen

Lebewesen hin zu komplexen und nahezu vollkommenen Pflanzen und Tieren und schließlich zum Menschen.

Um diese evolutionären Vorgänge zu erklären, benutzte Lamarck folgende vier Prinzipien:

1. Existenz eines in jedem Organismus vorhandenen Drangs zur Vollkommenheit
2. Fähigkeit sich der Umwelt anzupassen
3. häufiges Auftreten spontaner Schöpfungen
4. Erbllichkeit erworbener Eigenschaften

Lamarcks „Drang zur Perfektion“ und das Auftreten von Spontanschöpfungen stellten sich jedoch als unhaltbar heraus

Der Engländer **Charles Robert Darwin (1809 – 1882)** war der erste, der in seinem Buch „Die Entstehung der Arten“ ein kompaktes Modell zur Entstehung der Lebewesen, einschließlich des Menschen, vorbrachte. Diese Entwicklungsgeschichte nennt man Evolutionstheorie. Das Buch war bereits am ersten Tag seines Erscheinens vergriffen.

Kurz nacheinander erschienen weitere sechs Auflagen dieses Buches. Den Rest seines Lebens verbrachte Darwin damit, verschiedene Details aus dem Buch zu verbessern und Beispiele dafür zu finden.

Darwin wurde am 12. Februar 1809 als fünftes Kind einer reichen englischen Familie geboren. Nachdem Darwin 1825 die Shrewsbury School abgeschlossen hatte, studierte er auf Wunsch seines Vaters in Edinburgh Medizin. 1827 brach er das Medizinstudium ab und ging nach Cambridge, um dort Theologie zu studieren. Hier machte er Bekanntschaft mit dem Geologen Adam Sedgwick und dem Cambridger Botanikprofessor John Stevens Henslow, die sein Interesse an biologischen und geologischen Problemen förderten. Nach dem Abschluss seines Theologiestudiums (1831) konnte Darwin auf Empfehlung Henslows als unbezahlter Naturwissenschaftler an einer fünfjährigen Expedition an Bord des königlichen Forschungs- und Vermessungsschiffs Beagle teilnehmen. Vor allem der Aufenthalt auf den Galapagos-Inseln vor der Küste Ecuadors führte ihn zum Studium über die Entstehung von Arten.

Dort beobachtete er, dass es auf jeder Insel eine eigene Art von Schildkröten, Spottdrosseln und Darwinfinken gab; diese waren zwar eng verwandt, unterschieden sich jedoch von Insel zu Insel in ihrem Körperbau und ihren Nahrungsspezialisierungen. Diese beiden Beobachtungen führten Darwin zu der Frage, ob verschiedene, einander ähnliche Arten aus einer gemeinsamen Stammform hervorgegangen sein könnten.

Nach seiner Heimkehr (1836) notierte Darwin seine Gedanken zur Veränderlichkeit und Entstehung der Arten in seinen „Notebooks on the Transmutation of Species“. Neben den eigenen Beobachtungen boten die Lektüre von Lyells „Prinzipien der Geologie“ und die Veröffentlichungen des britischen Wirtschaftswissenschaftlers Thomas Robert Malthus wichtige Anregungen für seine Werke. Malthus vertrat die Theorie, dass die Größe der Bevölkerung durch die Menge an verfügbaren Nahrungsmitteln begrenzt und bestimmt wird. 1838 hatte Darwin ein erstes Manuskript zur Evolutionstheorie und natürlichen Selektion in Umrissen ausgearbeitet. Im Lauf der nächsten zwanzig Jahre arbeitete er dieses Manuskript weiter aus.

1858 trug Darwin eine erste Fassung seiner Evolutionstheorie vor. Dies geschah gleichzeitig mit dem jungen Naturforscher Alfred Russel Wallace, der ähnliche Gedanken zur natürlichen Selektion unabhängig von Darwin entwickelte. Die erste Veröffentlichung seines Buches „On the Origin of Species by Means of Natural Selection“ (Über die Entstehung der Arten im Tier- und Pflanzenreich durch natürliche Züchtung) erschien 1859.

Darwins Theorie der Evolution durch natürliche Selektion besagt im Wesentlichen, dass die Individuen einer Population alle verschieden voneinander sind. Von diesen sind bestimmte Individuen an die herrschenden Umweltbedingungen besser angepasst als andere und haben damit größere Überlebens- und Fortpflanzungswahrscheinlichkeiten. Die genetische Beschaffenheit dieser besser angepassten Individuen wird durch Vererbung an folgende Generationen weitergegeben. Dieser schrittweise (graduelle) und kontinuierliche Prozess bewirkt die Evolution der Arten.

Darwin ging davon aus, dass die heute lebenden Arten nicht zu einem bestimmten Zeitpunkt gemeinsam geschaffen wurden, sondern während eines langen Zeitraums durch eine Vielzahl geringfügiger

günstiger Veränderungen durch Selektion, d.h. natürliche Auswahl gebildet wurden. Er deutete die abgestuften Ähnlichkeiten zwischen den Organismen als Beleg für eine gemeinsame Abstammung und dass diese Evolution in kleinen Schritten ablief und dass keine Sprünge auftraten. Für Darwin waren Mutation (Veränderungen des Organismus durch äußere Einflüsse) und Selektion (Auswahl) der Hauptmechanismus, der eine Evolution, wie er sie sich vorstellte, ermöglichte.

Die klassische Standardmodell Darwins wird heute in dieser Form von nahezu keinem Wissenschaftler mehr vertreten.

In den letzten 150 Jahren wurden vielfältige, zum Teil widersprüchliche evolutionstheoretische Modellierungen oder historische Rekonstruktionen in die wissenschaftliche Diskussion eingebracht. Eine Vielzahl von Hypothesen, die z:T- als gut belegt galten mussten verworfen werden.

Beispielsweise gab es jahrzehntlang folgende **Hypothese über die Entstehung von Vierbeinern aus Fischen**: Die Vorfahren der Vierbeiner waren einem ökologischen Stress durch Austrocknen der Tümpel, in denen sie lebten, ausgesetzt. Diejenigen Fische, die in der Lage waren, mit etwas veränderten Flossen zum nächsten Tümpel zu kriechen, konnten überleben. Unter diesem Auslesedruck sollen sich die Landextremitäten gebildet haben. Damit war eine der nötigen Voraussetzungen für die Eroberung des Festlandes gegeben. Wie konnte eine solche Hypothese geprüft werden? Offenkundig enthielt sie viele spekulative Elemente und war nur sehr schwammig formuliert. Dennoch konnte man aus ihr die Vorhersage ableiten, dass Extremitäten mit Fingern nur bei mindestens teilweise landlebenden Wirbeltieren vorkommen würden. So hat man das in der Paläontologie (Fossilforschung) auch lange gesehen. Später wurden dann aber Wirbeltiere entdeckt, die eine typische Vierbeiner-Extremität (mit Fingern) besaßen, aus deren sonstigem Körperbau aber ein ausschließliches Wasserleben gefolgert werden musste. Daher musste nach evolutionstheoretischer Deutung die Vierbeiner-Extremität bereits im Wasser entstanden sein. Und damit war das oben geschilderte Szenario der Eroberung des Landes unplausibel, wenn nicht sogar widerlegt.

Ich bin bei meinen Recherchen auf 12 unterschiedliche Ansätze einer Evolutionstheorie gestoßen, auf die ich im Einzelnen aus Zeitgründen nicht eingehen kann. Es sind dies:

1. Klassischer Darwinismus (Darwin)
2. Neodarwinismus (August Weismann, Alfred Russel Wallace) Korrekturen und Ergänzungen des klassischen Darwinismus, z.B. keine Vererbung erworbener Eigenschaften)
3. Alt-Darwinismus (z. B. bei Haeckel: Einheit von Lamarckismus, Orthogenese und Selektion),
4. Neolamarckismus (z. B. Abel und Lyssenko: Vererbung erworbener Eigenschaften),
5. Idealistische Morphologie (z. B. Naef, Lubosch, Remane, Konzept des Typus als gemeinsamer Urform, Priorität der empirisch-strukturalistischen Studien vor genealogischen Theorien),
6. Saltationismus (Hopeful-Monster-Theorie), (Schindewolf, Goldschmidt)
7. Orthogenese (z. B. Nägeli, Berg,)
8. Frankfurter Evolutionstheorie (Gutmann)
- 9 Mutationismus (z. B. Gould 2002 mit dem „punctuated equilibrium“,
10. Biosphärentheorien und Evolutionstheorien auf globaler Ebene (z.B. Vernadskys Biosphärentheorie), Evolution ohne gemeinsame Abstammung von einer Urform),
11. Synthetische Evolutionstheorie (Mayr, Dobzhansky)
11. Erweiterte Synthetische Evolutionstheorie (Dawkins, Kutschera)
12. EvoDevo (Gerd B Müller, Sean B Carroll)

Der US-amerikanische Paläontologe und **Evolutionsbiologe Nils Eldrige** stellte hierzu fest: „Gelegentlich hat es den Anschein, als gäbe es über jedes evolutionäre Thema genauso viele Ansichten, wie es Biologen gibt.“

Entstehung von lebenden Organismen aus unbelebter Materie

Was ist Leben?

Die Definition von Leben ist bereits ein Problem. Das Lexikon der Biologie (1999 Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg) schreibt hierzu: Für die Frage, was ist Leben gibt es weder eine

einfache noch eine einheitliche Antwort. Was Leben ist, wird kontrovers diskutiert. Häufig wird versucht, Leben durch Aufzählung verschiedener Lebensäußerungen von Organismen, wie Stoff- und Energieaufnahme aus der Umwelt, Stoffwechsel, Fortpflanzung, Wachstum, Beweglichkeit oder Reizbarkeit zu definieren. Viele materielle und funktionelle Gegebenheiten müssen in Kombination vorliegen, damit die Voraussetzung für „Leben“ gegeben ist.

Typischerweise treten die oben angeführten Eigenschaften nicht isoliert in einzelnen Organismen auf, sondern viele dieser Lebensäußerungen sind in Organismen eng miteinander verflochten. Dies spiegelt sich auch im komplexen Aufbau selbst einfachster Lebewesen wieder. Viele materielle und funktionelle Gegebenheiten müssen in Kombination vorliegen, damit die Voraussetzung für „Leben“ gegeben ist. So kennen wir Lebewesen nur in Verbindung mit bestimmten materiellen Komponenten wie Proteine und DNS, wissen aber auch, dass z.B. das Makromolekül DNS seine Funktion nur in der hochstrukturierten Komplexität einer Zelle entfalten kann. Ohne eine verbindliche Definition des Phänomens „Leben“, können von einer wissenschaftliche Beschäftigung mit dessen Entstehung keine fruchtbaren Einsichten erwartet werden. Wenn das Phänomen „Leben“ nicht klar definierbar ist, stehen wir in einem Dilemma: **Wie sollen wir den Ursprung von etwas erklären, das wir gar nicht genau erfassen können?**

Es muss also eine übergeordnete Struktur - eine „Ganzheit“ vorausgesetzt werden. Nur in diesem übergeordneten Ganzen entfalten die Moleküle des Lebens ihre Wirkung.

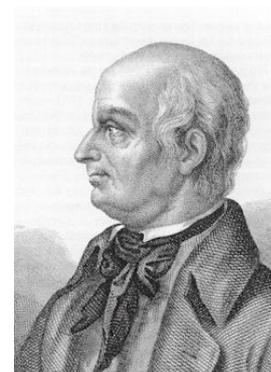
Ein Ausflug in die Geschichte

Schon der antike Naturphilosoph und einer der sieben Weisen, Thales von Milet, war der Auffassung, dass Wasser Stoff und Urgrund aller Dinge sei. Alles bestehe aus Wasser und dieses sei auch selbst belebt. Aus dem Wasser entspringe alles und fließe wieder dorthin zurück. (Long A.A. (Hrsg.), Handbuch frühe griechische Philosophie: Von Thales bis zu den Sophisten, Metzler, Stuttgart (2001), S.4) Seine Überlegungen gewinnen im Hinblick auf die heutige Erforschung der Lebensentstehung wieder an Aktualität und könnten als Vorahnung der „Ursuppen-Hypothese“ gelten. Aus der Beobachtung, dass feuchtes Material häufig und sehr rasch von Organismen besiedelt wird, zog **Aristoteles** (384-322 v. Chr.) den Schluss, dass Lebewesen aus unbelebter Materie entstehen. Von **Jan van Helmont** (1577-1644) ist sogar eine Rezeptur überliefert, wie man Mäuse aus feuchtem Getreide und schmutzigen Lappen in bedeckten Krügen experimentell erzeugen kann.

Im 18. Jahrhundert stritten der Schotte **Needham** und der Italiener **Spallanzoni** erbittert über die spontane Entstehung von Mikroben in abgekochter Fleischbrühe; sie hatten in Experimenten unterschiedliche Resultate erzielt. Die sich daran anschließenden Auseinandersetzungen hatten bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts einen solchen Umfang erreicht, dass die französische Akademie der Wissenschaft einen Preis für denjenigen aussetzte, der die Frage der spontanen Lebensentstehung durch exakte Experimente überzeugend beantworten würde.

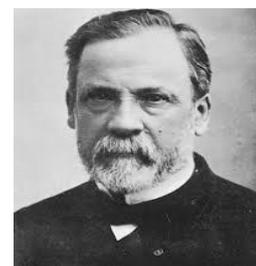


Needham



Spallanzoni

Diesen Preis gewann **Louis Pasteur**, indem er durch eine Reihe brillanter Experimente zeigte, dass Lebewesen (Mikroorganismen) nicht spontan entstehen. Er konnte in seiner 1862 veröffentlichten Arbeit (drei Jahre nach Erscheinen von Darwins *Origin of species*) auch die Fehlerquellen und Missverständnisse seiner Vorgänger und Kontrahenten vernünftig erklären. *omne vivum ex vivo*. **Wir kennen Lebewesen nur als Nachkommen vorher vorhandener Organismen.** Pasteur fasste das Ergebnis seiner jahrelangen Arbeiten und Untersuchungen mit den folgenden Worten zusammen: **"Die Behauptung, dass Leben aus unbelebter Materie**



entstehen kann, gehört unwiderruflich der Geschichte an."

Wenig bekannt ist, dass sich auch **Charles Darwin** zur Frage der Entstehung des Lebens geäußert hat. 1863 schreibt er: „Es ist einfach Unsinn, gegenwärtig an den Ursprung des Lebens zu denken; man könnte ebenso gut an den Ursprung der Materie denken" (Zitat von Charles Darwin aus Wikipedia unter dem Stichwort „origin of life“)

Aber wenn wir in irgendeinem kleinen warmen Tümpel, bei Gegenwart aller Arten von Ammoniak, phosphorsauren Salzen, Licht, Wärme, Elektrizität usw. wahrnehmen könnten, dass sich eine Proteinverbindung chemisch bildete, bereit, noch kompliziertere Verwandlungen einzugehen, so würde heutigen Tages eine solche Substanz augenblicklich verschlungen oder absorbiert werden, *was vor der Bildung lebender Geschöpfe nicht der Fall gewesen sein dürfte*". Darwin deutet hier eine Hoffnung an, die ähnlich bei heutigen Forschern anzutreffen ist: In Zeiten, als es noch kein Leben gab, könnte der Satz *Omne vivum ex vivo* - Leben entsteht nur aus Leben - nicht zutreffend gewesen sein. Darwin ist sich aber offenbar bewusst, dass er sich auf hochgradig spekulativem Terrain befindet.

Die Frage, wie Lebewesen entstanden sind, ist für die Evolutionstheorie von existentieller Bedeutung. Wenn z.B. bewiesen würde, dass die zufällige Bildung von Proteinen unmöglich ist, sind damit alle anderen Behauptungen bezüglich des weiteren Fortschreitens der Evolution bedeutungslos, da die „Wurzel „ des „Evolutionsbaumes“ nicht mehr vorhanden ist. .

Versuche des Nachweiseses, dass Zellbestandteile spontan entstehen können.

Die „einfachsten“ Lebewesen, die wir kennen sind Einzeller. So besteht in der Wissenschaft auch Übereinstimmung darüber, dass das erste Lebewesen ein Einzeller war.

Versuche einzellige Lebewesen aus unbelebter Materie unter Laborbedingungen zu erzeugen wurden bisher nicht unternommen, denn man erkannte sehr schnell, dass auch ein Einzeller viel zu komplex aufgebaut ist.

Hinweise

Die Mitochondrien, die Kraftwerke der Zelle, sind so leistungsfähig, dass sie sogar den großen Energielieferanten Sonne in den Schatten stellen. Die Mitochondrien geben pro Gramm und Sekunde mehr Energie ab, als unsere Sonne. Die Speicherkapazität einer Zelle ist riesig. 1 g Festplatte eines PC kann ca. 15 Gigabyte speichern. 1 g des DNA Stranges Kann 500 Milliarden Gigabyte an Informationen speichern!!

Einen Ausweg bietet die **Reduktion**, ein in der Wissenschaft häufig begangener Weg, bei dem ein Problem, dessen Lösung zu kompliziert ist, vereinfacht wird.

Man ging daher in der Reduktion einen Schritt weiter und versuchte zumindest die Entstehung zumindest der Bauteile einer Zelle (Eiweiße Zucker. RNA). im Labor nachzuweisen.

Dieses Vorgehen, die Vereinfachung von der Zelle zu deren molekularen Strukturen, verursacht jedoch eine gravierende qualitative Veränderung des Untersuchungsgegenstands: Das Phänomen, nach dessen Entstehung wir fragen, geht verloren. Leben, das auf der Ebene der Zellen, auch der ganz einfachen noch beobachtbar und beschreibbar ist, verschwindet bei deren Auflösung in die molekularen Bestandteile.

Wenn wir jedoch auf der molekularen Ebene die Beantwortung der Frage nach der Entstehung des Lebens ansetzen, dann fragen wir nicht mehr nach der Entstehung des Lebens, sondern nur noch nach minimalen materiellen Voraussetzungen, die gegeben sein müssen, damit Leben, so wie es uns vertraut ist, überhaupt möglich ist.

Man muss hierzu sagen. Selbst wenn die (ungeplante, zufällige) Entstehung der molekularen Bestandteile einer Zelle plausibel gemacht werden könnte, wäre die Frage nach der Entstehung des Lebens damit noch lange nicht beantwortet. Das wäre so, wenn es gelänge aus Eisenerz reines Eisen zu gewinnen und dies als Nachweis anführen würde, dass ein Ottomotor von selbst entstehen kann.

Weiterhin ist zu sagen. Wenn die zufällige und spontane Entstehung der molekularen Bestandteile einer Zelle nicht experimentell nachgewiesen werden kann, ist die Wahrscheinlichkeit der spontanen Entstehung einer Zelle quasi gleich null

In unserer Phantasie können wir uns natürlich verschiedene Szenarien der Entstehung des Lebens ausmalen, aber wirklich wissen können wir das nicht. Es handelt sich um einen Fragetyp, wie er in den Geschichtswissenschaften bearbeitet wird. Man kann nach Indizien suchen, damit Argumentationslinien konzipieren und diese auf Plausibilität prüfen. Experimentellen Untersuchungen ist die Frage nach der erstmaligen Entstehung des Lebens grundsätzlich nicht direkt zugänglich.

Ungeachtet der bis heute unwidersprochenen Aussage Pasteurs sind die Bemühungen, „Leben“ auf Lebloses, auf „Nicht-Leben“ zurückzuführen, nicht aufgegeben worden - im Gegenteil: es wurden seit dem **20. Jahrhundert große theoretische und experimentelle Anstrengungen mit dem Ziel unternommen, die spontane Entstehung des Lebens auf natürliche Weise zu erklären.** Vielfach wird argumentiert, dass auf der Erde früher andere Bedingungen geherrscht hätten, die eine Entstehung des Lebens möglich erscheinen lassen.

Um es vorwegzunehmen: Alle Versuche sind bisher gescheitert

Der sowjetische Biochemiker A.I. Oparin (1894-1980) gilt als Begründer der naturwissenschaftlichen Erforschung der Entstehung des Lebens auf der Erde. 1924 veröffentlichte er eine Arbeit, worin er unter Berücksichtigung des damaligen Kenntnisstandes der Chemie, Biochemie und Biologie detailliert über die Entstehung des Lebens spekulierte. Diese Publikation gilt als der Anfang der modernen naturwissenschaftlichen Auseinandersetzung mit diesem Problem.

Oparin benützt vor allem die Erkenntnisse von **Graham** (1861) über die Eigenschaften von Kolloiden (Lösungen großer Moleküle mit leimartigen Eigenschaften) als Ausgangspunkt für seine Spekulation über die Lebensentstehung, indem er das Zellplasma damit vergleicht. Er meint, aus der Fähigkeit von Kolloiden, Stoffe an der Oberfläche zu binden (Adsorption), Hinweise für den Anfang von Stoffwechsel finden zu können.

Seinen programmatischen Artikel beschließt Oparin mit einem für dieses Forschungsfeld bisher zwar nicht eingelöst, aber nach wie vor kaum gebrochenen **Optimismus: „Die Arbeit ist bereits weit fortgeschritten und sehr bald werden die letzten Barrieren zwischen lebendig und tot fallen unter dem Angriff geduldiger Arbeit und mächtiger wissenschaftlicher Gedanken.“**

In seinem 1938 erschienen Buch „**Origin of Life**“ äußert er sich jedoch **wesentlich pessimistischer:** „Für diejenigen, die diese Struktur der Proteine genau untersuchen, ist das selbständige Zusammenkommen dieser Stoffe genauso unwahrscheinlich wie die Möglichkeit, dass es aus Buchstaben, die beliebig in die Gegend ausgestreut wurden, das Gedicht „Aeneid“ des römischen Dichters Virgil entstand.“ Er führt weiter aus: **„Die Evolutionstheorie steht ihrer größten Krise gegenüber, wenn es dazu kommt, den Ursprung des Lebens zu erklären.** Grund dafür ist, dass die organischen Moleküle so komplex sind, dass ihre Bildung unmöglich als zufällig entstanden erklärt werden kann, **und es daher eine offensichtliche Unmöglichkeit ist, dass die Zelle sich zufällig gebildet hat.** Daher bleibt die Entstehung der Zelle weiterhin eine unbeantwortete Frage, die in der Tat **der dunkelste Punkt in der ganzen Evolutionstheorie ist.“**

Für den Biologen und Genetiker **J.B.S. Haldane (1892-1964)** sind Bakteriophagen (Bakterien auflösende Viren) der Ausgangspunkt für seine Spekulationen über die Lebensentstehung. In seiner Veröffentlichung von 1929, die er nach eigenem Bekunden unabhängig von Oparin publizierte, bewertet er die Homochiralität (gleiche Rechts-Links Ausrichtung, Händigkeit) von Molekülen als ein Indiz für die Abstammung aller Lebewesen von einer einzigen zufällig entstandenen ersten Zelle. **Haldane hält allerdings fest, dass die Idee einer spontanen Lebensentstehung solange Spekulation bleibe, „bis die ersten Lebewesen in biochemischen Laboratorien synthetisiert worden sind.“** Er führt diesen Gedanken so zu Ende: „Aber solche Spekulationen sind nicht unnützlich, weil sie experimentell bestätigt oder widerlegt werden können.“

Das Miller Experiment

Evolutionistische Wissenschaftler und Forscher unternahmen Laborversuche, die jedoch kein großes Interesse erregten. Die, die größte Anerkennung findende Studie über den Ursprung des Lebens ist ein Versuch, der unter dem Namen **Miller Experimente** in die Annalen einging, und der von dem amerikanischen Forscher **Stanley Miller (1930-2007)** im Jahr 1953 durchgeführt wurde. Sie gelten als erste Bestätigung einer präbiotischen Evolutionstheorie und werden als solche in vielen Schulbüchern dargestellt

Grundlage für Millers Versuche waren umfassende Untersuchungen **Harold Ureys (1893-1981)**, Millers Lehrer an der Universität von Chicago, über die ursprüngliche Zusammensetzung der frühen Erdatmosphäre. Er vermutete aufgrund der Häufigkeit von Wasserstoff im Weltall eine Zusammensetzung der Uratmosphäre aus Methan, Ammoniak, Stickstoff, Wasser und Wasserstoff. Aufgrund des geringen bzw. fehlenden Sauerstoffgehalts bezeichnet man ein solches Gasgemisch als reduzierend. (Urey H. *On the early chemical history of the earth and the origin of life*, Proc Natl Acad Sci (1952); 38: 351-3639

Dieser von Urey formulierte Zustand einer reduzierenden Uratmosphäre entspricht den Voraussetzungen, unter denen eine präbiotische Entstehung von Aminosäuren, Stickstoffbasen und Zuckern theoretisch möglich ist.

Miller war 1953 Doktorand in Ureys Labor und ahmte in einer von ihm entworfenen Versuchsanordnung den Zustand der frühen Erde im Labor nach. (Miller, A production of amino acids under possible primitive earth conditions, Science (1953); 117: 528-529). Millers Ziel war es, einen experimentellen Nachweis zu erbringen, der zeigen würde, dass Aminosäuren, die Grundbausteine der Proteine, "durch Zufall" auf der unbelebten Erde vor Billionen Jahren zustande gekommen waren.

Da diese Gase der „Uratmosphäre“ unter natürlichen Bedingungen nicht miteinander reagierten, führte er dem Milieu Energie zu, um eine Reaktion zu stimulieren. In der Annahme, dass diese Energie von meteorologischen elektrischen Entladungen in der primordialen Atmosphäre herrühren könnte, verwendete er zur Bereitstellung derselben eine künstliche elektrische Entladungsquelle.

Miller setzte das Gasgemisch eine Woche lang einer konstanten Erhitzung von 1000°C unter zusätzlicher Zuführung eines elektrischen Stroms aus. Nach Ablauf der Woche analysierte Miller die chemischen Substanzen, die sich am Boden des Testkolbens niedergeschlagen hatten und stellte fest, dass sich drei der 20 Aminosäuren, welche die Grundbausteine der Proteine darstellen, synthetisiert hatten. (Miller., *A production of amino acids under possible primitive earth conditions*, Science (1953); 117: 528)

Unter den Reaktionsprodukten, die sich gebildet hatten, konnte Miller nach entsprechender Aufarbeitung auch einige Aminosäuren nachweisen, die in Lebewesen vorkommen. Der von Miller ausgearbeitete Simulationsversuch ist vielfach wiederholt worden und fast alle in der Natur vorkommenden Aminosäuren konnten auf diese Weise synthetisiert werden. In einzelnen Versuchsansätzen bildeten sich aber von den zwanzig proteinogenen Aminosäuren stets nur höchstens dreizehn, daneben lag ein Überschuss von Substanzen vor, die in der belebten Natur nicht im Zusammenhang mit der Proteinsynthese stehen. Auch ergab die Analyse der Reaktionsprodukte einen Überschuss an mono- und polyfunktionellen Molekülen, welche für die Verkettung der einzelnen Aminosäuren zu Proteinen einen beträchtlichen Störfaktor darstellen.

Dieses Experiment löste große Euphorie unter den Evolutionisten aus und wurde als einer der größten Erfolge gefeiert. In trunkenem Eifer überschrieben verschiedene Herausgeber ihre Publikationen mit Schlagzeilen wie "Miller erschafft Leben".

Die Versuche von Stanley Miller könnten als erster Schritt zur Bildung lebenswichtiger Moleküle gewertet werden. Jedoch führt dieser Schritt offenkundig in eine Sackgasse Denn Millers Experiment hat sich mittlerweile in vielen Gesichtspunkten als fehlerhaft erwiesen.

1. Unter Verwendung eines Mechanismus, der als "**Kühlfalle**" bekannt ist isolierte Miller die Aminosäuren aus ihrer Umgebung, sobald sie sich gebildet hatten. Hätte er dies nicht getan, wären die Moleküle in den Milieubedingungen unter denen sich die Aminosäuren gebildet hatten sofort wieder zerstört worden.

Tatsächlich gelang es Miller in vorhergehenden Versuchen nicht, unter Verwendung der gleichen Materialien, jedoch ohne den Kühlfallen-Mechanismus, eine einzige Aminosäure herzustellen.

Zweifelloso war solch ein bewusster Trennungsmechanismus in den vorzeitlichen Umweltbedingungen nicht vorhanden.

Der Chemiker **Richard Bliss** erläutert diesen Widerspruch folgendermaßen: "Ohne diese Kühlfälle wären die chemischen Verbindungen in der Tat durch die elektrische Spannung zerstört worden." (Richard B. Bliss: „Ursprung des Lebens“)

2. Die primordialen atmosphärischen Umweltbedingungen (Uratmosphäre), die Miller in seinem Experiment zu simulieren versuchte waren unrealistisch.

Anhaltspunkte zur Uratmosphäre gewinnt man, in dem man:

- Gesteine untersucht, die noch vor der Zeit der (hypothetischen) Entstehung erster Lebewesen entstanden sind, in der Hoffnung, daraus Rückschlüsse auf die damalige Zusammensetzung der Uratmosphäre ziehen zu können.

- die Verteilung und Häufigkeit der chemischen Elemente im Weltall untersucht. Sie könnten auch Anhaltspunkte dafür liefern, welche chemischen Verbindungen am Anfang in der Uratmosphäre zur Verfügung standen.

Aus jüngsten Studien geht hervor, dass die Erde zu jener Zeit sehr heiß war und sich aus einer Nickel- und Eisenschmelze zusammensetzte. Daher dürfte die chemische Atmosphäre zu jener Zeit hauptsächlich aus Stickstoff (N₂), Kohlendioxyd (CO₂) und Wasserdampf (H₂O) bestanden haben. Diese jedoch sind weniger geeignet zur Herstellung organischer Moleküle als Methan und Ammoniak.

Warum hatte Miller auf diese Gase bestanden? Die Antwort ist sehr einfach: Ohne Ammonium wäre es nicht möglich gewesen eine Aminosäure zu synthetisieren.

Diese Situation macht Millers Experiment, das den Sauerstoff total außer Acht gelassen hatte, vollkommen bedeutungslos. Falls Sauerstoff in dem Versuch eingesetzt worden wäre, wäre das Methan in Kohlendioxyd und Wasser aufgesplittet worden, und das Ammoniak in Stickstoff und Wasser. Wäre demgegenüber kein Sauerstoff vorhanden gewesen, hätte es auch keine Ozonschicht geben können, und die Aminosäuren wären daher ohne Schutz einer sehr intensiven UV Ausstrahlung ausgesetzt gewesen, die sie sofort zerstört hätte. In anderen Worten, mit oder ohne die Gegenwart von Sauerstoff in der vorzeitlichen Welt, das Ergebnis wären in jedem Fall destruktive Umweltbedingungen für die Aminosäuren gewesen.

Miller selbst zuckte ratlos seine Achseln vor diesem Rätsel. "Das ist das Problem", seufzt er in Frustration. "Wie kann man Polymere machen? Das ist nicht so einfach."¹

Wie ersichtlich hat Miller heute selbst akzeptiert, dass sein Experiment, in Hinsicht auf eine Erklärung für den Ursprung des Lebens, zu keinen Schlüssen führen kann.

Miller gestand ein, dass das atmosphärische Milieu das er in seinem Versuch verwendet hatte, nicht realistisch gewesen sei.

3. In allen Versuchsansätzen entsteht zugleich mit den erwünschten Aminosäuren eine Vielzahl weiterer Stoffe, welche die nächsten erforderlichen Schritte stark behindern oder gar unmöglich machen.

Wären die Aminosäuren nicht isoliert, sondern mit diesen Chemikalien im gleichen Milieu gelassen worden, so wäre ihre Zerstörung oder Umwandlung in andere Verbindungen durch chemische Reaktionen unvermeidbar gewesen. (Vollmert B., Die Entstehung der Lebewesen in naturwissenschaftlicher Sicht. Darwins Lehre im Lichte der makromolekularen Chemie, Schriftenreihe der Gustav-Siewerth-Akademie Bd. , Weilheim-Bierbrunn 1995)

Außerdem bildete sich am Ende des Experiments eine beträchtliche Anzahl von rechtsdrehenden Aminosäuren. Das Vorhandensein dieser Aminosäuren widerlegt die Theorie innerhalb ihrer eigenen Beweisführung, denn rechtsdrehende Aminosäuren gehören dem Typ von Aminosäuren an, die im Aufbau der Proteine unbrauchbar sind. Es kann daher gefolgert werden, dass die Umstände unter welchen sich Aminosäuren in Millers Experiment gebildet hatten ungeeignet für jegliches Leben waren. In Wirklichkeit nahm das Medium die Form einer säurehaltigen Mischung an, die jegliche brauchbaren Moleküle zerstörte die sich gebildet haben mögen.

4. Ein weiterer wichtiger Punkt, der Millers Experiment ungültig macht ist, dass **zu dem Zeitpunkt als die Aminosäuren sich angeblich gebildet haben sollen, nach neueren Erkenntnissen genügend atmosphärischer Sauerstoff vorhanden war um sie alle zu zerstören.**

Eine reduzierende Atmosphäre wäre für die Bildung lebenswichtiger Moleküle förderlich, doch gibt es Hinweise darauf, dass die Uratmosphäre eher oxidierend gewesen sein könnte.

5. Wenn Aminosäuren sich aneinanderreihen um Proteine zu bilden, gehen sie dabei eine spezielle Verbindung ein, die "Peptidbindung" benannt wird. Im Verlauf der Formung dieser Peptidbindung wird ein Wassermolekül freigesetzt. Diese Tatsache widerlegt die evolutionistische Erklärung, dass das primordiale Leben seinen Ursprung im Wasser gehabt habe, denn entsprechend des "Le Châtelier Prinzips" der Chemie, kann eine wasserfreisetzende Reaktion (Kondensationsreaktion) nicht in einem hydraten Milieu stattfinden. Die Verwirklichung dieser Art von Reaktion in einer wässrigen Umgebung "hat unter allen chemischen Reaktionen die geringste Wahrscheinlichkeit aufzutreten".

Daher sind die Meere, von denen behauptet wird, dass sie der Geburtsort des Lebens und die Urquelle der Aminosäuren seien, mit Bestimmtheit keine geeignete Umgebung für die Aminosäuren um Proteine zu bilden. Andererseits wäre es nicht denkbar, dass das Leben seinen Ursprung am Festland nahm, denn die einzige Umgebung in der die Aminosäuren von der UV Ausstrahlung geschützt sein konnten, waren die Ozeane. Am Festland wären sie von den UV Strahlen zerstört worden, und das Le Châtelier Prinzip widerlegt die Behauptung, dass das Leben sich im Meer bildete. Dies ist ein weiteres Dilemma, mit dem die Evolution konfrontiert ist.

Die amerikanischen Wissenschaftler J.P. Ferris und C.T. Chen wiederholten Stanley Millers Experiment in einem atmosphärischen Milieu, das Kohlendioxyd, Wasserstoff, Stickstoff und Wasserdampf enthielt, und waren nicht in der Lage auch nur ein einziges Aminosäure-Molekül zu gewinnen.

Der Polymerchemiker **Prof. Dr. Bruno Vollmert** (1920-2002) hat sich in seinem Artikel „Die Entstehung der Lebewesen in naturwissenschaftlicher Sicht. Darwins Lehre im Lichte der makromolekularen Chemie (Schriftenreihe der Gustav-Siewerth-Akademie, Bd. 5 1999) kritisch mit den Millerschen Experimenten auseinandergesetzt. Die technische Synthese von Makromolekülen ist heute nur unter streng kontrollierten Laborbedingungen möglich, was eine spontane Entstehung unter „Ursuppenbedingungen“ sehr fraglich erscheinen lässt. Eine lebende Zelle ist in der Lage, nicht nur die für die Synthese der Protein- und DNA-Makromoleküle notwendigen Ausgangsstoffe, die Aminosäuren und die Nukleosid-Triphosphate, herzustellen, sondern auch die Makromoleküle selbst. Möglich wird dies, weil sie hierfür äußerst komplizierte Vorrichtungen und Mechanismen besitzt. Enzyme und andere Proteine erhalten, kopieren und werten die genetische Information aus. „In den Urozeanen der frühen Erde gab es das alles zunächst noch nicht: weder lebende Zellen noch ihre Makromoleküle und folglich auch keine Enzyme, die in der Zelle die Polykondensation, d. h. die Kettenbildung aus den kleinen Aminosäure- bzw. Nukleotid-Molekülen, ermöglichten.“(S. 29) Wie wurde damals der erste Wachstumsschritt, die erste Bildung eines langen Kettenmoleküls bewerkstelligt, das auch noch fähig war, sich selbst sequenzgetreu zu reproduzieren und diese Reaktion zu katalysieren? Wie soll die Selbstmontage der vielen Einzelbausteine in einem für diesen Vorgang so ungeeigneten Medium vonstatten gegangen sein? Eine Vielzahl unbeantworteter Fragen. Vor allem zwei Gründe bewogen Vollmert, an einer Selbstentstehung von Makromolekülen aus den präbiotisch gebildeten Monomeren zu zweifeln:

1. das Medium enthielt einen großen Überschuss an kettenabbrechenden Molekülen und
2. die Kettenmoleküle waren dem Angriff von Wasser bzw. einer wässrigen Ammoniumformiatlösung schutzlos ausgesetzt.“(S. 30)

Sowohl die Synthese von Aminosäure- als auch von Nukleinsäureketten wird durch den Überschuss an kettenabbrechenden Substanzen in der Ursuppe extrem erschwert, wenn nicht unmöglich gemacht(S. 37) Hinzu kommt, dass sowohl die Kondensation zweier Aminosäuren zu einem Dipeptid wie auch die Reaktion von Nukleosid und Phosphorsäure bei der DNA- bzw. RNA-Synthese unter Wasserabspaltung verlaufen. Nun ist das irdische Leben ohne Wasser gar nicht vorstellbar. Dies bedeutet, dass die gerade gebildeten Polymere im wässrigen Medium der Ursuppe ständig der Gefahr der Hydrolyse, also der Zersetzung, ausgesetzt waren. Gentechniker, die DNA-Moleküle im Labor herstellen, arbeiten deshalb bei ihren Synthesen in wasserfreien Lösungsmitteln. Vollmert kommt zur nüchternen Schlussfolgerung, „dass in einem sich selbst überlassenen wässrigen Medium nach Art einer Ursuppe langkettige Makromoleküle wie DNA und Proteine nicht spontan (von selbst) entstehen.“(S. 39)

Die Synthese von Makromolekülen aber ist über viele Jahrzehnte hin in vielen Forschungslaboratorien der Chemischen Großindustrie und der Universitäten experimentell und theoretisch sorgfältig untersucht worden und wird zur Produktion von Polymerwerkstoffen und synthetischen Fasern im größten Maßstab eingesetzt, so dass man mit Sicherheit beurteilen kann, unter welchen Bedingungen Synthesen von Makromolekülen nach Art der DNA und der Proteine von selbst, d.h. ohne menschliches Eingreifen, möglich sind und unter welchen nicht (S. 13).

Heutzutage wird dem Thema des Millerschen Experiments selbst unter evolutionistischen Wissenschaftlern keinerlei Bedeutung mehr beigemessen. In der Februar Ausgabe 1998 des bekannten **Wissenschaftsmagazins Earth** erschien die folgende Aussage in einem Artikel unter der Überschrift "Der Schmelztiegel des Lebens" Geologen sind nun der Ansicht, dass die primordiale Atmosphäre hauptsächlich aus Kohlendioxid- und Stickstoffgasen bestand, welche weniger reaktionsfreundlich sind, als die in dem Experiment im Jahr 1953 verwendeten Gase.

Die Tatsache, dass das Miller-Experiment in Schulbüchern immer noch seinen Platz hat, zeigt eine gewisse Ratlosigkeit der Evolutionsbiologen.

Sidney W. Fox war einer der bekanntesten unter den „Lebensforschern“ schlug in **Abänderung des Miller-Experiments** vor, dass die ersten Aminosäuren sogleich nach ihrer Bildung im vorzeitlichen Ozean auf irgend eine Weise zu Klippen in der Nähe eines Vulkans gelangt sein. Das Wasser, das in dem, die Aminosäuren enthaltenden Gemisch an den Klippen vorhanden war, verdampfte, als die Temperatur über den Siedepunkt anstieg. Auf diese Weise könnten sich die "getrockneten" Aminosäuren miteinander verbunden haben um Proteine zu bilden.

Diesem "komplizierten" Ausweg folgten jedoch nur sehr wenige Biologen. Die meisten hielten die nicht für möglich, da Aminosäuren solch hohen Temperaturen widerstehen können. Die Forschung hat bestätigt, dass Aminosäuren bei hohen Temperaturen sofort zerfallen.

In seinem Experiment stellte Fox eine Substanz her, die als "Proteinoid" bekannt ist. Proteinoiden sind spontan zusammengesetzte Aminosäurekombinationen. Ungleich der Proteine lebender Organismen waren jene unbrauchbaren und nicht funktionellen Chemikalien. Fox jedoch gab nicht so leicht auf. Er erzielte eine Kombination von gereinigten Aminosäuren im Laboratorium "unter sehr speziellen Bedingungen", wobei er sie in einer trockenen Umgebung erhitzte. Obwohl sich die Aminosäuren verbunden entstanden dennoch keine Proteine. Was er tatsächlich erreichte, waren ungeordnete Schlaufen von Aminosäuren, die sich aufs Geratewohl aneinandergelagert hatten, und diese Schlaufen waren weit entfernt von einer Ähnlichkeit mit irgendeinem lebenden Protein. Außerdem hätten sich diese Schlaufen auch aufgelöst, falls Fox die Aminosäuren unter beständiger Temperatur gehalten hätte. Ein weiterer Punkt, der das Experiment ungültig machte war, dass Fox nicht die nutzlosen Endprodukte verwendete, die aus Millers Experiment hervorgegangen waren, sondern reine Aminosäuren von lebenden Organismen, wohingegen dieses Experiment als eine Fortsetzung des Millerschen gedacht war, und dementsprechend von den Resultaten des letzteren hätte ausgehen sollen. Weder Fox noch irgendein anderer Forscher verwendeten jemals die unbrauchbaren Aminosäuren die von Miller hergestellt worden waren.

Das Problem des Ursprungs der Proteine blieb weiterhin bestehen. In einem Bericht in der bekannten wissenschaftlichen Zeitschrift der 70er Jahre, **Chemical Engineering News**, wurde das Foxsche Experiment folgendermaßen erwähnt:

Sidney Fox und den anderen Forschern gelang es die Aminosäuren in Form von "Proteinoiden" zu vereinen, unter Anwendung sehr spezieller Heiztechniken und unter Bedingungen die tatsächlich in den urzeitlichen Phasen der Erde durchaus nicht gegeben waren. Sie sind ferner den sehr regelmäßigen Proteinen die in Lebewesen vorhanden sind in keiner Weise ähnlich. Sie sind nichts anderes als unbrauchbare irreguläre Ketten. Es wurde auch erwähnt, dass, selbst wenn sich solche Moleküle in den frühen Entwicklungsstufen gebildet hätten, diese mit Sicherheit zerstört worden wären.

Die Bausteine des Lebens, und die Wahrscheinlichkeit ihrer spontanen Entstehung

Proteine

Damit ein Protein durch Zufall gebildet werden kann, müssen drei Grundvoraussetzungen gleichzeitig erfüllt sein.

1. Alle Aminosäuren in der Proteinkette müssen in der richtigen Reihenfolge angeordnet sein.
2. Alle Aminosäuren in der Kette müssen linksdrehend sein, da alle Proteine in Pflanzen und Tieren, vom einfachsten Organismus bis hin zum kompliziertesten aus linksdrehenden Aminosäuren zusammengesetzt sind. (Es gibt zwei Arten von Aminosäuren, die als "linksdrehend" und "rechtsdrehend" bezeichnet werden. Der Unterschied zwischen ihnen liegt in der Spiegelsymmetrie ihrer räumlichen Strukturen). Falls auch nur eine rechtsdrehende Aminosäure an der Struktur eines Proteins ansitzt wird das Protein nutzlos.
3. Alle Aminosäuren müssen durch "Peptidbindung" chemisch aneinander gebunden sein. Aminosäuren können verschiedene chemische Bindungen miteinander eingehen, doch um ein brauchbares Protein zu bilden, müssen alle Aminosäuren in der Kette durch eine spezielle chemische Bindung, die als "Peptidbindung" bekannt ist, aneinander gebunden sein. Die Wahrscheinlichkeit, dass sich die Aminosäuren durch andere chemische Bindungen als Peptidbindungen aneinander ketten wurde auf 50 % berechnet

Die Wahrscheinlichkeit der Zufallsbildung eines Proteins ist gleich dem Produkt der Realisierungswahrscheinlichkeiten jeder dieser Bedingungen.

Als Beispiel diene ein durchschnittliches, **aus 500 Aminosäuren bestehendes Molekül:**

1. **Die Wahrscheinlichkeit, dass alle Aminosäuren in der richtigen Reihenfolge angeordnet sind.** Es gibt 20 Typen von Aminosäuren, die in der Bildung von Proteinen in Frage kommen. Dementsprechend ist die Wahrscheinlichkeit in der richtigen Reihenfolge angeordnet zu sein für jede einzelne dieser Aminosäuren 1:20. Die Wahrscheinlichkeit, dass alle Aminosäuren in der richtigen Reihenfolge angeordnet sind **1:10 hoch 650**
2. **Die Wahrscheinlichkeit, dass alle Aminosäuren linksdrehend sind** ist für jede einzelne der Aminosäuren 1:2. Die Wahrscheinlichkeit, dass alle Aminosäuren linksdrehend sind, ist **1:10 hoch 150**
3. **Die Wahrscheinlichkeit, dass die Aminosäuren durch "Peptidbindung" verbunden** sind beträgt für jede Aminosäure = 1:2. Die Wahrscheinlichkeit, dass alle 500 Aminosäuren Peptid gebunden sind ist **1:10 hoch 150**

Die **Gesamtwahrscheinlichkeit**, dass die 500 Aminosäuren, aus denen ein durchschnittliches Proteinmolekül besteht, in der richtigen Anzahl und Reihenfolge aneinandergesetzt sind, zusätzlich der Wahrscheinlichkeit, dass all die enthaltenen Aminosäuren ausschließlich linksdrehend und durch Peptidbindungen verbunden sind ist $10 \text{ hoch } 650 \times 10 \text{ hoch } 150 \times 10 \text{ hoch } 150 = 10 \text{ hoch } 950$

Die Mathematik bezeichnet Wahrscheinlichkeiten von über 10 hoch 40 als Nullwahrscheinlichkeiten, oder anders gesagt, die Wahrscheinlichkeit, dass ein Proteinmolekül von selbst entsteht ist gleich Null!!!

Robert Shapiro, ein Chemieprofessor an der New Yorker Universität und ein DNS Experte, berechnete die Wahrscheinlichkeit einer zufälligen Bildung aller 2000 Typen von Protein, die in einem einzigen Bakterium vorhanden sind (Eine menschliche Zelle enthält 200000 verschiedene Proteintypen.) Das Ergebnis war 1:10 hoch 40000. (Robert Shapiro, *Origins: A Skeptic's Guide to the Creation of Life on Earth*. 1986)

Daran ändert auch die Tatsache nichts, dass die Natur für die Bildung der Proteine viel Zeit (2 Milliarden Jahre) hatte

William Stokes, ein amerikanischer Geologe gesteht diese Tatsache in seinem Buch *Essentials of Earth History* [Grundsätze der Erdgeschichte] ein, in dem er schrieb, dass die Chancen so gering seien,

"dass es (Protein) währen Milliarden Jahren auf Milliarden von Planeten nicht vorgekommen würde, selbst wenn sie alle mit einer konzentrierten wässerigen Lösung der notwendigen Aminosäuren bedeckt wären".

Harold F. Blum, ein berühmter evolutionistischer Wissenschaftler erklärt, dass "die spontane Bildung eines Polypeptids von der Größe des kleinsten bekannten Proteins erscheint jenseits aller Wahrscheinlichkeit". (H. Blum, *Time's Arrow and Evolution*, 158 (3d ed. 1968), cited in W. R. Bird, *The Origin of Species Revisited*, Thomas Nelson Co., Nashville, 1991, S. 304)

Wenn die zufällige Bildung selbst nur eines dieser Proteine unmöglich ist, ist es noch unwahrscheinlicher, dass eine Million dieser Proteine sich durch Zufall zusammenschließen um eine vollkommene lebende Zelle zu formen. Darüber hinaus ist eine Zelle zu keinem Zeitpunkt lediglich aus einer Anhäufung von Proteinen zusammengesetzt. Außer den Proteinen enthält eine Zelle auch Nukleinsäuren, Kohlehydrate, Lipide, Vitamine und viele andere Chemische Substanzen, wie Elektrolyte, angeordnet in spezifischer Proportion, Harmonie und Design, sowohl in Bezug auf Struktur, als auch Funktion. Jedes dieser Bestandteile fungiert als ein Baustein oder Neben-Molekül in verschiedenen Organellen.

Synthese von Zucker

Bereits 1861 gelang dem russischen Chemiker Alexander Butlerow die Synthese von Zuckern ausgehend von Formaldehyd. (Butlerow A- Formation of synthetique d' u substance sucree 1861, S. 145 – 147) Später wurde dieser Syntheseweg weiter untersucht, und man stellte fest, dass es sich um einen autokatalytischen Reaktionszyklus handelte, der durch geringe Verunreinigungen des Formaldehyds ausgelöst wurde und als erstes Reaktionsprodukt Glykolaldehyd hervorbrachte. Wäre es möglich, die Butlerow-Reaktion auf die Synthese von Ribose zu lenken, könnte sie ein idealer Weg zur Zuckerkomponente der Nukleotide sein. Jedoch wurden bisher auf diesem Reaktionsweg nur Zuckergemische hergestellt, und Ribosen waren stets nur in verschwindend geringen Mengen nachzuweisen. (Decker P. et al., Identification of formose sugars, presumably prebiotic metabolites, using capillary gas chromatography/gas chromatography-mass spectrometry of n-butoxime trifluoroacetates on OV-225, *J Chromatog* (1982); 244: 281-291)

Wenig später konnte aber gezeigt werden, dass Blei-Kationen die Synthese von Aldopentosen katalysieren, was zu Spekulationen führte, dass Ribosen doch unter präbiotischen Bedingungen entstehen könnten. Zubay G., *Studies on the lead-catalyzed synthesis of aldopentoses*, *Orig Life Evol Bioph* (1998); 28: 13-26

Genauere experimentelle Untersuchungen offenbaren jedoch enorm **große Schwierigkeiten, auf diesem Wege zu weiter verwertbaren Zuckermolekülen zu gelangen.** Das hat folgende Gründe:

- Formaldehyd ist sehr reaktiv und verbindet sich rasch mit Stickstoffverbindungen, gerade auch mit solchen, welchen bei der Synthese der Stickstoffbasen (s. u.) große Bedeutung zugemessen wird.
- Formaldehyd wird in den publizierten Simulationsexperimenten in Konzentrationen und in einer Reinheit eingesetzt, deren Auftreten unter präbiotischen Bedingungen bisher nicht plausibel gemacht werden konnte.
- Die Formose-Reaktion liefert ein heterogenes (=uneinheitliches) Produktgemisch, in welchem Ribose-Zucker nur in sehr niedriger Konzentration vorkommt. Bis heute liegt keine Idee vor, wie unter präbiotischen Bedingungen Ribose gezielt isoliert werden könnte. Selbst im Labor, wo alle zur Verfügung stehenden Trennmethode eingesetzt werden können, ist das ein aufwändiges Unterfangen.
-

Kinetische Untersuchungen über den zeitlichen Verlauf der Reaktion) zeigen, dass in der Formose-Reaktion diejenige Gruppe von Zuckern, denen die Ribose zugeordnet wird (Aldopentosen), zwar zu

Beginn der Reaktion entsteht, aber schon nach kurzer Reaktionszeit wieder zerfällt. **Bisher fehlt also eine selektive Synthese für Ribose unter Ursuppenbedingungen.**

Neben den offenen Fragen hinsichtlich der präbiotischen Synthese der Zucker bereitet auch noch deren **geringe chemische Stabilität Schwierigkeiten**. Die Halbwertszeit (Zeit, in der die Hälfte des Materials umgewandelt wird) für Ribose beträgt unter günstigen Bedingungen 44 Jahre. Diese Lebensdauer ist gemessen an langen geologischen Zeiten sehr kurz, d.h. sie steht unter präbiotischen Bedingungen nach Synthese und Isolierung für weitere chemische Reaktionen praktisch nicht zur Verfügung. **In dieser Situation sind postulierte lange Zeiten kontraproduktiv.** Manche Forscher ziehen daraus die Schlussfolgerung, dass Ribose und andere Zucker nicht Bestandteil des ersten genetischen Materials gewesen sein können.

Aufbau von Stickstoffbasen (Nuklein Basen)

In der DNA treten die vier Basen: Adenin (A), Guanin (G), Cytosin (C) und Thymin (T) auf, sie werden daher auch **DNA-Basen** genannt. In RNA findet man Uracil (U) anstatt Thymin. Bei der Synthese dieser **Stickstoffbasen** treten **erhebliche Schwierigkeiten auf**.

Die vermeintlich geringsten Probleme ergab die **Adenin-Synthese**. Durch die Addition von HCN-Moleküle möglich (HCN = Cyanwasserstoff, Blausäure) konnte Adenin in sehr geringer Ausbeute hergestellt werden.

Schon Anfang der sechziger Jahre konnten John Oro und Mitarbeiter geringe Mengen von Adenin aus Ammoniumcyanid gewinnen. (Oro J., Mechanism of synthesis of adenine from hydrogen cyanide under possible primitive earth conditions, Nature (1961); 191: 1193-1194) Dabei findet zunächst eine Polymerisation von HCN zu einem HCN-Tetramer statt, das in anschließenden Reaktionsschritten zur Bildung von Adenin führen kann. Jedoch finden diese Reaktionen stets unter optimalen Laborbedingungen statt, also in Gegenwart hoher Konzentrationen von Ausgangsstoffen wie HCN und Ammonium, die kaum unter präbiotischen Bedingungen in einem hypothetischen Urmeer vorhanden gewesen sein können. Dies veranlasste Wissenschaftler nach anderen möglichen Herkunftswegen für Adenin zu suchen. Miyakawa ging davon aus, dass Purine in der frühen Erdatmosphäre unabhängig von Cyanwasserstoff gebildet wurden (Miyakawa S. et al., Abiotic synthesis of guanine with high-temperature plasma, Orig Life Evol Bioph (2000); 30: 557-566)

Noch kühner spekulieren Christopher Chyba und Carl Sagan, dass Purine gar an anderen Orten unseres Sonnensystems entstanden und durch Meteoriten auf die Erde gebracht wurden (Chyba C., Sagan C., Endogenous production, exogenous delivery and impact-shock synthesis of organic molecules: an inventory for the origins of life, Nature (1992); 355: 125-132)

Kritisch steht Robert Shapiro, einer der führenden Ursprungsforscher, diesen Überlegungen gegenüber. Gerade weil Adenin eine wichtige Funktion bei der Replikation aller bekannten Lebewesen hat, liegt es nahe, dass Adenin ein Bestandteil des Replikationssystems am Ursprung des Lebens war. Doch die chemischen Eigenschaften von Adenin sprechen gegen eine derartige Rolle:

- 1) Adenin kann nur in Gegenwart hoher HCN-Konzentration gebildet werden, die nicht auf der frühen Erde vorausgesetzt werden kann.
- 2) Die gebildeten Mengen sind vermutlich so gering, dass sie durch Hydrolyse schnell wieder in die Ausgangsstoffe zerfallen würden.
- 3) Die mögliche Interaktion mit Uracil über nur zwei Wasserstoffbrückenbindungen wären zu schwach, um unter den chaotischen präbiotischen Bedingungen als spezifisches Erkennungsschemata wirken zu können.

Es sind dies drei gewichtige Gründe, welche Shapiro die attraktive Möglichkeit verwerfen lassen, dass Adenin eine Komponente des ersten replikativen Systems gewesen sein könnte (Shapiro R., The prebiotic role of adenine: A critical analysis, Orig Life Evol Bioph (1995); 25: 83-98)

Ebenso skeptisch ist er hinsichtlich einer möglichen präbiotischen Synthese von Pyrimidinen (Shapiro R., Prebiotic cytosine synthesis: A critical analysis and implications for the origin of life, Proc Natl

Acad Sci (1999); 96: 4396-4401) Sie seien weder in Meteoriten zu finden, noch bei Experimenten mit elektrischen Entladungen (nach Art Millers) aufgetreten. Die chemische Synthese bereitet so große Schwierigkeiten, dass Shapiro auch Cytosin als möglichen Bestandteil eines frühen Replikatormoleküls für sehr unwahrscheinlich hält. Er fügt hier sogar ein Zitat aus Jacques Monods bekanntem Buch „Zufall und Notwendigkeit“ an, in dem die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten des Lebens auf unserer Erde praktisch als Null angesehen wird und somit dem großen Los in einer Lotterie gleicht (vgl. ebd., S.4400)

Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass derzeit keine überzeugenden Modelle für Synthesewege von Nukleotiden unter plausiblen präbiotischen Bedingungen zur Verfügung stehen. Einige wenige Reaktionsschritte können wohl nachgeahmt werden, jedoch immer unter Verwendung reiner Ausgangssubstanzen und nicht selten mit sehr geringen Produktausbeuten. Auch führt jede präbiotische Synthese von Nukleotiden unweigerlich zu einem Razemat, d.h. zu einem Produktgemisch, in dem auch das biologisch inaktive D-Enantiomer auftreten muss. Überlegungen zu einer außerirdischen Herkunft der Grundbausteine der Nukleinsäuren werden zwar diskutiert, können aber nichts zur Lösung des eigentlichen Problems beitragen.

Für Adenin wird die Lebensdauer unter möglichst schonenden Bedingungen in der Größenordnung von hundert Jahren angegeben. Diese Zeit, ist zu gering um für weiterführende Reaktionen zur Verfügung stehen zu können. Wenn Adenin unter Ursuppenbedingungen synthetisiert ist, wird es durch weitere Umsetzungen in andere Produkte umgewandelt und steht damit für die Bildung von Nukleinsäuren nicht zur Verfügung.

Für **Guanin** wird eine unrealistisch hohe HCN-Konzentration benötigt, um wenigstens eine Zwischenverbindung mit einer Ausbeute von weniger als 0,1% zu erhalten. Die Anwesenheit von Formaldehyd, dem für die Synthese der gleichzeitig benötigten Zucker (s. o.) eine zentrale Bedeutung zugeschrieben wird, verhindert die erwünschte Reaktion von HCN, weil dieses durch Reaktion mit Formaldehyd abgefangen wird und somit nicht mehr zur Verfügung steht.

Für die Synthese von **Cytosin** und **Uracil** wurden Reaktionen mit hohen Harnstoff-Konzentrationen vorgeschlagen. Die hohen Konzentrationen stellen erhöhte Ansprüche an die präbiotischen Modelle und erfordern viel Zeit (periodisch trockenfallende Lagunen). In dieser Zeit werden die anderen Komponenten jedoch schon wieder zerstört.

Nukleinsäuren

Die Arbeit zweier Wissenschaftler, **James Watson und Francis Crick**, an der DNS leitete im Jahr 1955 eine neue Ära für die Biologie ein. Viele Wissenschaftler wandten sich der Wissenschaft der Genetik zu. Heutzutage, nach jahrelanger Forschung ist die Struktur der DNS aufgeschlüsselt.

Die Nukleinsäuren (DNS und RNS) sind kettenförmige Moleküle und aus drei unterschiedlichen Bausteintypen aufgebaut: Zucker, Phosphorsäure und Stickstoffbase (Stickstoffheterozyklus). Die Zucker (**Ribose** bzw. **Desoxyribose**) sind über eine Phosphodiesterbrücke verknüpft.

Ein Fehler in der Nukleotiden-Folge, in welcher ein Gen aufgebaut ist, würde dieses Gen unbrauchbar machen. Wenn man in Betracht zieht, dass es 200000 Gene im menschlichen Körper gibt, wird es offenbar, wie unmöglich es ist, dass die Millionen von Nukleotiden, die diese Gene konstituieren durch Zufall in der richtigen Reihenfolge angeordnet sind. Frank Salisbury, ein evolutionistischer Biologe kommentiert über diese Unmöglichkeit wie folgt: Ein durchschnittliches Protein mag etwa 300 Aminosäuren enthalten. Das DNS Gen, das den Aufbau desselben kontrolliert, würde etwa 1000 Nukleotiden in seiner Kette haben. Da es vier Typen von Nukleotiden in einer DNS-Kette gibt, könnte eine Kette mit 1000 Bindungen in 4 hoch 1000 Formen auftreten. Eine kleine algebraische Rechnung zeigt, dass $4 \text{ hoch } 1000 = 10 \text{ hoch } 600$. Wenn man Zehn 600-mal mit sich selbst multipliziert erhält man eine Zahl in der der Eins 600 Nullen folgen! Solch eine Zahl überschreitet unser Vorstellungsvermögen absolut.

Die RNA-Welt-Hypothese oder das Henne-Ei Problem

Alle heutigen Lebewesen verwenden DNA als Speicher für die genetische Information und katalysieren mit Hilfe von Proteinen ihre Stoffwechselreaktionen. DNA enthält alle Informationen, die nötig sind, um Proteine herzustellen. Einige dieser Proteine, die Enzyme, katalysieren Reaktionen, die das Überleben der Zelle garantieren und für deren Verdoppelung sorgen. Weder DNA noch Proteine können für sich alleine operieren. DNA kann sich nicht selbst replizieren, und Proteine können sich nicht selber herstellen. Genau hierin liegt das Henne-Ei-Dilemma: Wenn DNA und Proteine nur gemeinsam funktionieren können, wie ist dann dieses komplexe System entstanden? Millers Experimente konnten keine plausiblen Anhaltspunkte für die Bildung der Ausgangsstoffe beider Makromoleküle geben. Selbst wenn man vereinfachend annehmen würde, dass nur zwei Basen als Ausgangsmaterial für Nukleinsäuren und wenige Aminosäuren als Bausteine für die Proteine notwendig wären, bliebe das Grundproblem erhalten: Was kam zuerst, Proteine oder Nukleinsäuren. Hinweise, dass es primitive Vorläufer eines replikativen und metabolisch aktiven Systems gegeben hat, gibt es bisher nicht. Jedoch gibt es Hinweise darauf, dass möglicherweise ein einziges Vorläufermolekül beide Funktionen in sich vereinen konnte, nämlich Speicherung von genetischer Information und Katalyse oder Autoreplikation.

Erste Überlegungen, dass RNA diese Doppelfunktionen einnehmen könnte, wurden Ende der sechziger Jahre von Woese, Crick und Orgel vorgetragen (Orgel L.E., *Prebiotic Chemistry and the origin of the RNA world*, *Crit Rev Biochem Mol Biol* (2004); 39: 99-123) Sie stellten sich einen autonomen „RNA-Organismus“ vor, in dem RNA die Aufgaben der späteren Proteine übernahm, also sowohl als RNA-Polymerase fungierte als auch als Nuklease. Crick dachte auch daran, dass ursprüngliche Ribosomen vollständig aus RNA aufgebaut gewesen seien. (Crick F. H.C., *The origin of the genetic code*, *J Mol Biol* (1968); 38: 367-379), Keiner der Autoren hatte jedoch vermutet, dass in heutigen Organismen die RNA-Katalyse noch von Bedeutung sein könnte. Es schien so, dass in späteren Entwicklungsstufen diese Aufgaben vollständig von Proteinen übernommen wurden. Diese Überlegungen blieben lange Zeit im Bereich der Spekulation.

Umso überraschender war die Entdeckung von Thomas Cech und Mitarbeitern, die bei einem thermophilen Geißeltierchen RNA-Moleküle mit katalytischer Aktivität fanden (Kruger K. et al., *Self-splicing RNA: autoexcision and autocyclization of the ribosomal RNA intervening sequence of Tetrahymena*, *Cell* (1982); 31: 147-157) Zu ihrem großen Erstaunen konnte dieses besondere RNA-Molekül nicht nur Information speichern und Instruktionen geben. Es konnte diese auch selber ausführen, wie etwa die eigenen RNA-Stränge auseinanderziehen oder sie durchschneiden. Für die Entdeckung der katalytischen Eigenschaften von RNA erhielten Cech und Altmann 1989 den Nobelpreis für Chemie. Könnten Ribozyme, wie diese agilen RNA-Formen genannt werden, molekulare Fossilien darstellen und einen frühen Schritt hin zum Leben bedeuten? Diese attraktive Hypothese hatte in den folgenden Jahrzehnten viele Wissenschaftler zu Untersuchungen angeregt, die klären sollten, ob eine proteinfreie RNA-Welt unter Bedingungen einer primitiven Erde denkbar wäre (Gilbert W., *The RNA-World*, *Nature* (1986); 319: 618). Dieser Begriff wurde von Gilbert geprägt, um damit zum Ausdruck zu bringen, dass der DNA/RNA/Protein-Welt eine Urform des Lebens, basierend auf RNA, vorausgegangen sein könnte. Damit sollte aber nicht geleugnet werden, dass Peptide doch irgendwie am Ursprung des Lebens beteiligt sein könnten.

Wenn wirklich eine RNA-Welt der komplexeren DNA-Protein-Welt vorausging, so wäre das Problem der Entstehung des Lebens einfacher zu fassen. Dennoch müsste auch hierbei die nicht enzymatische Synthese von Nukleotiden und Zuckern sowie die nicht enzymatische Polymerisierung von Nukleotiden zu zufälligen RNA-Sequenzen geklärt werden.

Es gehört zur RNA-Welt-Hypothese, dass sich kurze RNA-Moleküle spontan bilden und auch die eigene Vervielfältigung eigenständig bewerkstelligen können. Ungeachtet der bereits erwähnten Schwierigkeiten bei der Bildung der RNA-Bestandteile, sollen die theoretisch möglichen weiteren Schritte zur Bildung funktionstüchtiger Ribozyme diskutiert werden.

Eine Vernetzung von aktivierten Nukleotiden zu länger-kettigen Molekülen erfolgt in der Regel nicht spontan, sondern nur wenn externe Aktivierungsfaktoren der Reaktion zugeführt werden. Aufgrund der sehr niedrigen Reaktionsgeschwindigkeit von Nukleosidphosphaten in wässriger Lösung bei mo-

deraten Temperaturen und pH-Werten, kann diese Reaktion nicht einfach im Labor simuliert werden. (Orgel L.E., Prebiotic Chemistry and the origin of the RNA world, Crit Rev Biochem Mol Biol (2004); 39: S.109)

Lediglich Polymere von wenigen Nukleotiden konnten auf diese Weise synthetisiert werden. Das größte Problem stellt die freie Energiequelle dar, die die Polymerisierung von Nukleotiden antreiben könnte. Dieses Problem könnte mit Tonmineralien gelöst werden. James P. Ferris und Mitarbeitern gelang es mit silikatbeschichtetem Ton langkettige und vernetzte RNA-Moleküle herzustellen. Nach Angaben der Autoren wirkt Ton dabei nicht nur als Katalysator für die Bildung der RNA-Stränge, er dient auch als Matrize, diktiert also auf irgendeine Weise die Sequenz der Nukleotideinheiten. Ferris kann noch nicht erklären, wie Ton diese Aufgabe bewerkstelligen kann, forscht aber mit seinem Team intensiv an der Klärung dieser Frage. (Ertem G., Ferris J.P., Template-directed synthesis using the heterogenous templates produced by montmorillonite catalysis. A possible bridge between the prebiotic and RNA worlds, J Am Chem Soc (1997); 119: 7197-7201)

Die eigenständige Replikation von RNA gehört ebenfalls zu den Postulaten der RNA-Welt-Hypothese. Experimentelle Hinweise darauf, dass RNA in der Lage sei, ohne enzymatische Hilfe einen komplementären Strang zu synthetisieren, setzen jedoch immer das Vorhandensein von bereits bestehenden Polynukleotiden voraus. So konnten Orgel und Mitarbeiter zeigen, dass in Gegenwart langer Oligo C oder Oligo G Matrizenstränge und mit im Überschuss vorhandenen aktivierten Mononukleotiden die entsprechenden komplementären Doppelstränge bilden können (Lohrmann R., Orgel L., Efficient catalysis of polycytidylic acid-directed oligoguanylate formation by Pb^{++} , J Mol Biol (1980); 142: 555-567)

Wie schon erwähnt, würde bei jeglicher präbiotischer Synthese von Ribonukleotiden ein Razemat entstehen, also ein Gemisch aus D- und L-Enantiomeren. In allen heutigen Lebewesen finden sich nur die D-Enantiomere als Grundbausteine der Nukleinsäuren. Es wurde sogar gefunden, dass das L-Stereoisomer als wirksamer Inhibitor bei einer Template-gesteuerten Synthese wirkt. Diese Schwierigkeit wurde oft beobachtet und als enantiomere Kreuzinhibition bezeichnet. Sie könnte alle noch so plausiblen Erklärungen für die Herkunft präbiotischer Replikationsmechanismen wieder in Frage stellen. (Kozlov I.A. et al., A highly enantio-selective hexitol nucleic acid template for nonenzymatic oligoguanylate synthesis, J Am Chem Soc (1999); 121: 1108-1109)

Trotz der zahlreichen Schwierigkeiten, die RNA-Welt-Hypothese theoretisch und experimentell zu fundieren, ließen es sich Gerald Joyce und Leslie Orgel nicht nehmen, ein Szenario zu postulieren, das sie attraktiv den „Traum der Molekularbiologen“ nannten (Joyce G.F., Orgel L., Prospects for understanding the origin of the RNA world, in: Gesteland R. F. et al. (Eds.), The RNA world, 2nd ed., Cold Spring Harbor Press, Cold Spring Harbor (1999), S. 49-77)

Ihr Traum besteht in einer optimistischen Extrapolation der unterschiedlichen Ergebnisse der präbiotischen Chemie und Experimenten zur gerichteten RNA Evolution. Er konzentriert sich auf folgende Annahmen:

1. Basen und Zucker können durch präbiotische Reaktionen auf der frühen Erde synthetisiert werden und/oder wurden durch Meteoriten, Kometen oder intergalaktischen Staub auf die Erde transportiert.
2. Die präbiotisch gebildeten Basen, Zucker, Phosphate waren in adäquater Menge und genügender Reinheit vorhanden. Daraus bildeten sich Nukleotide, die Grundbausteine der Nukleinsäuren, und häuften sich in einem kleinen See an.
3. Am Seegrund gab es Tonmineralien, die die Bildung langkettiger einzelsträngiger Polynukleotide katalysierten. Einige von ihnen wurden durch Template-gesteuerte Synthese zu Doppelsträngen umgeformt. So entwickelte sich eine ganze Bibliothek doppelsträngiger RNA und konnte sich auf der frühen Erde anhäufen.
4. Unter diesen doppelsträngigen RNA-Molekülen gab es einige wenige, die sich selber replizieren konnten, die Ribozyme. Kopie eines Ribozyms führt zu weiteren Ribozymen und so fort. So konnte eine exponentiell wachsende Population entstehen.
5. An diesem Punkt des Szenarios würde dann die natürliche Selektion den Prozess fortführen.
6. Darwin zufolge ist das Leben von einem ursprünglichen Organismus ausgegangen. Gemäß den noch radikaleren Traumvorstellungen der Molekularbiologen würde die gesamte Biosphäre von wenigen auf der primitiven Erde gebildeten sich selbst replizierenden Polynukleotiden abstammen.

Traum bleibt Traum. **Die Autoren dieses utopischen Molekül-Schauspiels geben wohl zu bedenken, dass noch viele ungelöste Probleme zu bewältigen seien, bevor dieser Traum in eine ernstzunehmende und überzeugende Theorie umgewandelt werden könnte.** Zudem bleibt noch zu zeigen, wie Ribozyme die Produkte ihrer Eigenaktivität zusammen halten, etwa durch den Einschluss in ein Membransystem, was noch kurz diskutiert werden soll.

Einen anderen Zugang zur Erforschung der Herkunft von RNA-Molekülen haben **Peter Schuster** und Mitarbeiter gewählt (Schuster P., Genotypes with phenotypes: Adventures in an RNA toy world, Biophys Chem (1999), 6: 75-110) **Mit Hilfe von Computersimulationen versuchen sie die Entstehung des Lebens zu simulieren und auch molekulare Evolution digital im Zeitraffer darzustellen.** Den EDV-gestützten Evolutionsexperimenten liegt die optimistische Annahme zugrunde, dass die vier Basen, Ribosen und auch Phosphat, das Ausgangsmaterial zur Bildung von RNA, unter präbiotischen Bedingungen zur Verfügung gestanden haben. Alle bereits erwähnten Schwierigkeiten und Hindernisse für die Selbstentstehung der Ausgangsstoffe von Nukleinsäuren brauchen dann in diesen Versuchsansätzen nicht betrachtet werden. (Eigen M., Schuster P., Stages of emerging life – five principles of early organization, J Mol Evol (1982); 19: 47-61)

Schuster hat den Weg der Computersimulationen gewählt, weil er um die großen Hindernisse einer konventionellen, d.h. auf Laborexperimenten beruhenden Evolutionsforschung weiß. Phänomene wie Adaptation benötigen zwischen 10^3 und 10^6 Generationen. Solche Zeitspannen sind für Experimente im herkömmlichen Sinne zu groß. Auch die Kombination von möglichen Genotypen wird unüberschaubar groß. Schließlich erschwert die so komplexe Beziehung von Genotyp und Phänotyp realistische Modellbildungen. Bei einer in vitro-Evolution von RNA-Molekülen sind alle diese Hindernisse nicht vorhanden. Einzig notwendige Voraussetzung für eine Computer-gesteuerte molekulare Evolution sind Moleküle, die zur Reproduktion in der Lage sind (sie verhalten sich dann wie asexuell replizierende Individuen). Hieran können dann Selektion und Adaptation unter sich ändernden Umweltbedingungen angreifen. Die Generationszeiten von selbst replizierenden Molekülen sind extrem kurz. Phänomene wie Anpassung werden beobachtbar. Bei RNA fallen zudem Genotyp und Phänotyp in ein und demselben Molekül zusammen. Beide Eigenschaften, Sequenz und räumliche Struktur sind untrennbar miteinander verbunden. So bietet dieser Ansatz ein einfaches Modellsystem, um Adaptationsvorgänge im Labor zu untersuchen. Tatsächlich liegt Schusters Hauptaugenmerk auf der Optimierung von funktionellen RNA-Molekülen. In einem typischen Anpassungsexperiment wird der Selektionsdruck von außen vorgegeben, meist in Form „minimaler freier Energie bei der RNA-Faltung“ – somit hat der Evolutionsprozess jeweils gezielt eine vorgegebene Richtung. Auf diese Weise ist es den Forschern um Schuster möglich, Moleküle mit optimalen Eigenschaften entstehen zu lassen, die später synthetisch hergestellt werden können.

Diese „Spielzeug-Welt“, wie sie Schuster selbst nennt, bietet ein einfaches und zugleich effizientes Modellsystem für die Simulation von molekularen Adaptationsereignissen. Dieses Modell ist sicherlich geeignet, um mikroevolutive Prozesse zu verstehen.

Jedoch gibt Schuster auch zu bedenken, dass seine RNA-Welt nichts zum Verständnis der größeren Evolutionssprünge beiträgt. Dabei denkt er auf molekularer Ebene an die Entstehung von Replikation überhaupt, von Translation oder auch den Ursprung des genetischen Codes, an das komplexe Zusammenspiel von Genregulation. Auf makroskopischer Ebene wären dies der Übergang von Prokaryonten zu Eukaryonten, vom Einzeller zum Vielzeller oder gar die Entwicklung der Organismenvielfalt bis hin zum Menschen (Schöpfung und Evolution. Eine Tagung mit Papst Benedikt XVI. in Castel Gandolfo, herausgegeben von Stephan Otto Horn SDS und Siegfried Wiedenhofer, St. Ulrich Verlag, Augsburg (2007), S. 47-48)

Schusters Modell zur Anpassung bereits vorhandener RNA-Moleküle an präzise definierte Aufgaben und Strukturen enthält aber keine Hinweise, wie etwa in freier Natur oder aber in der Ursuppe eine mögliche Adaptation von selbst den richtigen Weg finden könnte, d.h. wie dort die Selektion der richtigen Moleküle vonstatten gehen könnte. So bleibt Schusters RNA-Baukastenspiel ein interessantes Modellsystem für die theoretische Entwicklung von Optimierungsstrategien.

Robert Shapiro (1935), emeritierter Professor für Chemie an der New York University, zieht folgendes Resümee: „Die Befunde, die gegenwärtig zur Verfügung stehen, bestätigen die Idee nicht, dass RNS oder ein alternatives Replikationssystem unter Benützung der RNS-Basen am Beginn des Lebens beteiligt war.“ (The prebiotic role of Adenin: a critical analysis. Origins Life Evol. Biosphere)

Selbst **Francis Crick**, der lange Jahre die Theorie der molekularen Evolution vertreten hatte, gestand sich selbst ein nachdem er die DNS entdeckt hatte, dass solch ein komplexes Molekül nicht spontan durch Zufall, als Ergebnis eines evolutiven Prozesses gebildet worden sein konnte: Ein ehrlicher Mensch, ausgerüstet mit allem uns gegenwärtig zur Verfügung stehenden Wissen, könnte nur sagen, dass der Ursprung des Lebens zu diesem Zeitpunkt in gewissem Sinne fast als ein Wunder erscheint.

Entstehung von genetischer Information

Bisher wurde das Augenmerk auf die mögliche Entstehung der Grundbausteine der genetischen Information gelegt, d.h. darauf, ob sich RNA- und DNA Moleküle aus einer unorganisierten chemischen Mischung wie der Ursuppe der hypothetischen frühen Erde theoretisch hätten bilden können. **Eine nüchterne Betrachtung der Ergebnisse lässt große Zweifel an einer zufälligen Selbstentstehung dieser hochkomplexen organischen Strukturen aufkommen. Selbst wenn es möglich wäre, die Synthese von RNA oder DNA Molekülen mit Hilfe von bereits vorhandenen Matrizen zu erklären, könnte hieraus noch nicht auf die Bildung des allerersten Template-Moleküls geschlossen werden.**

(Shapiro R., A replicator was not involved in the origin of life, International Union of Biochemistry and Molecular Biology: Life (2000); 49: 173-176)

Obwohl wir derzeit nicht nachvollziehen können, wie das erste DNA-Molekül entstehen konnte, existieren die Lebewesen aber, und alle steuern auf der Basis von DNA ihre Lebensvorgänge. Wir wollen jetzt einmal annehmen, dass das erste DNA-Molekül von selbst entstehen und sich vervielfältigen konnte. Wäre es dann möglich zu rekonstruieren, woher die im Molekül gespeicherte Information kommt? Könnte auch der genetische Code von selbst entstehen und von den aleatorischen Faktoren, die die Ausgangsstoffe zusammenführen, in das entstehende Makromolekül integriert werden? Wie wir gesehen hatten, nahm Ferris an, dass Tonminerale irgendwie die Reihenfolge der Basensequenz koordinieren. Eine mechanistische Erklärung dafür kann er derzeit aber nicht liefern

Bei der chemischen DNA-Synthese im Labor wird die Sequenzfolge dem Versuchsansatz vorgegeben, etwa zur Herstellung von kurzen einzelsträngigen DNA-Stücken für die klinische Diagnostik. Soll ein langkettiges DNA-Molekül unter präbiotischen Bedingungen von selbst entstehen, so muss die Reihenfolge der Nukleotide irgendwie gesteuert werden, wenn die Information gemäß dem heute bekannten genetischen Code etwa für die Herstellung eines Strukturproteins enthalten sein soll.

Wilder Smith, ein englischer Chemiker hatte sich schon Ende der siebziger Jahre eingehend mit dieser Frage auseinandergesetzt. Seine wichtigsten Gedanken und Schlussfolgerungen sollen kurz dargestellt werden (Smith W., Die Naturwissenschaften kennen keine Evolution. Experimentelle und theoretische Einwände gegen die Evolutionstheorie, Schwabe, Basel (1978) S. 43-50)

Nukleinsäuren wie auch Proteine in ihrer heute bekannten Form weisen eine strukturelle Ordnung auf, die rein chemisch-physikalischer Art sei, Smith nennt sie Ordnung erster Art. Diese bedinge die Form und die Architektur eines Moleküls, wie sie allen chemischen Verbindungen eigen ist. Nun kann sich die chemische Struktur eines Eiweißmoleküls derart gestalten, dass sie z. B. pharmakologische Wirksamkeit aufweist, etwa wie Insulin den Blutzuckerspiegel senken kann. Diese Eigenschaft stelle eine zusätzliche Art von Ordnung dar und trete bei bestimmten Eiweißen und Nukleinsäuren auf. Sie stelle eine höhere Art der Ordnung dar, die Ordnung zweiter Art, die auf der chemischen Ordnung basiert. Diese zweite Ordnung sei eine konzeptmäßige, kodierte Ordnung, während die erste Ordnung nicht codemäßig bedingt sei. Die zweite Ordnungsart beherbergt demnach ein „Projekt“, einen „Bauplan“ oder „Code“. Mit seiner Hilfe entstehe daraus Funktionalität wie bei Eiweißen oder ein Informationsarchiv wie im Fall der Nukleinsäuren.

Bei Retortenversuchen nach Art Millers, bei denen Proteinoide per Zufall aus Peptiden entstehen, tragen diese gewöhnlich eine molekulare Architektur gemäß der rein chemischen Ordnung, aber keine hormonale oder andere physiologische Wirksamkeit, die auf eine höhere Ordnung schließen ließe.

Werden dagegen Eiweiße oder Nukleinsäuren durch eine gelenkte, programmierte chemische Synthese

hergestellt, können sie Eigenschaften und Aktivitäten hervorbringen, die der höheren Ordnung entsprechen. Dies macht sich beispielsweise die molekulare Pharmakologie beim so genannten *Drugdesign* zunutze: Man kann die rein chemische Architektur eines Moleküls (Ordnung erster Art) so bestimmen, dass sie z. B. in die Form eines Rezeptors hineinpasst, und so eine physiologische Reaktion auszulösen vermag (Ordnung zweiter Art).

Sehr anschaulich erläutert Smith, wie unwahrscheinlich die spontane Entstehung von DNA-Molekülen ist, die einen Informationsgehalt höherer Ordnung tragen. Die Moleküle der Druckfarbe, die den Inhalt eines Buches vermitteln, besitzen ihre eigene, chemische Architektur (erste Ordnung) und machen die geschriebenen Sätze lesbar und wahrnehmbar (zweite Ordnung). Die Schrift basiert zwar auf der Architektur der Druckerschwärze, stammt aber nicht von ihr, stellt also keine Grundlage für den spezifischen Inhalt des Buches dar. Die chemische Konstitution der Druckfarbe hat also mit dem Inhalt des Textes nichts zu tun. Ähnlich veranschaulicht Smith die Wirkungsweise von Mutationen. Würde man Wasser auf einen mit Tinte geschriebenen Text gießen, würde dieser Text modifiziert oder teilweise verwischt. Niemals aber entstehe hierdurch eine grundlegend neue Information im Text.

So haben die chemischen Eigenschaften der Kohlenstoffatome, die das Grundgerüst des DNA-Moleküls bilden, mit dem *kodierten Inhalt* der Nukleinsäuren direkt nichts zu tun, obwohl beide voneinander abhängig sind (ebenso wenig wie die Druckerschwärze mit dem Textinhalt). Es ist wichtig, beide Ordnungsebenen gut auseinander zu halten, obwohl eine Ebene durch die andere bedingt wird: Die erste Ordnung (DNA-Molekül als chemische Substanz) enthält keine Projekte oder Baupläne, während die zweite Ordnung verschlüsselte kodierte Projekte, Bauanweisungen und Informationen enthält. Die chemischen Bestandteile der Nukleinsäuren und Proteine besitzen aus sich heraus nicht die Information, die ausreichen würde, eine Amöbe oder gar einen Menschen daraus entstehen zu lassen. Die wichtige Schlussfolgerung, die Smith aus seinen Überlegungen zieht, ist, dass „der lebende Organismus ein Hybrid zwischen zwei Quellen von Information ist“.

Die Ausführungen Smiths verdeutlichen, dass eine spontane Biogenese aus toter Materie prinzipiell und theoretisch nicht nachvollziehbar ist. Es fehlt die Informationsquelle für die Ordnung zweiter Art. Das Konzept, der Plan oder der Code muss von außen an die „rohe Materie“ herangetragen werden, er kann nicht aus der chemischen Ordnung selbständig hervorgehen. Die Tintenmoleküle alleine liefern eben nicht den mit einer Feder geschriebenen Text, der einen ganz bestimmten Inhalt besitzt.

Auch der Naturtheologe William Paley (1743 – 1805) wies bereits darauf hin, dass das Konzept einer Taschenuhr nicht aus den einzelnen Stiften, Zahnrädern und Schraubchen stammen kann, sondern von einem Uhrmacher konzipiert sein muss. Ordnung erster Art ist wie eine *tabula rasa*, ein unbeschriebenes Blatt, auf dem die Ordnung zweiter Art entstehen kann. Den Vorstellungen des Neodarwinismus zufolge entwarf das leere Blatt die Vielfalt des Lebendigen. Der grundlegende Irrtum in der neodarwinischen Denkweise liegt gerade im Problem der Konzeptentstehung. Nur ein ordnender Geist kann unter Kenntnis der herrschenden Naturgesetze und deren sachgemäße Anwendung biochemische Maschinen konzipieren. Die rohe Materie besitzt diese Fähigkeit nicht. Zu dieser Schlussfolgerung ist bekanntlich auch die Forschungsrichtung des Intelligent Design gelangt.

Homochiralität

Eine wichtige Voraussetzung für Leben betrifft die genaue räumliche Gestalt lebensnotwendiger Moleküle. Aminosäuren, Zucker und sehr viele andere Lebens-Bausteine kommen in der Natur nur in einer von zwei spiegelbildlichen Formen vor bzw. nur die eine Form ist in einem bestimmten Organismus oder für eine bestimmte Funktion brauchbar. Diese molekulare Asymmetrie der Natur nennt man Homochiralität. Zwei zueinander spiegelbildliche Moleküle heißen Enantiomere. .

So haben beispielsweise alle natürlich vorkommenden Aminosäuren die L-Form. Ebenso besitzen die meisten biologisch relevanten Zucker die D-Form. Die dazu spiegelbildlichen Enantiomere dieser Moleküle sind üblicherweise biologisch inaktiv und zum Teil sogar toxisch für Organismen. **Der Ursprung dieses Phänomens ist nicht geklärt und eines der großen Naturrätsel.**

Vor der Entstehung von Lebewesen muss irgendwann die Entscheidung zugunsten der einen Sorte gefallen sein. Daher ist prinzipiell unklar, wie es in einer hypothetischen präbiotischen Welt zu einer

Selektion kommen kann. Beide Alternativen sind dort gleich wahrscheinlich und eine natürliche Ursache dieses Naturphänomens schwer vorstellbar

Die Erklärungshypothesen lassen sich in die nachfolgend erläuterten vier Gruppen einordnen.

1. Enantiomere haben aufgrund der Paritätsverletzung auf atomarer Ebene bei der schwachen Wechselwirkung einen winzig kleinen Energieunterschied (siehe Lehrbücher der Physik). Resultiert daraus ein Energieunterschied von Enantiomeren, der zur Bevorzugung des einen führte und führt? Nein: „Es gibt zwar schwache asymmetrische Kräfte in der unbelebten Natur, aber jedes geringfügige Vorherrschen von D- oder L-Formen bei präbiotischen Prozessen würde in einer geologischen Umgebung durch Razemisierungsreaktionen wieder aufgehoben werden“ (Dose 1987).

2. Ein (statistisch extrem unwahrscheinliches, unbekanntes) Ereignis hat das Gleichgewicht irgendwann zugunsten des einen Enantiomeren verschoben: spontaner Symmetriebruch. Frank hat 1953 ein Schema vorgestellt, bei dem durch asymmetrische Autokatalyse ein Enantiomer seine eigene Entstehung katalysiert, so dass es zu einer Verschiebung des Enantiomerenverhältnisses kommt. Da aber prinzipiell dasselbe umgekehrt für das andere Enantiomer gilt und es ebenfalls seine eigene Bildung katalysiert, sind beide weiterhin gleichberechtigt. Außerdem kann das Schema ebenso gut das autokatalytische Verschwinden von Enantiomeren-Überschüssen voraussagen. Schließlich würden zufällige Fluktuationen in kleinen Molekülkollektiven durch ebensolche Fluktuationen in anderen kleinen Kollektiven aufgehoben. Konkrete Beispiele für asymmetrische Autokatalyse „funktionierten“ nur, weil man z.B. bei der Reaktionsdurchführung von einem Enantiomerenüberschuss ausging (z.B. Soai et al. 1995; Mathew et al. 2004) oder die eine Sorte chiraler Kokristalle zusetzte (Kawasaki et al. 2005), oder aber man erhielt stochastisch in einer Reihe von Experimenten eine Anreicherung entweder des einen oder des anderen Enantiomers, in der Summe also keine Homochiralität (Soai et al. 2003). Naturgesetzlich sind *immer* die beiden „spiegelbildlichen“ Vorgänge gleich wahrscheinlich, gleich ob es sich um Reaktionen oder Kristallisationen handelt.

3. Ein physikalischer Einfluss hat die Entstehung oder Zersetzung des einen Enantiomeren begünstigt, oder eines der Enantiomere wird bevorzugt an einer Oberfläche adsorbiert. Als mögliche Einflussgröße wird seit langem immer wieder ein Magnetfeld versucht oder diskutiert. Magnetfelder sind aber nicht chiral und können daher keine Enantiomerenüberschüsse erzeugen. Auch tatsächlich chirale Einflussgrößen wie circular polarisiertes Licht oder der magneto-chirale Dichroismus geben keine Erklärung für die natürliche Homochiralität. Entweder wurden Beispielreaktionen veröffentlicht, die nichts mit chiralen Bausteinen der Lebewesen zu tun haben oder es wurde z.B. ein Magnetfeld in einer für natürliche Bedingungen ganz unrealistischen Feldstärke eingesetzt. Vor allem jedoch musste stets postuliert werden, dass die chirale Einflussgröße nur in der einen „spiegelbildlichen“ Weise aktiv war. Aber für mögliche Einflussgrößen gilt genau wie für Enantiomere, dass sie in beiden chiralen Formen gleichberechtigt auftreten.

4. Die auf der Erde beobachtete Homochiralität wurde von außen eingetragen. So hat man auf manchen Meteoriten Enantiomerenüberschüsse von bis zu 9% gefunden – freilich nur zweier nicht-proteinogener Aminosäuren (Cronin & Pizzarello 2004). Das löst das Problem nicht, sondern verschiebt es nur, es sei denn man wollte postulieren, dass außerhalb der Erde die hier beobachteten chemisch-physikalischen Gesetzmäßigkeiten nicht gälten.

Die Bildung primitiver Zellen

Von den anfangs erwähnten notwendigen Schritten zur Klärung der Lebensentstehung bleibt noch die Frage nach der Herkunft der ersten Zellen zu behandeln.

Viele Wissenschaftler sind der Meinung, dass die Vorfahren aller Lebewesen eine Art einzellige Wesen waren, ein Behälter, in dem die Proteine und Nukleinsäuren, Kofaktoren und anderes verpackt und von einer relativ undurchlässigen Hülle umgeben waren. Auch bei diesem nächsten notwendigen Schritt der präbiotischen Evolution gibt es derzeit nur Spekulationen über mögliche Mechanismen zur

Bildung der ersten Zellen. Zentraler Bestandteil der Zellmembranen sind Phospholipide, die sich spontan in Doppelschichten zu ringförmigen Strukturen zusammenlagern können. Während es keine Hinweise auf Synthesemöglichkeiten unter präbiotischen Bedingungen gibt, existieren dennoch Modellsysteme, wie Lipid-Doppelschichten zuerst in der Ursuppe entstehen konnten und wie man sich eine primitive Zellteilung vorstellen kann.

Die Entdeckung von Archaeobakterien hatte Hoffnungen geweckt, dass diese Mikroorganismen gute Modellsysteme sein können, wie die ersten Vorläufer der Zellen entstanden sein könnten. Allerdings zeigte sich bald, dass gerade Archaeobakterien hochkomplexe Stoffwechselsysteme beherbergen, die alles andere als „primitiv“ sind und somit kaum als mögliche Urform eines primitiven einzelligen Lebewesens herangezogen werden können.

Einwände gegen Wahrscheinlichkeitsberechnungen durch Evolutionsbiologen

1. Die Bedingungen zum Zeitpunkt der Entstehung der komplexen Moleküle (Uratmosphäre, Ursuppe) sind nicht bekannt. Es ist zu beachten, dass komplexe Evolutionsprozesse nicht völlig zufällig ablaufen, sondern unter dem Einfluss systemeigener Gesetze und Faktoren ablaufen.

Dieser Einwand ist berechtigt. In der Tat hat man heute zwar Vorstellungen, von der Beschaffenheit der „Uratmosphäre“ und der „Ursuppe“, die plausibel erscheinen, aber noch nicht bewiesen sind. Die Wahrscheinlichkeitsberechnungen gehen von der Annahme aus, dass die damals vorliegenden Naturgesetzmäßigkeiten mit den heutigen identisch sind. Dies ist zugegeben eine, wenn auch aus naturwissenschaftlicher Sicht naheliegende, Hypothese. Die Evolutionsbiologie ist aber nicht in der Lage alternative Hypothesen zu liefern.

2. Die lebensnotwendigen Moleküle und die Organe der Lebewesen entstanden nicht auf einen Schlag sondern schrittweise unter Mitwirkung der Selektion (Auslese). Dies wird in den Vergleichen mit der Druckerei und der Affenhorde nicht berücksichtigt.

Die beliebten Beispiele von der Affenhorde und der Druckerei sind als evolutionskritische Argumente in der einfachen Form ungeeignet, weil sie nicht die Randbedingungen zugrunde legen, nach denen Evolution ablaufen soll. Im Rahmen der Evolutionslehre wird nicht behauptet, dass gleichsam auf einen Schlag aus einfachsten Vorstufen sofort eine sehr komplexe Struktur entstehen soll oder in der Vergangenheit entstanden sei. Um auf das Gedicht der Affenhorde zurückzukommen: Der Evolutionstheoretiker wäre schon sehr zufrieden, wenn die Affen das Wort „Frühling“ zuwege brächten. Sie nehmen dann das Blatt, auf dem „Frühling“ steht, legen es in einen Kopierer und stellen einige Tausend Kopien her. (In der Natur: Ein Lebewesen mit einer positiven Eigenschaft vermehrt sich, so dass auch alle Nachkommen diese Eigenschaft haben.)

Und nun werden viele tausend Blätter mit dem Wort „Frühling“ in ebenso viele Schreibmaschinen eingespannt. Die Affenhorde macht sich wieder an die Arbeit. Und siehe da – irgendwo taucht nach „Frühling“ das Wort „lässt“ auf. Dieses Blatt wird wieder vervielfältigt usw. Und so kommt nach einigen Schritten der Satz „Frühling lässt sein blaues Band wieder flattern durch die Lüfte“ heraus – wir haben den ersten Teil des gesuchten Gedichtes. Und so geht es dann weiter.

Damit ist aber das evolutionskritische Argument nicht entkräftet. Vielmehr lehrt der berechtigte Einwand mit der Selektion, **dass abgeklärt werden muss, ob der Übergang zu einer neuen Struktur in selektionspositive Schritte unterteilt werden kann.** In unserem Gedichts Beispiel sieht das so aus: Wir brauchen das Wort „Frühling“ oder wenigstens „Früh“, um eine sinnvolle Stufe zu haben. „Früh“ wäre zu wenig und wäre nicht selektierbar (selektionspositiv). Oder beim nächsten Schritt: „Frühling lässt“ ist noch nicht sinnvoll; erst wenn „Frühling lässt“ erreicht ist, kann die Selektion wieder angreifen.

Es geht also im evolutionskritischen Argument an dieser Stelle darum zu zeigen, dass in der mutmaßlichen Evolutionsgeschichte die einzelnen Schritte von einer sinnvollen Struktur zu einer anderen so groß sind, dass sie durch Zufallsmutation und Selektion (und ggf. andere Evolutionsfaktoren) nicht überbrückbar sind. Siegfried Scherer hat hierfür den Begriff „**Basisfunktionszustand**“ eingeführt (Scherer 1983; vgl. Junker & Scherer 2001, 128):

Zwei Basisfunktionszustände sind dadurch definiert, dass der postulierte evolutive Übergang zwischen ihnen nicht mehr in weitere selektionspositive Zwischenstufen unterteilt werden kann.

Das eigentliche Argument lautet also: Organe oder Bauteile von Lebewesen sind sehr kompliziert und funktionieren nur, wenn alle Einzelteile ausgebildet sind; unfertige Organe können dagegen selektiv nicht ausgelesen werden. Der Übergang von einer selektierbaren Stufe zur nächsten (von einem Basisfunktionszustand zum nächsten) erfordert so viele unabhängige Einzelschritte, dass er durch Zufallsmutation und Selektion nicht überbrückt werden kann. Behe („Darwin’s Black Box“, 1996) hat für solche Verhältnisse den Begriff der „irreduziblen Komplexität“ geprägt. **Entscheidend ist also, ob und wie irreduzible Komplexität nachgewiesen oder wenigstens plausibel gemacht werden kann.** Außerdem muss abgeschätzt werden, wie viele unabhängige Schritte erforderlich sind, um von einer selektierbaren Stufe zu einer anderen zu gelangen. **Die eindeutige Klärung dieser Fragen steht aus; sie ist außerordentlich schwierig und anspruchsvoll.** So einleuchtend das evolutionskritische Argument intuitiv ist, so schwierig scheint es empirisch beweisbar zu sein.

Umgekehrt kann man sagen: Der Kritiker, der das Wahrscheinlichkeitsargument entkräften will, muss also zeigen, wie der Weg zu einem neuen Organ so kleinschrittig erfolgen kann, dass die einzelnen Schritte durch das Wirken von Zufallsmutation und Selektion überbrückt werden können. Nach heutiger Kenntnislage sind bereits drei unabhängige Mutationsschritte ein ernsthaftes evolutionstheoretisches Problem; spätestens bei 4-5 gleichzeitig erforderlichen Schritten muss derzeit eingeräumt werden, dass die bekannten Evolutionsfaktoren einen solchen Sprung nicht erklären können (Scherer 1983). Auch diese Frage kann aber nicht als endgültig geklärt gelten. **Die Aussagekraft von Wahrscheinlichkeitsberechnungen hängt also von der Plausibilität der zugrunde gelegten Randbedingungen ab.** Der entscheidende Sachverhalt, über den diskutiert und Rechenschaft abgelegt werden muss, sind die Randbedingungen, die in Wahrscheinlichkeitsrechnungen eingehen.

Ein großer Haken. Das obige Beispiel hat allerdings noch einen großen Haken: Der Satz aus dem bekannten Mörrike-Gedicht macht nämlich nur dann einen Sinn, wenn ihm ein Sinn *gegeben* wurde. Die Buchstabenfolge für sich ist für jeden, der die deutsche Sprache nicht kennt, noch sinnlos. Woher der Bedeutungsaspekt kommt, soll hier zugunsten der Evolutionslehre ausgeblendet werden, obwohl diese Frage von zentraler Bedeutung ist. Das Beispiel soll also nur verdeutlichen, dass man sich verwissern muss, ob ein Übergang von einer sinnvollen Stufe zur nächsten nicht mehr verkürzbar ist.

3. Es mussten gar keine bestimmten Strukturen entstehen. Die genannten Wahrscheinlichkeitsüberlegungen bzw. -rechnungen sind Betrachtungen im Nachhinein, die bezüglich der Evolutionsgeschichte unrealistisch sind.

Der dritte Einwand lautet beispielhaft: Ein bestimmtes Protein muss nicht eine *ganz bestimmte* Aminosäuren Abfolge haben, damit es seine Funktion ausübt. Das heißt für unser oben genanntes Beispiel eines Proteins aus 100 Aminosäuren: Von den insgesamt: 10^{130} Möglichkeiten der Bausteinabfolgen ist nicht nur eine einzige funktionsfähig, sondern es sind *sehr viele*. „Die Unwahrscheinlichkeit jeder einzelnen Konfiguration wird durch eine immens große Zahl an alternativen (potentiellen) Konfigurationsmöglichkeiten aufgewogen“ (M. Neukamm in einem Beitrag über evolutionskritische Wahrscheinlichkeitsrechnungen auf seiner Homepage (Stand: Okt. 2003).

Aber: Sicher ist auch, dass bei weitem nicht *alle* funktionsfähig sind. Wie viele der 10^{130} Möglichkeiten tatsächlich funktionsfähig sind, kann derzeit vermutlich nur vage abgeschätzt werden, daher muss die evolutionskritische Argumentation anders vorgehen: Es ist empirisch begründbar, dass der Übergang von einem Protein mit einer bestimmten Funktion zu einem anderen mit neuer Funktion ein Mindestmaß an Veränderungen (Aminosäureaustauschen) benötigt. Mindestens zehn Veränderungen sind dabei nach derzeitiger Kenntnis noch tief gegriffen. Diese Zahl kann wahrscheinlichkeitstheoretischen Abschätzungen zugrunde gelegt werden.

Ein Protein und ein Bier. Thomas Waschke erläutert auf seiner Homepage (Stand: Okt. 2003) das Gegenargument wie folgt: „Ich sitze in der Kneipe und habe ein Glas Bier vor mir. Es steht an einer bestimmten Stelle vor mir auf dem Tisch, der Bierfilz liegt in einem bestimmten Winkel, das Bier steht ganz knapp über dem Eichstrich, die Schaumkrone hat eine interessante Form. Am Stiel sehe ich die Pilsblume, sie ist etwas nass geworden, die Enden klaffen auseinander. Auf das Bier habe ich genau 2 Minuten und 30 Sekunden gewartet. Wie wahrscheinlich ist dieses Ereignis?“

Dass genau diese Konstellation auftritt, ist natürlich extrem unwahrscheinlich. Waschke schreibt weiter: „... mein Denkfehler war, dass ich berechnen wollte, wie wahrscheinlich es ist, ganz genau *ein* bestimmtes Glas Bier zu bekommen! Aber ich wollte ja nicht genau dieses Bier, mit genau dem Füll-

stand, mit genau der Blume" usw., „sondern nur irgendein Bier. Und dann sieht die Berechnung der Wahrscheinlichkeit ganz anders aus." Das leuchtet ein.

Dieser Vergleich wird auf das Leben angewendet: Üblicherweise werde „die Wahrscheinlichkeit ‘berechnet’, ein bestimmtes Molekül, das heute in Zellen vorkommt, abiotisch, durch Zufallsprozesse zu erzeugen. ... Vom Standpunkt der Evolution aus gesehen muss nur realistisch gefordert werden können, dass abiotisch irgendwelche Moleküle entstanden sind, die bestimmte Eigenschaften aufwiesen. Welche speziellen Moleküle das waren, ob das heutige Leben diese noch verwendet und so weiter, sind vollkommen offene Fragen."

Ein treffender Vergleich? Waschke vergleicht also das evolutionäre Problem, irgendein funktionsfähiges Protein zu erhalten, mit dem „Problem“, in einer Kneipe irgendein mit Bier gefülltes Glas zu erhalten. Diese beiden „Probleme“ sind aber in keiner Weise vergleichbar. Das „Problem“ mit dem Bier ist unter den gegebenen Randbedingungen völlig trivial, die Wahrscheinlichkeit, dass das Ereignis eintritt, ist fast 1, also so gut wie sicher. Es kann allenfalls sein, dass z. B. die Kellnerin mit dem Bier ausrutscht und der Gast daher leer ausgeht. Beim Problem, irgendein funktionsfähiges Protein, kann man dagegen eine Reihe von Minimalbedingungen angeben, die auch gelten, wenn man keinerlei Vorgaben bezüglich der zu erreichenden Sequenz oder Funktion macht. Klar ist z. B., dass eine Mindestkettenlänge benötigt wird. Und die Frage, ob diese experimentell unter präbiotischen Bedingungen (also ohne Vorgabe von Leben wie in der gedachten „Ursuppe“) erreicht werden kann, kann auch mit wahrscheinlichkeitstheoretischen Überlegungen angegangen werden. Das Vergleichsbeispiel von T. Waschke verkleinert das eigentlich zu lösende Problem gewaltig. Auf diese Weise wird es also nicht gelöst.

Es reicht zudem nicht, dass die Moleküle „bestimmte Eigenschaften“ aufweisen. Diese „bestimmten Eigenschaften“ müssen konkretisiert werden: Die zu bildenden Moleküle müssen biologische Funktionen ausüben können; das ist eine sehr weit gehende Forderung. Im Vergleich von Waschke: Es spielt beim Bier überhaupt keine Rolle, wie Füllstand, Schaumkrone, übergelaufene Tropfen etc. beschaffen ist. Alle denkbaren Varianten sind ein Treffer. Bei unserem Protein kann man das gerade nicht sagen: Dort sind bei weitem nicht alle Konstellationen (die Aminosäure-Abfolgen) ein Treffer, sondern nur der kleine Bruchteil, der eine biologische Funktion ausüben kann. Der Vergleich mit dem Bierglas ist also irreführend.

Ähnliche Vergleiche. Martin Neukamm bringt auf seiner Homepage (Stand: Okt. 2003) in einer Anmerkung seines Artikels über Wahrscheinlichkeitsrechnungen einen Vergleich mit den Splittern eines vom Dach heruntergefallenen Ziegels. Würde man *vor* dem Fall voraussagen, wie nachher die einzelnen Splitter aussehen und in welcher Lage sie auf dem Boden liegen werden, würde diese Vorhersage nicht eintreffen. Die Wahrscheinlichkeit wäre Null. Dennoch ergibt sich immer *irgendeine* Konstellation, wenn der Ziegel auf dem Boden zersplittert. Das Ereignis „Der Ziegel zersplittert“ tritt mit Sicherheit ein (Wahrscheinlichkeit 1). Die Unwahrscheinlichkeit tritt erst ein, wenn man *im Nachhinein* überlegt, wie wahrscheinlich es war, dass eine *bestimmte* Konstellation eintritt. So sei es auch bei den Lebewesen: Im Nachhinein ist das Auftreten bestimmter komplexer Organe beliebig unwahrscheinlich, aber es mussten ja nicht gerade diese bestimmten Organe entstehen, es hätten ja auch ganz andere sein können.

Hier wird aber derselbe Fehler gemacht wie beim Bierglas-Vergleich. Denn bei unserem Protein geht es nicht um irgendeine Bausteinabfolge, sondern es sind nur solche akzeptabel, die eine sinnvolle Funktion des Proteins ermöglichen.

Die Lösung aller Probleme – die Multiversentheorie-

Wir haben gesehen, dass die Wahrscheinlichkeit der Entstehung von Leben auf unserer Erde gleich null ist.

Wie wäre es aber, wenn es unendlich viele Universen und unendlich viele erdähnliche Planeten gibt. Dann wäre es sehr wahrscheinlich, dass sich auf unserer Erde Leben gebildet hätte.

Hier kommt wieder die bereits am Anfang des Referats vorgestellte Multiversentheorie zum Ansatz. Denn nach dieser Theorie gibt es in der Tat unendlich viele Universen.

Wir haben jedoch gesehen, dass diese Theorie eine spekulative Hypothese ist, die weder überprüft noch bewiesen werden kann.

Dies mag auch der Grund sein, weshalb sie in keiner Publikation im Bereich der Evolutionsbiologie, die ich gelesen habe, erwähnt wird!

Aussagen von Wissenschaftlern bzgl. der Entstehung des Lebens

Eine Vielzahl von Wissenschaftler vermögen die bisher diskutierten Theorien über die Entstehung des Lebens nicht zu überzeugen

Dr. Leslie Eleazer Orgel (1927 - 2007), ein enger Mitarbeiter Stanley Millers und Francis Cricks an der Universität von San Diego und bekannt für seine Theorien über den Ursprung des Lebens machte folgende Aussage: Es ist äußerst unwahrscheinlich, dass Proteine und Nukleinsäuren, die beide komplexe Strukturen darstellen, zufällig zur gleichen Zeit und am gleichen Ort entstanden sind, und dennoch erscheint es unmöglich, dass die einen ohne die anderen vorhanden sein können. Und somit mag man auf den ersten Blick gezwungen sein zu folgern, dass das Leben in der Tat niemals durch chemische Mittel entstanden sein konnte. (The Origins of Life on the Earth).

Harold Urey, der das Miller Experiment zusammen mit seinem Studenten Stanley Miller organisiert hatte, machte folgende Aussage:

Wir alle, die den Ursprung des Lebens studieren, finden, dass je tiefer wir hineinblicken, desto mehr fühlen wir, dass es zu komplex ist um sich irgendwo evolutiv entwickelt zu haben. Wir halten alle als ein Glaubensbekenntnis daran fest, dass sich das Leben auf diesem Planeten aus toter Materie entwickelt habe. Das Problem ist nur, dass seine Komplexität so gewaltig ist, dass es uns schwerfällt, uns vorzustellen, dass das tatsächlich der Fall ist

Einer der führenden Atheisten, **Antony Flew** erklärte: Mit jedem Jahr in dem mehr über die Reichhaltigkeit und die integrierte Existenz des Leben bekannt wird, desto weniger scheint es wahrscheinlich, dass aus einer chemischen Suppe wie durch Magie der genetische Code entstehen konnte. Komplexes Leben kann nicht durch Zufall aus einer Ursuppe entstanden sein.

Der englische Biochemiker und Nobelpreisträger Francis Crick (1934 – 2004) meint: „Ein ehrlicher Mensch, dem alle die heute gewonnenen Erkenntnisse zur Verfügung stehen, könnte nur behaupten, dass der Ursprung des Lebens in einem Sinne fast wie ein Wunder zu sein scheint, so vielfältig sind die zu erfüllenden Bedingungen für seinen Ursprung“ (Life Itself: Its Origin and Nature, 1981, Seite 88).

Der Biochemiker und Nobelpreisträger Christian de Duve (1917 – 2013) stellte 1994 fest: „Wenige Themen faszinieren Biologen jeder Art und auch Nichtbiologen so sehr wie der Prozess, durch den 20 Aminosäuren für die Proteinsynthese ausgewählt und mit informationstragenden Nucleotidtripletts zu Paaren zusammengestellt wurden. **Trotz enormer experimenteller und theoretischer Anstrengung ist dieses zentrale Problem noch immer nicht vollständig gelöst.** (Christian de Duve: Ursprung des Lebens - Präbiotische Evolution und die Entstehung der Zelle, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 1994, S. 197)

Der Evolutionsbiologe Francis Hitching (*1933) sieht Schwächen in der Theorie von der Entstehung des Lebens: „Der Darwinismus versagt darin, einige der grundlegendsten aller Fragen zu klären: Wie unbelebte chemische Substanzen lebendig wurden, welche grammatischen Regeln dem genetischen Code zugrunde liegen und wie in den Genen der Bauplan für die Lebewesen festgelegt wird“. „Die gefälligen Vermutungen und Erörterungen, die in den letzten zehn bis fünfzehn Jahren veröffentlicht wurden und den Vorgang der Entstehung des Lebens erklären, haben sich allesamt als zu naiv und als bedeutungslos erwiesen. Man scheint von der Lösung des Problems tatsächlich noch genauso weit entfernt zu sein wie eh und je“ (Francis Hitching, The Neck of the Giraffe, 1982, Seite 68).

Der Molekularbiologe Prof. Dr. Michael Denton (*1943) erklärt 1986: "Selbst die allereinfachste Art von Zelle, die wir kennen, ist so komplex, dass wir unmöglich annehmen können, ein solches Ge-

bilde sei einfach so urplötzlich durch irgendein unberechenbares und höchst unwahrscheinlichstes Zufallsereignis entstanden. Dies wäre gleichbedeutend mit einem Wunder." Neben der Genialität und Komplexität der molekularen Maschinerie des Lebens erscheinen sogar unsere fortschrittlichsten Geräte plump. Wir fühlen uns so gedemütigt wie sich der Mensch der Jungsteinzeit gegenüber der Technologie des 20. Jahrhunderts fühlen würde- (Evolution: A Theory in Crisis; Bethesda, MD: Adler & Adler, 1986, S. 264)

Der **Biochemiker Ernest Kahane (1903 – 1996)** sagte am 17.04.1964 in einem Vortrag am CERN in Genf: „Es ist absurd und völlig unsinnig zu glauben, dass eine lebende Zelle von selbst entsteht; und doch glaube ich daran, denn ich kann es mir nicht anders vorstellen“.

Sir Fred Hoyle (1915 - 2001) britischer Astronom und Mathematiker: „Wenn es in der Materie ein Grundprinzip gäbe, das auf irgendeine Weise organische Systeme zum Leben erwecken könnte, dann wäre dessen Existenz im Labor einfach nachzuweisen. Man könnte z.B. ein Schwimmbassin nehmen, das die Ursuppe darstellt. Dieses fülle man nach Belieben mit Chemikalien von nichtbiologischer Natur. Darüber oder auch dadurch pumpe man nach Belieben Gase und lasse nach Belieben Strahlung darauf scheinen. Das Experiment lasse man ein Jahr lang laufen und schaue dann, wie viele von den 2.000 Enzymen [der „arbeitenden“ Proteine, die man in lebenden Zellen findet] in dem Bassin entstanden sind.

Ich kann Ihnen die Antwort geben und Ihnen damit die Zeit, Mühe und Kosten ersparen, die das wirkliche Experiment erfordern würde. Sie würden überhaupt nichts finden außer vielleicht einem teerigen Schlamm aus Aminosäuren und anderen einfachen organischen Chemikalien. Wie kann ich mir dieser Aussage so sicher sein? Nun, wenn es anders wäre, wäre das Experiment schon längst durchgeführt worden, wäre bekannt und in aller Welt berühmt. Seine Kosten wären trivial, verglichen mit den Kosten, einen Menschen auf den Mond zu bringen ...; kurz: es gibt nicht den geringsten Hauch eines objektiven Belegs zur Unterstützung der Hypothese, dass das Leben in einer organischen Suppe hier auf der Erde begann. Die Wahrscheinlichkeit, dass höhere Lebensformen auf evolutionäre Weise ins Dasein kamen ist etwa vergleichbar mit der Möglichkeit, dass ein, durch einen Schrottplatz fegender Orkan mit den dort befindlichen Teilen eine Boeing 747 zusammenmontiere (Sir Fred Hoyle, The Intelligent Universe, Michael Joseph, S. 20f., 23 zitiert in John Blanchard, Was Wissen schafft, Friedberg, 3L-Verlag, 2006, S. 73)

Ulrich Kutschera (* 1955) „Die Herstellung einer sich selbst fortpflanzenden Protozelle⁹ im Reagenzglas aus chemisch synthetisierten Einzelkomponenten ist bisher noch keinem Wissenschaftler gelungen. Die Problematik der Lebensentstehung auf der frühen Erde wird jedoch intensiv erforscht. Wir können davon ausgehen, dass auch dieses große Geheimnis der Evolutionsbiologie irgendwann einmal entschlüsselt werden wird. Die bekannten Gesetze der Physik und Chemie, sowie die Systemeigenschaften der Biomoleküle sind ausreichend, um im Prinzip die Entstehung der ersten Protozellen erklären zu können, obwohl noch viele Detailfragen zur chemischen Evolution offen sind.“ (Ulrich Kutschera: Evolutionsbiologie, Ulmer UTB, 2. Auflage, 2006, S. 131)

Der Zoologe Prof. Lothar Kämpfe (*1923) „Einige Fragen der Entstehung des Lebens sind heute mehr oder wenig befriedigend zu beantworten. Vieles ist dagegen noch unklar und spekulativ und kann bestenfalls in möglichen Alternativhypothesen gegenübergestellt werden, deren Wahrscheinlichkeit abzuwägen ist.“ (Lothar Kämpfe: Evolution und Stammesgeschichte der Organismen, UTB Wissenschaft, Gustav Fischer Verlag Jena, 1992, 3. Auflage, S. 175)

„Die Laborsynthese von Leben ist bisher noch nicht möglich, da wir die Bedingungen auf der frühen Erde kaum kennen, die früheste Geschichte des Lebens auf der Erde noch im Dunkeln ist, die Sequenzen der notwendigen Makromoleküle noch nicht in hinreichender Zahl bekannt sind und insgesamt auf dem Gebiet der molekularen Zellbiologie die Anzahl der offenen Fragen wohl noch weitaus größer ist als jene, auf die wir eine Antwort geben können. Und jede Antwort wirft neue Fragen auf. Ob sich die historische Entwicklung zum Leben aber im Reagenzglas nachvollziehen lässt oder ob möglicherweise künstlich erzeugtes Leben eine Aussage über den Entwicklungsweg zu den ersten primitivsten lebenden Strukturen auf der Erde zulässt, muss wohl ganz pessimistisch eingeschätzt werden. (Lothar Kämpfe: Evolution und Stammesgeschichte der Organismen, UTB Wissenschaft, Gustav Fischer Verlag Jena, 1992, 3. Auflage, S. 241)

Prof. Klaus Dose (*1928), ehemaliger Leiter des Instituts für Biochemie an der Johannes Gutenberg Universität und Gründungsbeauftragter der Internationalen Gesellschaft zur Erforschung des Ursprungs des Lebens trifft folgende Feststellung

„Über dreißig Jahre nach dem zunächst verheißungsvollen Beginn der Ära der Simulationsexperimente, kann man zum eigentlichen Mechanismus der Lebensentstehung kaum mehr Fakten angeben als vor 120 Jahren. Man muss leider erkennen, dass ein Großteil der Reaktionsprodukte der Simulationsexperimente dem Leben nicht nähersteht als die Inhaltsstoffe des Steinkohlenteers“ (Naturwissenschaftliche Rundschau 40, 1987, S. 63-64, Interdisciplinary Science Reviews 13 (1988): 348-56;

In der Neuauflage von 1988 des Buches *Origin of Life*, bei dem er Mitverfasser ist schreibt er: Sogar die Einfachste dieser Tausenden von Kohlenstoff-, Wasserstoff-, Sauerstoff- und Stickstoffatomen, enthalten Stoffe (Proteine), die alle eine individuelle Form und Anordnung haben, und eine komplexe Struktur darstellen. Für diejenige die diese Struktur der Proteine genau untersuchen, ist das selbständige Zusammenkommen dieser Stoffe genauso unwahrscheinlich wie die Möglichkeit; dass es aus Buchstaben, die beliebig in die Gegend ausgestreut wurden, das Gedicht "Aeneid" des römischen Dichter Virgil entstand. (*Origin of Life*, Neuauflage 1988, Seite 132-133)

Der Zoologe Prof, W. H. Thorpe (1902 -1986) sagt "...der elementarste Zelltyp stellt einen ‚Mechanismus‘ vor, der unvorstellbar mehr komplex ist, als irgend eine Maschine die der Mensch sich erdenken, geschweige denn bauen könnte. Eine Zelle ist dermaßen komplex, dass selbst der hohe Stand der Technologie, den die Menschheit erreicht hat, es nicht ermöglicht, eine Zelle herzustellen. Keine Bemühungen, eine lebende Zelle herzustellen waren jemals erfolgreich; in der Tat, Versuche dies zu tun wurden stets abgebrochen“. (Der Mensch in der Evolution, München 1969)

Der **Chemiker Richard E. Dickerson (*1931)** führt aus: „Protein- und Nukleinsäure-Moleküle haben die Form langer Ketten, die aus einfacheren Molekülen hervorgehen, indem sich diese miteinander verbinden. Pro Bindung wird dabei ein Molekül Wasser freigesetzt, was andererseits bedeutet, dass ein Überangebot von Wasser die Bindungen wieder spalten kann. Die Frage stellt sich also, wie im wasserreichen Milieu der jungen Ozeane Proteine und Nukleinsäuren überhaupt entstehen konnten.“ (Richard E. Dickerson: Chemische Evolution und der Ursprung des Lebens

2 Geschichten zum Schmunzeln

Ein Amerikaner testete vor einigen Jahrzehnten eine Versuchsreihe über die Ansichten seiner Landsleute über die Entstehung des Lebens. Er stellte folgende Frage: „Sir Edmund Hillary, erreicht während der Besteigung des Mount Everest eine Höhe, die vor ihm noch niemand erreicht hat. Er sieht etwas im Schnee liegen und hebt es auf. Es ist ein Hosenkнопf. Frage: Wie kam der dort hin?“ Er erhielt z. B. folgende Antworten: „Vor Hillary war ein andere Bergsteiger auf dieser Höhe, er kam jedoch um, so dass man von ihm nichts wusste; ein Flugzeug hat beim Überflug Kleidung verloren; der Hosenkнопf wurde weiter unten verloren und die starken Winde haben ihn hier herauf geweht“. Als er dann die These aufstellte, der Knopf könnte ja auch im Laufe der Jahrtausende durch Zusammenlagerung verschiedener Substanzen und anschließender Formung durch die Umwelt entstanden sein, erntete er nur Gelächter.

Eine Arbeitskollegin hatte dieses Bild als Bildschirmschoner auf ihrem PC. Ich sagte zu ihr, dass es immer noch Menschen gibt, die glauben, dass diese Steinformation von Menschen geschaffen wurde. Sie entgegnete, das wäre Stonehenge, ein von Menschen geschaffener religiöser Ort. Ich sagte zu ihr, dass ich diese Interpretation für Unsinn hielt. Meines Erachtens seien diese Steine im Laufe von mehreren Millionen Jahren durch natürliche Ursachen, wie Wind- und Wassererosion übereinander geschoben worden



Sie entgegnete entrüstet, wie ich nur zu einer so unsinnigen Ansicht kommen könne. Ich fragte sie daraufhin, ob sie denn glaube, dass eine Zelle durch natürliche Vorgänge von selbst entstehen könne. Sie bejahte dies.

Niemand glaubt anscheinend, dass ein Hosenknopf oder die o.a. Steinformation von selbst entsteht. Mit der Entstehung eines solch komplexen Gebildes, wie einer Zelle tun sich die Menschen nicht so schwer.

Evolutionfaktoren (Evolutionmechanismen)

Als **Evolutionfaktor oder Evolutionmechanismus** bezeichnet man in der Biologie Prozesse, durch die der Genpool verändert wird.

Der **Genpool** bezeichnet die Gesamtheit aller Variationen (**Allele**) eines Gens einer **Population**. Als Gen wird meist ein Abschnitt auf der DNA bezeichnet, der Grundinformationen für die Entwicklung von Eigenschaften eines Individuums und zur Herstellung einer biologisch aktiven RNA enthält. Ein Gen kann hinsichtlich der zugrundeliegenden Basen variieren. Man bezeichnete die unterschiedlichen Erscheinungsformen als Allele. Als **Population** wird die Gesamtheit aller Individuen, in der Regel derselben Art, bezeichnet, die in einem bestimmten Areal vorkommt.

Die klassischen Evolutionfaktoren sind Mutation, Rekombination Gendrift und Selektion.

Mutation

Als Mutationen bezeichnet man, spontane Veränderungen der Basensequenzen der DNA, die zu neuen Erbanlagen führt. Die DNA ist ein labiles Makromolekül, dessen Komponenten sich leicht chemisch verändern können,

Je nach Umfang der Veränderungen unterscheidet man:

- **Genommutationen:** betreffen die Zahl vollständiger Chromosomensätze oder einzelner Chromosomen eines Satzes (Aneuploidie, z.B. Trisomie).
- Bei **Chromosomenmutationen:** handelt es sich um strukturelle Umlagerungen von größeren Bereichen eines Chromosoms. Die Art der Chromosomenmutation hängt unter anderem von der Zahl und der Verteilung der Chromosomenbrüche ab. Man unterscheidet:
- Bei **Genmutationen** handelt es sich um Veränderungen nur eines oder mehrerer benachbarter Nucleotide.
- Bei einer **Punktmutation** ist nur ein Nucleotid verändert.
-

Mutationsarten

Spontane Mutationen entstehen ohne äußere Einflüsse, und gehen meist auf Fehler während der Zellteilung zurück, weil die zelluläre Maschinerie nicht fehlerfrei arbeitet.

Chemische Substanzen können Mutationen hervorrufen, z.B. Benzpyren, salpetrige Säure, alkylierende Substanzen (Senfgas), Formaldehyd, Zytostatika, Peroxide und Bestandteile von Schädlingsbekämpfungsmitteln oder Abgasen. .

Physikalische Faktoren, wie z.B. UV-Strahlen, Röntgenstrahlen oder Strahlung aus dem radioaktiven Zerfall von Atomkernen radioaktiver Nuklide wie γ - und β -Strahlung führen auf physikalischem Weg durch Veränderungen an Nucleotidbausteinen der DNA zu Mutationen.

Damit Mutationen an die nächste Generation weitergegeben werden und damit zu einer Veränderung des Genpools einer Population und einer Evolution beitragen können, müssen sie in den Keimbahnen (Eizelle, Samenzelle) erfolgen

Dass Mutationen in Keimbahnen in großer Zahl auftreten wurde nachgewiesen und wird von keinem Wissenschaftler in Frage gestellt. Große Unterschiede bestehen jedoch in der Interpretation der Folgen dieser Mutationen auf den Organismus.

Man unterscheidet daher hinsichtlich der Auswirkung der Mutation auf das Lebewesen zwischen neutralen, positiven und negativen (letal) Mutationen

Unterscheidung nach Folgen für den Organismus

Neutrale Mutationen können den Phänotyp verändern, haben aber keine positiven oder negativen Folgen für das Überleben des Lebewesens.

Positive Folgen sind äußerst selten. Dies wird auch von Evolutionsbefürwortern nicht bestritten. Trotzdem muss es sie geben, denn sie sind laut der Evolutionstheorie für die Entwicklung des Lebens und der Artenvielfalt auf der Erde mitverantwortlich.

Ich habe bisher in der mir zugänglichen Fachliteratur nur 2 Beispiele gefunden.

Auf einer Insel hat eine Mutation eine Insektenart flugunfähig gemacht. Diese Degeneration hat sich jedoch kurioserweise nicht nachteilig sondern aus folgenden Gründen vorteilhaft ausgewirkt. Die Nahrung der Insekten kann auch „zu Fuß“ zu erreichen. Durch starke Winde werden die flugfähigen Insekten immer wieder auf Meer hinausgetrieben und schaffen es meist nicht mehr zurück an Land, Dadurch haben die flugunfähigen Insekten gegenüber den flugfähigen einen Selektionsvorteil erlangt. Personen, die an einer Sichelzellenanemie (eine durch Mutation bedingte Erbkrankheit) bei der die äußere Form der roten Blutkörperchen verändert und die Sauerstoffaufnahme verringert ist) leiden haben einen milderen Krankheitsverlauf bei Malaria

Meines Erachtens sind Funktionsverluste und Erbkrankheiten jedoch nicht geeignet um eine Höherentwicklung von Lebewesen zu begründen

Viele Wissenschaftler vertreten die Ansicht, dass Mutationen nur die Informationen auf der DNA zerstören und deshalb dem betroffenen Lebewesen nur Schaden zufügen. Ihrer Meinung nach konnte weder in der Natur noch im Laborversuch eine "nützliche Mutation" beobachtet werden. (s. Stellungnahmen am Ende des Kapitels)

Es gab unterschiedliche Versuche von Wissenschaftlern, die dies bestätigten. Sie hätten verschiedene Tierarten über Jahrzehnte hinweg mutagenen Einflüssen wie z. B. radioaktiver Strahlung ausgesetzt, um nützliche Mutationen zu erzeugen. Aber jedes Mal haben sie nur geschädigte, invalide oder unfruchtbare Individuen erhalten.

Dies ist auch beim Menschen zu beobachten. Die bisher bekannten genetischen Veränderungen führen in allen Fällen zu schweren Schädigungen manchmal sind sie sogar tödlich.

Mutationsbedingte Krankheiten sind zB

Phenylketonurie, der das kindliche Gehirn schädigen kann

Albinismus

Mukoviszidose: die häufigste genetisch bedingte Krankheit Nordeuropas, die die Atemwege verschleimen lässt

Formen von Minderwuchs, bei denen die Arme und Beine ungewöhnlich kurz sind, während der Körper ansonsten wie üblich gebaut ist

Rot-Grün Blindheit

Bluterkrankheit mit gestörter Blutgerinnung

Trisomie 21 (Down Syndrom)

Chorea Huntington

Neueste Forschungen haben ergeben, dass es in einem Organismus innerhalb eines Tages zu Schädigungen in sehr großer Zahl kommt (mehrere Millionen Mal, meist durch den körpereigenen Stoffwechsel). Als Gegenmaßnahme besitzt der Mensch Reparatur- Eliminierungssysteme, die den Schaden wieder beheben.

Auf diese Reparaturmechanismen weist der Zoologe Prof. Lothar Kämpfe (*1923) hin: „Eine wesentliche Rolle für die Konstanterhaltung der Erbanlagen spielen Reparaturprozesse. Sie korrigieren Fehler, die bei der Replikation oder als Schäden in der DNA auftreten. Die Vielfalt der im Laufe der Evolution entstandenen Reparaturprozesse und die relativ große Anzahl der für diese Prozesse in der

Zelle zur Verfügung stehenden Moleküle weist auf ihre Bedeutung für die Erhaltung der Arten hin. Der größte Teil der Reparaturprozesse arbeitet fehlerfrei und stellt den Ausgangszustand wieder her. Daneben gibt es einen kleinen Teil von Reparaturvorgängen, die fehlerhaft verlaufen. Diese fehlerhaften Reparaturvorgänge sind eine Quelle für die Entstehung von Mutationen.“ Die semikonservative Replikation der DNA ... garantiert die Erhaltung der Nucleotidsequenz der DNA und Zellteilungen und Generationen und ist die Voraussetzung dafür, dass Arten über längere Zeit konstant bleiben

Die Herausbildung von Reparaturprozessen ist als ein wesentlicher Faktor der Evolution anzusehen, der sowohl das Überleben als auch Mutationen ermöglicht. Ohne Reparaturkapazität häufen sich Schäden in der DNA sehr schnell an und führen zum Tod der Zelle.“ Wenn man davon ausgeht, dass bei Eukaryoten nur für 20-40% der DNS eine biologische Funktion bekannt ist, ist der größte Teil der Mutationen als neutral einzustufen.“ „. Nur wenige Mutationen haben einen positiven Effekt und können einen Selektionsvorteil bedingen(Lothar Kämpfe: Evolution und Stammesgeschichte der Organismen, UTB Wissenschaft, Gustav Fischer Verlag Jena, 1992, 3. Auflage, S. 73f)

Dies zeigt, dass die Zelle Änderungen im Erbgut ehrt bekämpft und nicht fördert.

Aussagen von Wissenschaftlern zur Frage, ob Mutationen die Grundlage von positiven Veränderungen sein können

Der Genetiker John C. Sanford (*1950) hat bei seinen Forschungen festgestellt, dass durch Mutation keine Information gewonnen wird, sondern dass Informationen sogar verloren gehen. (John C. Sanford (2005) Genetische Entropie und das Geheimnis des Genoms)

Der Biochemiker und Nobelpreisträger Sir Ernest Chain (1906-1979): „Die Behauptung, dass die Entwicklung und das Überleben des Angepassten eine reine Folge zufälliger Mutationen sein sollen, scheint mir eine Hypothese zu sein, die sich auf keine Indizien stützt und mit den Fakten unvereinbar ist. Diese klassischen Evolutionstheorien sind eine allzu grobe Vereinfachung einer unendlich komplexen und komplizierten Masse von Fakten, und ich staune, dass sie so unkritisch und bereitwillig und über einen so langen Zeitraum hinweg von so vielen Wissenschaftlern ohne den leisesten Protest geschluckt werden.“ D.T. Tosevaar, Scientists Critical of Evolution, Evolution Protest Movement, Pamphlet Nr. 224, Juli 1980, S. 4 (zitiert in John Blanchard, Was Wissen schafft, Friedberg, 3L-Verlag, 2006, S. 68)

Der Biologe Remy Chauvin (1913-2009) „Zumal die tierischen Lebensformen, die sehr schnell mutieren, über Millionen von Generationen hinweg dieselben geblieben sind, kommen Mutationen als Triebkraft der Evolution nicht in Frage.“ „Das ist eine Frage des gesunden Menschenverstandes, doch gegen die Hartnäckigkeit von Vorurteilen innerhalb der Wissenschaft wie auch überall sonst kommt der gesunde Menschenverstand nicht an.“(Remy Chauvin, La biologie de l'esprit, Editions du Rocher, S. 23f (zitiert in John Blanchard, Was Wissen schafft, Friedberg, 3L-Verlag, 2006, S. 67)

Der Evolutionsbiologe und Genetiker Theodosius Dobzhansky (1900-1975) „Die bei Drosophila erfassten klassischen Varianten weisen normalerweise Verfall, Versagen oder Verschwinden einiger Organe auf. Man kennt Mutationen, Borsten und Beinen die Pigmentbildung verringern oder zerstören. Viele Mutationen wirken tatsächlich tödlich auf den Träger. Variationen, die der normalen Fliege an Vitalität²⁰ gleichkommen, sind eine Minderheit, und Variationen, die eine größere Verbesserung der normalen Organisation innerhalb einer normalen Umgebung aufweisen, sind unbekannt.“ Theodosius Dobzhansky: Evolution, Genetics and Man, New York, 1955, S. 105)

Im Gegensatz zur Meinung von de Vries(1901 veröfentlichte H. de Vries seine „Mutationstheorie“, in der er in Mutationen die Ursache für den Ursprung der Arten sah). ist festzuhalten, dass Mutationen keine neuen Spezies hervorbringen. Die Mutationen von Drosophila bleiben weiter Fliegen und gehören zur selben Spezies Drosophila zu der auch ihre Vorfahren gehörten.“ (Theodosius Dobzhansky: Evolution, Genetics and Man, New York, 1955, S. 83)

Theodosius Dobzhansky gilt zusammen mit Ernst Mayr als einer der führenden Vertreter der synthetischen Evolutionstheorie, welche die Genetik (Mendel'sche Regeln) mit der Evolutionstheorie vereinigte. Dobzhansky leistete entscheidende Beiträge zum Verständnis der biologischen Evolution und der Entstehung der Arten. Er war nicht nur ein großer Evolutionstheoretiker sondern auch ein bedeutender Experimentator. Bekannt wurde er durch seine genetischen Forschungen über die Fruchtfliege „*Drosophila melanogaster*“.

Neben graduellen Veränderungen, wie sie die Bildung von Unterarten und Arten beherrschen (Mikromutation) wird für die Makroevolution also auch die mehr oder weniger unvermittelte Entstehung grundsätzlich neuartiger Organismen postuliert. ... Allerdings bleiben solche Vorgänge wegen ihrer Seltenheit der direkten Beobachtung entzogen, die zugrunde liegenden Mechanismen sind einer experimentellen Forschung kaum zugänglich.“ **Storch / Welsch / Wink: Evolutionsbiologie(Lehrbuch)**;, Berlin, Hamburg: Springer-Verlag, 2007, 2. Auflage, S. 229

Der Genetiker Richard Benedict Goldschmidt (1878–1958) „Es ist wahr, dass niemand eine neue Art oder Gattung durch z.B. Makromutationen geschaffen hat. Es ist ebenfalls wahr, dass niemand auch nur eine einzige Art durch Selektion von Mikromutationen erzeugt hat.“ Deshalb muss anerkannt werden, dass in der Evolution durch Mikromutation, mit der doch die Populationsgenetik so erfolgreich umgeht, nicht etwas wirklich Neues erreicht werden kann.“ (B.Goldschmidt, Theoretical Genetics, Berkeley, California, 1955, S. 481

Der Gründer und Direktor der Instituts für Genetik an der Universität Bonn Werner Gottschalk (1919. 2013): „... nur ein sehr kleiner Teil der Mutanten sind mit der Stammform vergleichbar oder ihr überlegen. Diese Befunde können verallgemeinert werden. Mutanten – gleichgültig, ob sie durch spontane oder experimentell induzierte Vorgänge entstanden sind – haben zum überwiegenden Teil einen negativen Selektionswert. Sie sind im allgemeinen nicht in der Lage, sich unter natürlichen Konkurrenzbedingungen zu behaupten oder durchzusetzen, werden vielmehr im Verlauf weniger Generationen aus der Population eliminiert. (Werner Gottschalk, Allgemeine Genetik, Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1994, 4. Auflage, S. 204)

„In Übereinstimmung mit Darwins Vorstellungen wird von vielen Genetikern der Stadtzentrum vertreten, die Evolution in ihrer Gesamtheit gehe letztlich auf Mutationsprozesse zurück. ... Ob die Artgrenze hierbei durch die Summierung zahlreicher Genmutationen kontinuierlich oder durch einzelne „Großmutationen“ diskontinuierlich überschritten wird, ist bei objektiver Bewertung der existierenden Befunde noch völlig offen. Keine der beiden Hypothesen ist bisher bewiesen worden. Neue Arten sind experimentell weder durch die schrittweise Anhäufung von Genmutationen noch durch die Induzierung einzelner progressiver Mutationen hergestellt worden. Hier liegt für die experimentelle Evolutionsforschung ein weites faszinierendes Arbeitsfeld.“ (Werner Gottschalk, Allgemeine Genetik, Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1994, 4. Auflage, S. 309 (in der 2. Auflage von 1984, S. 289)

Das Standardwerk für die gymnasiale Oberstufe, Linder Linder/Hübler -Biologie (2005): „Selten sind neue Allele von Vorteil, sondern sehr oft nachteilig, z.B. verkrüppelte Flügelformen bei *Drosophila*.“ (S. 323) „Die Zahl der ungünstigen Mutationen ist nach allen bisherigen Beobachtungen um ein Vielfaches größer als die Zahl der günstigen Mutationen. Dies rührt sicher daher, dass der Zustand des Angepasst seins an eine bestimmte Umwelt so kompliziert ist, dass fast jede kleinste Veränderung eine negative Wirkung hat. Die sehr seltenen günstigen Mutationen jedoch haben die Chance, sich in einer Bevölkerung auszubreiten.“(S. 97)

Der Biochemiker Prof. Isaac Asimov „Die meisten Mutationen sind nachteilig.“ „Schließlich werden die Mutationen aber doch eine Fort- und Aufwärtsentwicklung bewirken. (The Wellsprings of Life)

Encyclopedia Americana „Die Tatsache, dass sich die meisten Mutationen auf den Organismus schädlich auswirken, scheint kaum mit der Ansicht vereinbar zu sein, Mutationen seien die Quelle des Rohmaterials für die Evolution. In der Tat stellen die Mutanten, die in Biologielehrbüchern abgebildet

sind, eine Sammlung von Missbildungen und Monstrositäten dar, und die Mutation scheint eher ein zerstörender als ein aufbauender Prozess zu sein.“

Rekombination

Unter Rekombination versteht man die Neuverteilung von Erbgut während der Meiose. Die Meiose ist für die Halbierung des diploiden, auf einen haploiden Chromosomensatz bei Keimzellen zuständig. Würde es nicht zu dieser Reduktion kommen, würde sich die Anzahl der Chromosomen bei der Befruchtung immer wieder addieren und es käme zu einer schier unendlichen Zahl an Chromosomensätzen. Diese dabei entstehenden Zygoten wären nicht lebensfähig. Durch Rekombination die durch die Meiose und die Kernverschmelzung bei der Befruchtung werden die Erbanlagen der Eltern neu kombiniert, so dass Nachkommen mit individuellen (einzigartigen) Kombinationen von Erbanlagen entstehen. Bei der Rekombination bleiben die relativen Häufigkeiten der Erbanlagen in einer Population unverändert, aber die (insbesondere phänotypische) Variabilität der Individuen in einer Population wird wirksam erhöht. Rekombination findet bei ungeschlechtlicher Fortpflanzung nicht statt.

Gendrift

Unter Gendrift versteht man eine zufallsbedingte Änderung des Genpools. Sie ist in kleinen Populationen wirksamer als in großen. So kann zum Beispiel bei einer Naturkatastrophe oder einer Seuche eine Gruppe von Trägern bestimmter Merkmale plötzlich aussterben. Es breitet sich der überlebende Teil der Population mit etwas anderer genetischer Zusammensetzung aus, beim zufälligen Überleben von Individuen mit nachteiligen Erbanlagen breiten sich sogar diese aus. Ein weiteres Beispiel für Gendrift ist die Besiedlung eines neuen Lebensraums durch eine kleine Gründerpopulation. Die neue Population weist die Häufigkeitsverteilung der Erbanlagen der Gründerpopulation auf, die sich zufallsbedingt von der der Stammpopulation unterscheiden.

Selektion

Selektion (von *selectio* ‚Auswahl‘/ ‚Auslese‘) bedeutet, dass in der Natur die Lebewesen überleben, die am besten an die sie umgebenden Umweltbedingungen angepasst sind. Darwin sprach hier von **natürlicher Auslese (Selektion)**- Später übernahm er hierfür den Ausdruck „**Survival of the Fittest**“ des britischen Sozialphilosophen Herbert Spencer.

Die natürliche Selektion bewirkt die Reduzierung des Fortpflanzungserfolgs bestimmter Individuen einer Population mit der Folge, dass andere Individuen, die im Rückblick als „überlebenstüchtiger“ erkennbar sind, sich stärker vermehren. Die entscheidenden Einflüsse üben äußere Faktoren der Umwelt, sog. **Selektionsfaktoren** aus. „Überlebenstüchtigkeit“ (Fitness) bedeutet nicht das „Überleben der Stärksten“. Sie kann auch **Kooperation** (Zusammenwirken zweier oder mehrerer Lebewesen mit gemeinschaftlichen Zielen) einschließen. Falls die Individuen einer Population in einem oder mehreren Merkmalen variieren (das ist in natürlichen Populationen in der Regel der Fall), bewirkt die Selektion einen unterschiedlichen Fortpflanzungserfolg, indem einige Individuen länger überleben, mehr Nachkommen produzieren können, Feinden besser entkommen oder widerstehen können, resistenter gegen Krankheiten sind usw. Man sagt dazu, die Individuen mit höherem Fortpflanzungserfolg besitzen eine höhere Fitness. Die selektierten Merkmale, die die höhere Fitness bewirken, können genetisch bedingt (erblich) sein, oder es kann sich um umweltbedingte Varianten oder Modifikationen handeln. Evolutionär wirksam ist nur die Selektion erblicher Merkmale. Die Erbanlagen der fitteren Individuen sind dann in der Folgegeneration mit einem größeren Anteil vertreten, das bedeutet zwangsläufig gleichzeitig, dass Individuen mit (in ihrer aktuellen Umwelt) ungünstigeren Merkmalen in der Folgegeneration mit geringerer Häufigkeit vertreten sind. Die unterschiedlichen Individuen besitzen nur in seltenen Ausnahmefällen vollkommen unterschiedliche Gene. In der Regel ist es so, dass die vererbten Unterschiede auf geringfügige Varianten desselben Gens zurückzuführen sind. Die meisten dieser Unterschiede betreffen sogar nur ein einzelnes Basenpaar:

Man unterscheidet zwischen **abiotischen und biotischen Selektionsfaktoren**

Abiotische Selektionsfaktoren sind Trockenheit/ Feuchtigkeit/ Wärme/ Kälte/ Lichteinfall/ Nährstoffangebot/ Temperatur/ Wind

Biotische Selektionsfaktoren sind Feinde/ Beute, Nahrung/ Konkurrenten/ Parasiten/ Symbionten/ Krankheiten.

Später wurden neben der natürlichen Selektion auch noch die **sexuelle Selektion** und die **künstliche Selektion** als Selektionsfaktoren eingeführt.

Bei der **künstlichen Selektion** handelt es sich um die Selektion, die durch den Menschen verursacht wird. Dabei wird ein ausgewähltes Merkmal oder eine Kombination von Merkmalen in einer Population durch den Menschen gefördert. Individuen, welche diese Eigenschaften nicht aufweisen, werden von der Fortpflanzung ausgeschlossen.

Da der Mensch den Schlusspunkt der Evolution bildet kann die künstliche Selektion als Ursache der Höherentwicklung ausgeschlossen werden.

Unter **sexueller Selektion** versteht man die Auswahl von Individuen durch die Sexualpartner.. Entscheidend ist, dass Erbanlagen derjenigen Merkmale weitergegeben werden, die von den Sexualpartnern bevorzugt werden. Die sexuelle Selektion ist ein Sonderfall der natürlichen Selektion. Sie ergibt sich aus der Konkurrenz der Geschlechter um Fortpflanzungspartner des anderen Geschlechts innerhalb einer Art. Zahlreiche Merkmale von Arten, die mit der natürlichen Selektion zunächst nicht erklärbar sind, weil sie mit einem Überlebensnachteil für ihren Träger verbunden sind, lassen sich dadurch erklären, dass sie die Wahrscheinlichkeit ihres Trägers erhöhen, sich erfolgreich zu paaren und dadurch seine Nachkommenzahl zu steigern. Wichtig ist die sexuelle Selektion beispielsweise zur Erklärung des Sexualdimorphismus m zwischen den Geschlechtern, zur Erklärung des Geschlechterverhältnisses und zur Interpretation des Verhaltens und der sozialen Systeme zahlreicher Tierarten.

Evolution ohne Selektion

Nach einem in **Spektrum der Wissenschaft im Mai 2014 vorgestellten Modell** soll eine „**selektionsfreie Evolution**“ möglich sein. Doch stellen sich einige Fragen, ob dieser Ansatz realistisch ist. Autor des entsprechenden Artikels ist der bekannte Wissenschaftsjournalist Carl Zimmer (*1966). Er stellt eine neue Idee vor, wie Komplexität im Laufe der hypothetischen Evolution entstehen könnte. „Evolution ohne Selektion“ ist als Schlagwort nicht neu; schon im Jahr 1988 veröffentlichte A. Lima-de-Faria ein Buch unter dem Titel „Evolution without selection“. Eine neue Grundidee zu „Evolution ohne Selektion“ wird im kurzen Intro-Text so zusammengefasst: „**Nach Ansicht mancher Forscher können auch ohne Selektionskräfte komplexere biologische Strukturen und Lebewesen entstehen – quasi als Nebeneffekt von zunächst unbedeutenden Fehlentwicklungen.**“

Auch durch richtungslose Änderungen des Erbguts. Entständen manchmal „einfach so“ komplexe Phänomene. Das klingt zwar fast wie Zauberei.

Zimmer nimmt Bezug auf das Buch „Biology’s First Law“ von **Daniel W. McShea** und **Robert N. Brandon** ((2010). Darin wird die Entstehung neuer Komplexität als eine Art „Gesetz“ gefasst, das sie als „zero-force evolutionary law“ bezeichnen, was man als „kraftfreies Evolutionsgesetz“ übersetzen kann. Getestet haben sie dieses Gesetz – so berichtet Zimmer weiter – an Laborstämmen der Taufliege *Drosophila*. Diese wurden dauerhaft rundum versorgt und hatten somit ein stressfreies Leben bzw. sind vergleichsweise wenig mit Selektionsdrücken konfrontiert. Anders als bei wild lebenden Populationen, die unterschiedlichen Selektionsfaktoren unterworfen sind, können bei Wegfall von Selektion Individuen mit Mutationen, die ihre Vitalität einschränken, überleben und werden nicht ausgemerzt. Denn gewisse Schäden durch Mutationen sind unter den günstigen Lebensbedingungen verkraftbar, während sie unter den härteren Freilandbedingungen nachteilig wären und die betreffenden Formen der Auslese zum Opfer fallen würden. Also müssten die Laborfliegen „allmählich komplexer geworden sein als ihre Artgenossen in der Wildnis“ (Zimmer 2014, 28) – so die Hypothese, weil sich mehr Mutationen ansammeln und weniger durch Auslese verloren gingen.

McShea und seine Doktorandin Leonore Fleming haben die wissenschaftliche Literatur zu 916 Laborlinien der Taufliege nach „Missbildungen“ durchgeforstet und stießen dabei auf eine große Zahl von Abnormitäten, z. B. auf Tiere „mit ungleichen Beinen, mit ungewöhnlich gemusterten oder deformierten Flügeln oder mit ‚verkehrt‘ gebildeten Fühlern (Antennen) und so weiter.“ Diesen (eigentlich altbekannten) Befund werten die Forscher als Bestätigung dafür, dass die Fliegen bei Abwesenheit oder Minderung der Selektion komplexer geworden seien als ihre wild lebenden Verwandten und mithin als Beleg für ihre Hypothese. Zimmer untermauert diese Deutung mit einer Abbildung, in der eine deformierte *Drosophila* einer normalen gegenübergestellt wird und interpretiert dies in der Legende so: „In der Wildnis sind Taufliegen starken Anpassungszwängen ausgesetzt, die bei einer Laborhaltung wegfallen. Dadurch treten bei Laborstämmen auffallend viele Abweichungen von Körperstrukturen auf, die sich erhalten, weil sie den Tieren nicht schaden (rechts sind Beispiele zusammengestellt). Verglichen mit Wildformen (links) sind die Laborstämme nach Ansicht von Forschern komplexer“ (Zimmer 2014, 27).

Antonio Lima-de-Faria, Genetiker und emeritierter Professor an der **Universität von Lund**, Schweden hat ein **Buch** unter dem Titel **„Evolution ohne Selektion“ geschrieben**. Nach seiner Meinung können auch ohne Selektionskräfte komplexere biologische Strukturen und Lebewesen entstehen, quasi als Nebeneffekt von zunächst unbedeutenden Fehlentwicklungen.

Das Buch argumentiert, dass nur physikalische und chemische Prozesse real sind und der moderne neo-darwinistische populationsgenetische Ansatz zur Evolution falsch ist. Lima-de-Faria betont, dass die Gesetze der Physik und Chemie die Grundformen lebender Organismen erzeugen und dass physikochemische Kräfte und Organismen auf vielen Ebenen interagieren. Die zentrale Prämisse des Buches ist, dass die aktuellen Modelle der biologischen Evolution den aktiven Beitrag dieser Kräfte ignorieren. Er argumentiert in dem Buch, dass Selektion nicht der Mechanismus der Evolution ist, weil sie nicht auf einer Waage gewogen, in eine Phiole gegossen oder in bestimmten Einheiten gemessen werden kann. Nur eine materielle Komponente kann der Mechanismus der Evolution sein, und dies muss in den physikalisch-chemischen Prozessen gefunden werden.

Lima-de-Faria ist der Ansicht, dass es in der Evolution keine zufälligen Ereignisse gibt, dass es keine natürliche Auslese gibt und dass sich alle lebenden und nicht lebenden Materien aus denselben Gesetzen entwickeln. Lima-de-Faria listet 56 Prinzipien des "Autoevolutionismus" auf. Lima-de-Faria schrieb: "Im Rahmen des Autoevolutionismus erscheint die Orthogenese als direktes Ergebnis der Kanalisierung, die den Entwicklungen vor der biologischen Evolution innewohnt, und als Ergebnis der autonomen Entwicklungen, die innerhalb der Zelle und des Organismus stattfinden."

Das Buch spricht sich auch gegen sexuelle Selektion aus.

McShea, Brandon und Lima-de-Faria stoßen mit ihrem Modell nahezu in der gesamten Wissenschaftsgemeinde auf Kritik

Man fragt, worin überhaupt die Zunahme an Komplexität besteht? Zugenommen habe zwar die Vielfalt an unterschiedlichen Ausprägungen von Körpermerkmalen. Von diesen schränken aber viele die Vitalität des entsprechenden Individuums nachhaltig ein. Ist dann aber der Begriff „Komplexität“, verstanden als formale Steigerung der Vielfalt an Strukturen, überhaupt hilfreich, wenn keine Bewertung der neuen Vielfalt vorgenommen wird? Offenbar wird die größere Anzahl an gestaltlichen Ausprägungen als „Komplexitätszunahme“ bezeichnet, doch besteht kein Zweifel daran, dass es sich dabei um mehr oder weniger ausgeprägte Missbildungen handelt; Zimmer selbst spricht von „Abnormitäten“. In Bezug auf die eigentlich relevante Frage nach einer Erklärung für die Entstehung evolutionärer struktureller oder funktionelle Neuheiten wird dagegen mit diesen Befunden nichts gewonnen. Gemessen am Erklärungsziel einer Komplexitätszunahme *mit neuer Struktur und Funktion* von Organen, Stoffwechsellaskaden oder molekularen Maschinen sind die im Artikel von Zimmer erwähnten Beispiele in keiner Weise beweiskräftig. Geringfügige, z. T. nur hypothetische Änderungen oder regelrechte Missbildungen können nicht als Rohmaterial für evolutionäre Neuheiten interpretiert werden.

Selektion kommt in der Tier- und Pflanzenwelt täglich vor und kann beobachtet werden. Viele Wissenschaftler vertreten jedoch die Ansicht, dass natürliche Selektion eher mitelpunktsuchend wirkt, d.h. sie begünstigt Individuen, die nahe einer bestimmten Sorte stehen, auf Kosten derer, die davon abweichen. Neueste Forschungsergebnisse weisen sogar darauf hin, dass die natürliche Selektion abweichende Typen sogar bekämpft.

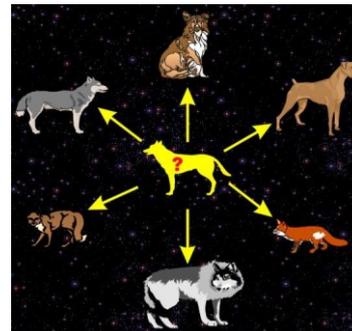
Die Evolution stellt sich eher als ein konservativer Prozess dar, der nicht nach neuem strebt, sondern der Erhaltung dessen, was schon vorhanden ist. Es ist daher fraglich, ob mit den klassischen Evolutionsfaktoren die Entstehung neuer Grundtypen bzw. Arten begründet werden kann.

Um diese Frage zu beantworten ist eine Unterscheidung in Mikro- und Makroevolution erforderlich.

Mikro und Makroevolution

Es wird oft behauptet, die Unterscheidung in Mikro- und Makroevolution sei eine Erfindung der Kreationisten. Dies trifft nicht zu. Der Biologe **Thomas Waschke (*1954)** hat in Internetbeiträgen eine Übersicht über verschiedene begriffliche Abgrenzungen von Mikro- und Makroevolution veröffentlicht. Das Begriffspaar wurde demnach 1927 von **Philipschenko** und auch heute wird in der Evolutionsbiologie häufig davon Gebrauch gemacht, auch wenn diese Begriffe nicht als solche nicht immer verwendet werden. Man spricht vielmehr in Publikationen oft von einer evolutiven Feinabstimmung und der Entstehung von Neuem.

Unter **Mikroevolution** versteht man Änderungen in den Arten oder auch Bildung einer neuen Art, die jedoch über den Grundtyp nicht hinausgehen (Anpassungen, Spezialisierungen, Optimierungen). Die Mikroevolution ist wissenschaftlich empirisch belegt und auch von Kreationisten (Verfechter des Schöpfungsglaubens) anerkannt. Man könnte sie auch mit Variation innerhalb einer Art umschreiben. Bei Lebewesen, die sich geschlechtlich vermehren ist es nun möglich, verschiedene Gene miteinander zu kreuzen, was zu einer Mischung und damit zu neuen Merkmalen bei den Nachkommen führt



Diese Nachkommen sind der Selektion ausgesetzt, was in der Regel dazu führt, dass schwächere, Kranke und missgebildete Individuen der Selektion zum Opfer fallen und nur die stärkeren überleben. **Mikroevolution steht daher für Variationsvorgänge auf der Basis bereits vorhandener Konstruktionen.** Durch Mikroevolution werden Optimierungsprobleme gelöst. Sie umfasst Spezialisierungen an besondere Umweltbedingungen, **Optimierungen** einzelner Merkmale oder auch **Rückbildungen**. Man könnte Mikroevolution als „Variation eines Themas“ beschreiben oder als „Überlebensstrategien“ charakterisieren.

Optimierungen sind als Spezialisierungen eines variablen Merkmals zu verstehen. Beispielsweise wurden Getreide züchterisch auf möglichst großen Ertrag hin optimiert. Optimierungen gehen erfahrungsgemäß oft auf Kosten anderer Fähigkeiten und sind relativ zur jeweiligen Umwelt zu beurteilen und nicht als Verbesserungen einer zuvor unvollkommenen Struktur zu verstehen. **Wichtig ist, dass einer Optimierung immer ein funktionsfähiges System zugrunde liegt,** das über zufällige Variation der Systemparameter an vorgegebene Kriterien angepasst wird. Ein Vergleich aus der Technik kann den Unterschied zwischen

Der Begriff „Feinabstimmung“ zur Charakterisierung von Mikroevolution ist zwar durchaus auch treffend, erfasst aber nur einen Teilaspekt. Denn es sind auch alle Vorgänge mikroevolutiv, die zur Ausprägung genetisch bereits angelegter Information führen, z. B. wenn durch Umweltreize bestimmte Erbanlagen aktiviert werden, die vorher inaktiv waren..

Ganz anders als die Mikroevolution umfasst die **Makroevolution** über das "Artniveau" hinausreichende Vorgänge, die zur Bildung völlig neuer Arten führen (zB aus einem Reptil wird über Zwischenformen ein Vogel oder ein Säugetier)



Makroevolution ist ein grundlegender „Umbau“, der zu völlig neuen Funktionen und letztlich zu neuen Bauplänen führt. Da dieser Umbau mehrere Millionen Jahre gedauert können diese Vorgänge naturgemäß heute weder beobachtet noch experimentell überprüft werden, Dies stellt einen schwerwiegenden Nachteil der Evolutionstheorie dar.

Beispiele zum Unterschied zwischen Mikro- und Makroevolution

Der wissenschaftliche Buchautor **Markus Rammerstorfer** zeigt den Unterschied zwischen **Mikro- und Makroevolution sehr schön mit dem Bau einer Brücke**. Optimiert man z.B. eine Brücke nach bestimmten Kriterien wie max. Stabilität bei größtmöglicher Kapazität und geringsten Materialkosten etc., wird die Evolutionsstrategie eine entsprechende Adaption des vorgegebenen Bauplans vornehmen. Dass aber womöglich eine Untertunnelung des Flusses klüger wäre, wird ein Mutations-Selektionsprinzip nicht 'erkennen'. Selbst wenn man dem Optimierungsprogramm jede denkbare Freiheit in Bezug auf den Bauplan geben würde, könnte kein Tunnel entstehen. Denn: Was für einen 'Selektionsvorteil' könnte ein erster Schritt zu einem Tunnel bringen? Die Evolutionsstrategien in technischen Systemen sind den darwinschen Mechanismen nachempfunden. Die kreative Tätigkeit der Ingenieure wird damit aber nicht überflüssig. Vielmehr können erst auf deren Basis die Optimierungsprozesse aufbauen, bei welchen Computerprogramme nützlich sind, die mit dem Trial and Error-Verfahren arbeiten.

Ein typisches Beispiel für **Mikroevolution** wäre die **Variation der Form des Hornschnabels** von Vögeln. Bekanntestes Beispiel sind die Darwinfinken. Ein Vogelschnabel kann kurz und dick sein (gut zum Knacken harter Kerne), er kann aber auch fein und lang sein (was z. B. gut für das Stochern nach Insekten in Baumrinden ist).

Makroevolution dagegen ist die erstmalige Entstehung des Hornschnabels aus einem bezahnten Kiefer eines Vorläuferreptils (wobei das genetische Potential für die Ausbildung des Schnabels auch nicht latent zuvor schon vorhanden war). Dabei wären in mehrfacher Hinsicht Umbauten erforderlich, die mit bloßen Variationen (dicker, dünner, länger, kürzer) nicht zu erreichen sind. Außerdem kann ein Hornschnabel deutlich andere Funktionen ausüben als ein bezahnter Kiefer. Ein Hornschnabel ist aus anderem Material als Zähne aufgebaut; die Muskulatur muss angepasst sein, das Verhalten (Nahrungserwerb, Fressbewegungen) muss entsprechend abgestimmt sein.

Die inhaltliche Bestimmung von Makroevolution ist sehr uneinheitlich. Zur Erfassung des Begriffes „**Makroevolution**“ ist eine möglichst genaue Bestimmung dessen erforderlich, was unter „neuen Konstruktionen“ bzw. einem „grundlegenden Umbau“ zu verstehen ist,

Waschke unterteilt drei Hauptgruppen.

1. Der Begriff „Makroevolution“ wird verwendet, um auf *unterschiedliche Mechanismen* innerhalb der Evolution hinzuweisen. Die Auffassung von der Verschiedenartigkeit der Mechanismen wurde der Sache nach auch schon lange vor 1927 vertreten (z. B. mit dem Begriffspaar „Anpassungs- und Höherentwicklung“).

Darwins gradualistische Mechanismen würden demnach nicht ausreichen, um die Entstehung der Baupläne des Lebens zu erklären.

2. Der Begriff „Makroevolution“ wird mit der Begründung abgelehnt, es gebe nur *einen* Evolutionsmechanismus.

3. Der Begriff „Makroevolution“ wird vornehmlich *deskriptiv* verwendet, ohne eine Aussage über Mechanismen zu machen. Dies ist z. B. der Fall, wenn Makroevolution als „Evolution in geologischen Zeiträumen“ verstanden wird. Meist wird schon Evolution oberhalb des Artniveaus als „Makroevolu-

tion“ bezeichnet. Synonym werden öfter die Begriffe „infraspezifische Evolution“ und „transspezifische Evolution“ verwendet.

Der „springende Punkt“ bei der Makroevolution ist der Erwerb einer grundsätzlich neuen Funktion. Um neue Funktionen ausüben zu können, ist nach allem, was man über lebende Systeme weiß, das Zusammenwirken mehrerer Bestandteile erforderlich. Diese Bestandteile mag es zuvor bereits in anderen Funktionszusammenhängen schon gegeben haben, aber ihre neue und anders abgestimmte Konstellation ermöglicht eine neue Funktion.

Kennzeichnend für einen makroevolutionären Übergang ist die Notwendigkeit vieler unabhängiger zusammenpassender Änderungen, die ablaufen müssen, um eine neue funktionsfähige Struktur zu erhalten. Dafür aber gibt es bislang keine experimentellen Belege, und theoretische Modelle sind gewöhnlich nur vage formuliert und basieren auf zu stark vereinfachenden Vorstellungen über den untersuchten Gegenstand.

Michael Behe hat in diesem Zusammenhang den Begriff der „**irreduziblen Komplexität**“ in die Diskussion eingeführt (s- Ausführungen bei Intelligent Design). Ein System ist nach Behe irreduzibel komplex, wenn es notwendigerweise aus mehreren fein aufeinander abgestimmten, interagierenden Teilen besteht, die für eine bestimmte Funktion benötigt werden, so dass die Entfernung eines beliebigen Teils die Funktion restlos zerstört.

Ein Nachteil des Konzepts der irreduziblen Komplexität ist allerdings, dass es im strengen Sinne nur auf klar abgrenzbare und überschaubare molekulare Systeme angewendet werden kann. Die Argumentation mit irreduzibler Komplexität greift zwar prinzipiell auf allen Ebenen der Organisation der Lebewesen; höhere organismische Organisationsniveaus sind aber viel schwerer zu durchschauen, womit der eindeutige Nachweis von irreduzibler Komplexität schwieriger wird. Dementsprechend ist eine Quantifizierung von Makroevolution bisher auch nur im vergleichsweise einfacheren biochemischen Bereich möglich. Dort sind die Systeme noch am ehesten durchschaubar und es können minimal nötige Schritte von einem selektionspositiven Zustand zu einem anderen mit neuer Funktion abgeschätzt werden.

Prof. Siegfried Scherer, TU München, hat zu diesem Zweck den Begriff „**Basisfunktionszustand**“ eingeführt, den er wie folgt definiert:

„Zwei Basisfunktionszustände sind gegeben, wenn der postulierte Übergang zwischen ihnen nicht mehr in weitere selektionspositive Zwischenstufen unterteilt werden kann“ Er diskutiert als konkretes Beispiel die hypothetische Evolution einer elektronentransportabhängigen ATP-Bildung aus einem gärenden Bakterium. Im biochemischen Bereich können unter Zugrundelegung von Mutationsraten, großen Zeiträumen und Populationsgrößen quantitative Abschätzungen zur Wahrscheinlichkeit der Überbrückung zweier Basisfunktionszustände durchgeführt werden.

Scherer kommt zum Schluss, dass unter sehr evolutionsfreundlichen Annahmen zwei Basisfunktionszustände durch nicht mehr als sechs Mutationsschritte getrennt sein dürfen, „damit sie in einer weltweiten Prokaryontenpopulation im Durchschnitt einmal während 4 Millionen Jahren auftreten.“ Nach allen gegenwärtigen biologischen Kenntnissen liegen Basisfunktionszustände um weit mehr als sechs Einzelmutationen auseinander.

Ergibt viel Mikroevolution Makroevolution.

Es gibt Wissenschaftler, die diese These vertreten.

Der emeritierter Professor der Universität von Hawaii **Ronald Amundson** (*1946) vertritt in seinem Buch „Die sich verändernde Rolle des Embryos im evolutionären Denken (2005)“ diese Auffassung Makroevolution sei nichts anderes als eine fortgesetzte Mikroevolution über große Zeiträume (S. 166).

Ähnlich argumentiert auch **Manfred Diehl** in seinem Buch „Abstammungslehre“ (Heidelberg.1980, 143): „Da wir bis heute keine Vorgänge kennen, die bedeutende Organisationsumwandlungen plötzlich bewirken - weder aus Kurzzeitexperimenten- noch aus paläontologischen Untersuchungen - müssen wir für die so genannt n ‘transspezifischen’ Wandlungen über erheblich längere Zeiträume, verantwortlich machen, .“

In diesem Zusammenhang sei auch auf das „**Gesetz der rekurrenten Variation**“ (**Prof. Wolf-Ekkehard Lönnig**) hingewiesen. Es besagt, dass die Zahl der Mutantentypen begrenzt ist und diese verschiedenen Typen (vielfach) wiederholt („rekurrent“) auftreten, und ist durch zahlreiche Studien experimentell bestens belegt. Da die Mutationsforschung zugleich keine Hinweise auf die Entstehung neuer Konstruktionen erbracht hat, ist die nahe liegende Schlussfolgerung aus dem Gesetz der rekurrenten Variation, dass auch eine zeitliche Extrapolation keinen Schlüssel zum Verständnis der Mechanismen von Makroevolution bietet. Kurz: Die

Doch aus der Tatsache, dass keine besonderen Mechanismen für Makroevolution gefunden wurden, könnte auch geschlossen werden, dass Makroevolution gar nicht stattfindet.

Die **schwedischen Zoologen Dan-Eric Nilsson (*1954) und Susanne Pelger** veröffentlichten eine Computersimulation zur Entstehung des Linsenauges, die große Beachtung fand und häufig zitiert wird (Eine pessimistische Schätzung der Zeit, die ein Auge benötigt, um sich zu entwickeln, *Proceedings: Biological Sciences*, Vol. 3, No. 256, Nr. 1345 (22. April 1994), 53-58). Die Autoren kommen Schluss, dass die Entwicklung eines Linsenauges problemlos denkbar sei.

Doch diese Simulation erklärt nicht das, was sie vorgibt. Zum einen handelt es sich um eine Veränderung eines bereits funktionsfähigen Systems im Sinne einer technischen Optimierung. Die Autoren mussten eine lichtempfindliche Fläche (die spätere Netzhaut) ebenso vorgeben, wie eine Schutzhaut (die spätere Hornhaut) und eine lichtdurchlässige Schicht (die spätere Linse). Außerdem war natürlich der biochemische Sehapparat von Anfang an erforderlich. Eine bereits relativ komplexe Struktur zu *optimieren* ist ein grundlegend anderes Problem als eine solche Struktur erstmals zu entwerfen.

Der Geologe, Paläontologe und Evolutionsbiologe James William Valentine (*1926) stellt die Frage, warum der Fossilbericht regelmäßig markante Diskontinuitäten aufweist, am auffälligsten an der Präkambrium-Kambrium-Grenze. Selbst wenn die Summierung beobachtbarer evolutionärer Prozesse die Entstehung neuer Baupläne theoretisch ermöglichen könnte, bliebe dennoch die Frage, ob diese Prozesse in vergleichsweise kurzer Zeit verschiedenste Grundbaupläne der Tierwelt hervorbringen könnten

Man muss hier bedenken, dass nach dem Fossilbericht die größten je bekannten Bauplanunterschiede sich innerhalb von 5-10 Millionen Jahren etablieren konnten und dass die nachfolgenden Veränderungen vom Kambrium bis zur Gegenwart (ca. 500 Millionen Jahre) vergleichsweise geringfügiger waren, so Valentine. Diskontinuitäten gibt es auch in den jüngeren Schichten regelmäßig, wenn auch nicht mehr so markant wie an der Präkambrium/Kambrium-Grenze. Sie liefern einen Hinweis darauf, dass die Entstehung neuer Baupläne Prozesse erfordert, die über die bekannten Variationsmechanismen hinausgehen.

Neue Ansätze

In den letzten Jahrzehnten wurde eine ganze Reihe neuer Ansätze entwickelt, mit denen man dem Problem Makroevolution – die Entstehung konstruktiver und funktioneller Neuheiten – zu Leibe rücken möchte (eine kurzgefasste Übersicht findet sich bei Cabej 2013, 249ff.). Das ist ein Indiz dafür, dass hier ein Problem gesehen wird; entgegen oft geäußerten Beteuerungen, die Frage nach den Evolutionsmechanismen sei im Wesentlichen beantwortet.

Die klassischen Evolutionsfaktoren reichen auch meines Erachtens für die Evolution der Lebewesen vom Einzeller zum Menschen nicht mehr aus.

Dies sehen auch viele Wissenschaftler so. Auch sie suchen nach neuen Evolutionsmechanismen, die die Evolution der Lebewesen besser erklären können.

Epigenetik

Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck (1744 - 1829) ein französischer Botaniker, Zoologe und Evolutionsbiologe ging davon aus, dass erworbene Eigenschaften vererbt werden können. Über seine Behauptung, dass der Hals der Giraffen aufgrund des ständigen Streckens, weil sie an das Laub der Bäume wollte über die Generationen länger geworden wäre, haben Generationen von Biologieschülern (auch ich) herzlich gelacht.



Heute weiss man, dass Lamarcks Theorie hinsichtlich der Vererbung erworbener Eigenschaften zum Teil richtig war, wenn auch der lange Hals der Giraffe nicht darauf zurückzuführen ist.

Die Vererbung erworbener Eigenschaften bezeichnet man heute als Epigenetik

Der Begriff "Epigenetik" ist zusammengesetzt aus den Wörtern Genetik und Epigenese, also der Entwicklung eines Lebewesens. Diese neue Informationsebene auf dem Genom, das Epigenom wird von der Umwelt beeinflusst. Und damit beschäftigt sich die Epigenetik mit dem Zusammenspiel zwischen Umwelt und Genom. Da die DNA-Sequenz nicht verändert wird, kann man epigenetische Effekte nicht im Genotyp (Gesamtheit der Erbfaktoren eines Lebewesens), sehr wohl aber im Phänotyp (Erscheinungsbild eines Organismus) nachweisen und beobachten.

Der Mensch hat mehr als 200 Zelltypen, und in fast jeder Zelle ist dieselbe DNA-Sequenz, aber nicht in jeder Zelle sind alle Gene aktiv. Hier kommt die Epigenetik als quasi "Zweiter Code" ins Spiel. Sie bestimmt mit Markierungen auf den einzelnen Buchstaben (den DNA-Basen), unter welchen Umständen welches Gen an- oder abgeschaltet wird. Man spricht hier von Genregulation.

Doch wie sieht so ein epigenetischer Code überhaupt aus? Die bekannteste Funktionsweise der Epigenetik ist die Methylierung. Dabei docken kleine Moleküle – so genannte Methylgruppen aus einem Kohlenstoffatom und drei Wasserstoffatomen – an den DNS-Strang an und verhindern so, dass die nachfolgende Gensequenz abgelesen und in ein Protein übersetzt werden kann. So wird das Gen ausgeschaltet.

Ebenfalls eine wichtige Rolle bei der epigenetischen Markierung spielt die sogenannte Histon-Acetylierung: Damit der gut zwei Meter lange DNS-Strang einer Zelle auch in den winzig kleinen Zellkern passt, muss er ganz dicht gepackt werden. Dabei windet sich der Strang um bis zu Hunderttausende Perlen, die Histonkomplexe.

Die Epigenetik stellt viele Anfragen an die Evolutionstheorie. Nicht zufällig und langsam, sondern sinnhaft und schnell: Es ist nicht leicht, epigenetische Vorgänge mit der Theorie der Evolution in Einklang zu bringen. Lange schien es «geradezu ein Dogma der Biologie, dass nur zufällige Mutationen der DNA neue Merkmale in nachfolgenden Generationen hervorrufen können». Dieses Dogma ist jetzt gefallen schrieb das Nachrichtenmagazin «Der Spiegel» Still und leise haben die Evolutionsbiologen das Wort «Zufall» – immerhin einen Kern der Theorie von der Evolution – aus ihrem Wortschatz gestrichen. Nicht das Zufällige, sondern etwas sehr Konkretes verändert das Erbmateriale des Menschen: die Ernährung, sein Verhalten, das was er erlebt, erleidet, das was ihm Harmonie gibt. All das hinterlässt Spuren im genetischen Ich des Menschen.

Der Mensch ist nicht festgelegt in der Zwangsjacke seines genetischen Materials. In jeder Phase des Lebens kann sich noch etwas verändern. Mit einer gewissen Häme haben Evolutionsbiologen noch vor kurzem geschrieben, große Teile des menschlichen Erbmateriale seien «Schrott». Angesammelt in Millionen Evolutionsjahren zufälliger Mutation sei es – seiner einstigen Funktion verlustig gegangen – evolutionärer Ballast, den das «Säugetier homo sapiens» mit sich herumschleppe. Das passte gut zu der Vorstellung vom so lächerlich unvollkommen geschaffenen «Mängelwesen Mensch», das in evolutionsbiologischen Aufsätzen beschrieben wurde. Inzwischen ist klar, dass nicht ein Großteil des menschlichen Erbmateriale zu Müll erklärt werden muss, wohl aber, dass etliche Regalmeter evolutionsbiologischer Fachliteratur eine «Evolution» durchgemacht haben – und zwar die vom Status anerkannter wissenschaftlicher Publikation zu Altpapier.

Glaubte man bisher, nur die DNA sei die Grundlage von Veränderungen, so stellt sich jetzt heraus, dass das Erbmateriale selbst der Träger der Veränderungen ist. In seiner Flexibilität und Formbarkeit («wie Knetmasse», staunte einer der Wissenschaftler) wird es selbst zum Motor der Veränderung, im Wechselspiel des lebendigen Seins. «Die Theorie der rein zufallsbestimmten Variation ist nicht mehr haltbar», sagte der international tätige Evolutionstheoretiker Professor Joachim Bauer der Tageszei-

tung «Die Welt». Zellen, so der Wissenschaftler, hätten vielmehr «die Fähigkeit, die Architektur ihres eigenen Erbgutes zu verändern. ». Weder die Zeitpunkte, «wann sie dies tun, noch die Art und Weise, wie sie es tun, sind zufällig». Zellen können «Einfluss darauf nehmen, wo sie dem Zufall Raum geben», sagt der Professor. Damit verliert die Evolutionstheorie einen ihrer Eckpfeiler: das «Prinzip Zufall». Bauer, der Projektleiter in drei Sonderforschungsbereichen der Deutschen Forschungsgemeinschaft war, sagt: «Auch ihrer Art nach sind die Veränderungen nicht zufällig, sondern stellen einen kreativen Prozess dar.» Der Theoretiker möchte mit dem Wörtchen «kreativ» keineswegs eine schöpferische Instanz andeuten, sondern nur darauf hinweisen, dass hier «etwas Neues» entsteht.

Doch die Vererbungslehre muss m.E. aus folgenden Gründen vorerst nicht revolutioniert werden.

Wenn ich die Veröffentlichungen zu diesem Thema richtig interpretiere wirken epigenetische Vorgänge mikroevolutiv, das heißt innerhalb der entsprechenden Art- Zur Erreichung Makroevolutiver Veränderungen sind sie m.E. nicht geeignet.

Das Epigenom steuert vor allem die Zusammenarbeit der Zellen innerhalb eines Organs, nicht die Entwicklung eines Organs und den Erwerb einer neuen Funktion,

Bisher existieren nur sehr wenige Hinweise, dass erlernte und erworbene Fähigkeiten von einer Generation zur anderen über die Keimzellen weitergegeben werden können. Aber auch ist eine Weitergabe an die nachfolgende Generation noch kein Beweis für eine genetische Manifestation.

Eine epigenetische Vererbung beim Menschen wird von nahezu allen Wissenschaftlern ausgeschlossen. Es erscheint auch deshalb unwahrscheinlich, da bei allen Säugetieren eine strikte Trennung zwischen Körperzellen und Keimzellen herrscht. Körperzellen reagieren auf Umwelteinflüsse, können diese Information aber nicht an Nachkommen weitergeben. Das können nur die Keimzellen. Bei ihnen werden jedoch fast alle epigenetischen Marker in zwei "Säuberungswellen" sorgfältig entfernt. Im Gegensatz dazu kennen Pflanzen weder diese strikte Trennung noch die beiden Säuberungswellen. Deshalb ist eine epigenetische Vererbung bei ihnen auch deutlich verbreiteter.

Hierzu gibt es jedoch vereinzelt auch andere Meinungen

Am Vorabend des 200. Geburtstags von Charles Darwin unterzieht der Freiburger Bestsellerautor und Medizinprofessor **Dr. Joachim Bauer** die Theorien des Darwinismus einer Überprüfung. In seinem Buch „Das kooperative Gen. Abschied vom Darwinismus“ (Hoffman und Campe Verlag 2008) erklärt er, dass Lebewesen nicht bloß ihre Gene verbreiten, sondern Evolution aktiv gestalten wollen. Er *hält in* epigenetische Vorgänge durchaus für ausreichend bedeutende evolutionäre Fortschritte zu erzielen

In einem Interview mit der Zeitung „Welt“ äußert er sich wie folgt:

Ein zentrales darwinsches Dogma sagt, Neue Arten entstünden durch die Addition rein zufällig entstandener Variationen im Zusammenspiel mit der Selektion, die aus zufällig aufgetretenen Veränderungen das jeweils am besten Angepasste auswähle. Die Theorie der rein zufallsbestimmten Variation ist nicht mehr haltbar. Zellen haben die Fähigkeit, die Architektur ihres eigenen Erbgutes zu verändern. Weder die Zeitpunkte, wann sie dies tun, noch die Art und Weise, wie sie es tun, sind zufällig. Veränderungen der genomischen Architektur ereignen sich vorzugsweise dann, wenn Lebewesen unter starkem ökologischem Stress stehen. Auch ihrer Art nach sind die Veränderungen nicht zufällig, sondern stellen einen kreativen Prozess dar, der Regeln folgt, die im biologischen System selbst begründet sind.

Das Wort kreativ bezeichnet hier einen Prozess, bei dem etwas Neues entsteht. Das Entscheidende bei genomischen Umbausschüben, die zur Entstehung neuer Arten führen, ist die Duplikation von Genen. Dabei werden von der Zelle bevorzugt solche Gene verdoppelt, die bisher in starkem Gebrauch waren, sich also als besonders nützlich erwiesen haben. Jeder evolutionäre Entwicklungsschub hatte also eine Erweiterung des Genoms und einen Komplexitätszuwachs zur Folge.

Die Entstehung neuer Arten kann sich in relativ kurzen Phasen abgespielt haben. Die bisherige, auf Darwin zurückgehende Annahme war, das Entstehen und Verschwinden von Arten sei Ergebnis eines kontinuierlichen, von der Selektion geleiteten Veränderungsprozesses. Tatsächlich aber verlief sowohl die Entstehung von Arten als auch ihr Verschwinden in Schüben. Dazwischen zeigt die Evolution lange Phasen einer sogenannten Stasis, in denen Arten stabil blieben.

Im Genom jedes Lebewesens befinden sich genetische Werkzeuge, sogenannte Transposable Elements. Wenn die Zelle Transposable Elements, die normalerweise unter strikter Kontrolle gehalten werden, plötzlich von der Leine lässt, dann beginnen sie, wie Werkzeuge aktiv zu werden und das eigene Erbgut umzubauen. Dabei passiert zweierlei: Zum einen werden Gene von einer Stelle an eine andere umgesetzt. Zum anderen – und das ist bedeutender – werden Gene dupliziert, wobei die Kopien wieder ins Genom eingebaut werden. Das ist der Grund, warum die Evolution systematisch in Richtung immer höherer Komplexität verlief. Mit Darwins Theorie der zufallsgesteuerten Variation und anschließenden Selektion kann man die systematische Entwicklung hin zu immer komplexeren biologischen Wesen nicht erklären.

Durch zufällige Mutationen und Selektion ist jedoch keine einzige Art entstanden. Stattdessen haben lebende Systeme im Rahmen ihrer Kreativitätsschübe immer wieder etwas Neues bereitgestellt, aus dem dann die Selektion auswählen konnte.

So, wie es sich Lamarck vorgestellt hat, läuft es garantiert nicht ab. Allerdings können Umweltfaktoren über sogenannte epigenetische Mechanismen die Ablesbarkeit von Genen langfristig beeinflussen. Epigenetische Veränderungen können in Einzelfällen sogar vererbbar sein. Mit Blick auf die Evolution stehen die erwähnten genomischen Umbauschübe im Vordergrund. Da bei Genduplikationen speziell solche Gene berücksichtigt werden, die schon bisher stark im Gebrauch gewesen sind, kommt eine Art „Lamarckismus auf Genebene“ ins Spiel. Falls beim Menschen die Gene des Gehirns besonders gefordert bleiben, dann darf – falls wir einen genomischen Entwicklungsschub erleben sollten – daher künftig durchaus mit einem Zuwachs an neuronaler Komplexität gerechnet werden.

EVO-DEVO

Heute setzten die Evolutionsbiologen ihre Hoffnung auf eine **Evolutionstheorie**, die bereits vor 80 Jahren durch den bereits erwähnten **Genetiker Richard Benedict Goldschmidt (1878–1958)** in die **Diskussion eingebracht wurde, für die er damals aber nur Hohn und Spott erntete**. Goldschmidt versuchte Genetik, Embryonalentwicklung und Evolution miteinander zu verbinden. Er bestand in seinem 1940 erschienenen Buch „The Material Basis of Evolution“ darauf, dass es keinen Beleg für den postulierten darwinistischen Mechanismus (große Veränderungen sind das Resultat einer Anhäufung von Mikromutationen) gibt



Er vertrat deshalb die Hypothese der Entstehung neuer Baupläne mittels großer Sprünge oder Systemmutationen sind. Er schrieb: Es ist wahr, dass niemand eine neue Art oder Gattung durch z.B. Makromutationen geschaffen hat. Es ist ebenfalls wahr, dass niemand auch nur eine einzige Art durch Selektion von Mikromutationen erzeugt hat.“ (American Scientist, 40:84ff - S. 97 (1952)) **Goldschmidt schlug ein Modell der Makroevolution vor, das auf Makromutationen in der Embryonalentwicklung beruht.** Goldschmidt war sich bewusst, dass solch umwälzende Mutationen in nahezu allen Fällen zu fatalen Missbildungen führen, doch hin und wieder könnte auch eine „hoffnungsvolle“ Neuerung entstehen, die sich quasi über Nacht als neue Art mit zuweilen völlig neuem Bauplan manifestieren könnten. **Von seinen Kritikern wurde diese Theorie als „Hopeful-Monster-Hypothese“ verspottet.**

Bereits 2002 brachte das wissenschaftliche Magazin **Laborjournal** einen Artikel unter der Überschrift „**Von Helden und Monstern**“. Anfang **Februar 2010** wurde im **Magazin Nature** ein **Aufsatz mit dem Titel „Evolution: Return of the Hopeful Monsters“** (Bd. 463, 864-67) Darin ging es um die langsame **Abkehr von dem Prinzip, dass Evolution ausschließlich graduell durch stetiges Anhäufen von Mutationen voranschreite**. Nature schrieb: Seit kurzem jedoch häufen sich Daten, wegen derer man kaum mehr umhin kommt, sich an Goldschmidts hoffnungsvolle Monster zu erinnern.

Grund für die Wiederentdeckung von Goldschmidts Theorien war die Entdeckung der sog. Hox- bzw. Homeobox-Gene, die eine besondere Rolle in der Embryonalentwicklung spielen. Homeobox- Gene stehen häufig am Anfang einer ganzen Regulationskaskade zahlreicher anderer Ge-

ne. Mutationen der Homeobox-Gene können daher weitreichende Folgen haben, da komplette nachgeschaltete Entwicklungsvorgänge ab- oder auch wieder angeschaltet oder falsche Organe ausgeprägt werden können. Das Ausmaß, mit dem Homeobox-Gene bzw. deren Mutation in die Steuerung komplexer Zusammenhänge eingreifen können, veranlasste bald nach ihrer Entdeckung Spekulationen über ihr evolutives Potential. Man verband mit ihrer Entdeckung die Hoffnung, dass durch geringfügige Änderungen dieser Gene makroevolutionäre Schritte möglich sein könnten. So könnte es zu Übergängen zwischen großen Tiergruppen als Folge von wenigen Mutationsereignissen gekommen sein.

Man bezeichnet diese Theorie heute als Evo-Devo-Theorie. Evo-Devo“ steht für „evolutionary developmental biology“ und mithin für eine Synthese von Erkenntnissen der Erforschung der Entwicklungsbiologie (Ontogenese) und der kausalen Evolutionsforschung. Vorgänge und Veränderungen während der Ontogenese sollen der Schlüssel für ein besseres bzw. vollständiges Verständnis evolutionärer Prozesse, insbesondere von Makroevolution sein. Evolution beruht weniger auf dem Erwerb neuer Gene und mehr auf neuartiger Nutzung vorhandener Gene.

Bei den folgenden Ausführungen habe ich mich auf folgende Wissenschaftler und deren Veröffentlichungen gestützt:

Prof. Wallace Arthur (*1952) ist ein auf evolutionäre Entwicklungsbiologie spezialisierter Zoologe und leitet das zoologische Institut der Uni Galway (Irland)

Literatur: The concept of developmental reprogramming and the quest for an inclusive theory of evolutionary mechanisms. *Evol. Dev.* (2000)

The emerging conceptual framework of evolutionary developmental biology.) (2002)

Biased Embryos and Evolution) (2004)

Segments, limbs, homology, and co-option (1999)

Patricia' Gillian Willmer ist Entomologin und Ökologin in Großbritannien. Sie ist emeritierte Professorin für Zoologie an der University of St. Andrews und Expertin für Bestäubung

Literatur: Convergence and Homoplasy in the Evolution of Organismal (2003)

Michael Ruse (*1940) ist ein US-amerikanischer Wissenschaftshistoriker. Seine Spezialgebiete sind die Geschichte der Biologie. Er wurde bekannt durch seine Publikationen zum Streit zwischen Kreationismus und Evolutionsbiologie.

Literatur: Forty Years a Philosopher of Biology: Why EvoDevo Makes Me Still Excited About My Subject (2006)

Manfred D. Laubichler ist Professor für Theoretische Biologie und Geschichte der Biologie an der Arizona State University

Dr. Laubichler ist Mitherausgeber von *Biological Theory*, Herausgeber von *Theory in Biosciences*, und Mitglied der Redaktion des *Journal of Experimental Zoology*

Literatur: Das Forschungsprogramm der evolutionären Entwicklungsbiologie. (2005)

Does history recapitulate itself? Epistemological reflections on the origins of evolutionary developmental biology (2007)

Re-Synthesis of Evolutionary and Developmental Biology: Body Plans and Evolvability. (2004)

Günter P. Wagner (*1954) ist ein österreichischer geborener Evolutionsbiologe, Professor für Ökologie und Evolutionsbiologie an der Yale Universität und Leiter des Wagner Lab.

Scott Frederick Gilbert (* 1949) ist ein US-amerikanischer Entwicklungsbiologe, Biologiehistoriker und emeritierter Professor der Universität von Helsinki

Literatur: (2003) *Developmental Biology*. (2003)

Morphogenesis of the turtle shell: the development of a novel structure in tetrapod evolution (2001)

Gregory A. Wray, ist Professor für Evolutionsbiologie- und Entwicklungsbiologie am Trinity College und Direktor des GCB

Sean Brendan Carroll (* 1960) ist ein US-amerikanischer Molekularbiologe, Evolutionsbiologe und Genetiker und Professor an der Universität von Wisconsin und forschte seit 1990 am Howard Hughes Medical Institute

Ronald Amundson (*1946) ist emeritierter Professor der Universität von Hawaii. Große Beachtung fand sein Buch Die sich verändernde Rolle des Embryos im evolutionären Denken (2005) In diesem Buch untersucht Ron Amundson 200 Jahre wissenschaftliche Ansichten über die Beziehung zwischen Evolution und Entwicklung aus der Perspektive der evolutionären Entwicklungsbiologie (evo-devo). Diese neue Perspektive stellt mehrere populäre Ansichten über die Geschichte des evolutionären Denkens in Frage.

Denis Duboule (*1955) ist ein Entwicklungsbiologe und Genetiker an der Universität Genf
Literatur: The evolution of 'brico-lage'. Trends in Genetics (1998)

Adam S. Wilkins ist Professor für Evolutionsbiologie an der Universität Cambridge
Literatur: The evolution of 'brico-lage'. Trends in Genetics (1998)

Prof Gerd B. Müller, Leiter der Abteilung für Theoretische Biologie an der Uni Wien
Literatur: The Organismic Systems Approach: EvoDevo and the Streamlining of the Naturalistic Origination of Organismal Form. Beyond the Gene in Developmental and Evolutionary Biology Novelty and key innovations (2002)
 Homology: The Evolution of Morphological Organization.(2003)
 Evolutionary Developmental Biology (2005)
 Origination of organismal Form: The Forgotten Case in Evolutionary Theory.(2003)
 The Innovation Triad:An EvoDevo Agenda.(2003)
 Evolutionary Innovation and Morphological Novelty. (2005)

Der Biologe Stuart Alan Newman ist Professor am New York Medical College
Literatur: The Organismic Systems Approach: EvoDevo and the Streamlining of the Naturalistic Origination of Organismal Form. Beyond the Gene in Developmental and Evolutionary Biology
 Origination of organismal Form: The Forgotten Case in Evolutionary Theory.(2003)
 The Innovation Triad:An EvoDevo Agenda.(2003)
 Evolutionary Innovation and Morphological Novelty. (2005)
 The Developmental Genetic Toolkit and the Molecular Homology-Analogy Paradox. Biol.Theory (2006)
 Epigenetic Mechanisms of Character Origination (200)

Sean Brendan Carroll (* 1960) ist ein US-amerikanischer Molekularbiologe, Entwicklungsbiologe und Genetiker und Professor für Molekularbiologie, Medizinische Genetik und Genetik an der Universität Wisconsin
Literatur: Endless Forms Most Beautiful. The Science of Evo Devo and the Making of the Animal (2005)
 Recruitment of a hedgehog regulatory circuit in butterfly eyespot evolution (1999)
 Gene Co-Option in Physiological and Morphological Evolution (2006)

John R. True ist Assoziierter Professor für Ökologie und Evolution an der Stony Brook University
Literatur: Gene Co-Option in Physiological and Morphological Evolution (2006)

Alessandro Minelli (* 1948) ist ein italienischer Biologe, der emeritierter Professor für Zoologie der Universität Padua, wo er hauptsächlich im Bereich Evo-Devo arbeitete.
Literatur: Conserved Versus Innovative Features in Animal Body Organization (2005).

Giuseppe Fusco ist Professor für Zoologie University an der Universität Padua

Literatur: Conserved Versus Innovative Features in Animal Body Organization (2005). J

Dr. Günter Theißen, ein deutscher Genetiker und Professor an der Friedrich Schiller Universität Jena

Literatur: The proper place of hopeful monsters in evolutionary biology (2006)

C.D. Schlichting, Professor für Ökologie und Evolutionsbiologie an der < University of Connecticut

Literatur: Phenotypic plasticity: linking molecular mechanisms with evolutionary outcomes. (2002)

Vidyan Nanjundiah ist Professor an der University of Chicago, Forschungsgebiet: Entwicklungsbiologie (Musterbildung), Evolutionsbiologie (Sozialverhalten), Theoretische Biologie

Literatur: Phenotypic Plasticity and Evolution by Genetic Assimilation (2003)

Yuichiro Suzuki ist Assoziierter Professor für Biowissenschaften an der Duke University mit Schwerpunkt Evolutionäre Entwicklung (Evo-devo); Entwicklungsgenetik; Insektenphysiologie

Literatur: Evolution of a polymorphism by genetic accommodation (2006)

Dr. Richard Mark Bateman (* 1958) ist ein britischer Botaniker

Literatur: Generating and filtering major phenotypic noveltiers: neo Geold-schmidtian saltation revisited (2002) Developmental Genetics and Plant Evolution

Der Pflanzenbiologe **William A. DiMichele** (1951) ist Leiter der Abteilung für Paläobiologie am Nationales Museum für Naturgeschichte (Smithsonian)

George von Dassow ist Professor für Entwicklungsbiologie an der Universität von Oregon

Literatur: Modularity in Animal Development and Evolution: Elements of a Conceptual Framework for EvoDevo (1999)

Edwin Munro ist außerordentlicher Professor für Biologie an der Universität Chicago

Literatur: Modularity in Animal Development and Evolution: Elements of a Conceptual Framework for EvoDevo (1999)

Jessica A Bolker ist Professorin für Biowissenschaften an der Universität New Hampshire

Literatur: Modularity. Keywords and concepts in evolutionary developmental biology (2003)

Dr. Gerhard Schlosser ist Dozent an der National University of Ireland, Galway

Literatur: Modularity in Development and Evolution.

The role of modules in development and evolution (2004)

Introduction: The modularity concept in developmental and evolutionary biology

Ariel D Chipman ist Professor für Evolutionsbiologie an der hebrew University of Jerusalem

Literatur: Developmental exaptation and evolutionary change. Evol. Dev.(2003)

Jerry Allen Coyne (*1949) ist ein US-amerikanischer emeritierter Professor für Biologie mit dem Fachgebiet Artbildung an der University of Chicago

Graham E Budd ist Professor am Institut für Paläontologie der Universität Uppsala

Literatur: Does evolution in body patterning genes drive morphological change (1999)

Kennzeichnend für Evo-Devo-Forscher ist die Auffassung, dass der Neodarwinismus bzw. die Synthetische Evolutionstheorie den evolutionären Wandel nicht vollständig erklären kann.

Manche Evo-Devo-Forscher formulieren die Defizite des Neodarwinismus schärfer und halten wesentliche Fragen der Entstehung evolutionärer Neuheiten für ungeklärt

Evo-Devo-Forscher verbindet die Hoffnung, dass die, ihrer Meinung nach, ungelösten Fragen der Makroevolution durch die neueren Erkenntnisse der Ontogenese-Forschung gelöst werden können.

Evo-Devo ist zurzeit ein Sammelbecken unterschiedlicher Ansätze und Versuche, methodische und inhaltliche Aspekte der Embryologie in einer neuen Evolutionstheorie zu integrieren. Es werden recht verschiedene Evolutionsmechanismen diskutiert. In vielen Artikeln kristallisieren sich jedoch zwei Aspekte besonders heraus:

1. Evolution beruht weniger auf dem Erwerb neuer Gene und mehr auf neuartiger Nutzung vorhandener Gene.
2. Epigenetische Vorgänge, also der Weg vom Erbgut zur äußeren Gestalt (vom Genotyp zum Phänotyp) sind der Vorreiter des evolutiven Wandels, nicht Änderungen im Erbgut.

Die Biologen nahmen früher an, dass frühere ontogenetische Entwicklungsstadien konservativer sind als spätere, da Mutationen in frühen Stadien wegen der Verflechtungen der ontogenetischen Entwicklungswege zu viele schädliche "Nebenwirkungen" haben müssten, um sich durchsetzen zu können. Daher sollten nur die späteren Stadien nennenswert durch Evolution veränderbar sein. Diese Sicht läuft darauf hinaus, dass Evolution im Wesentlichen durch Hinzufügung neuer Merkmale erfolgt. Es hat sich jedoch mehr und mehr gezeigt, **dass embryologische Merkmale in allen Stadien extrem flexibel sind (Willmer)**. Komplette Organe und grundlegende Teile der Körperorganisation werden bei verschiedenen Wirbeltieren auf unterschiedlichen ontogenetischen Wegen gebildet; das gilt auch für frühe Stadien. Folglich muss in evolutionstheoretischer Perspektive angenommen werden, **dass entgegen früherer Annahmen alle Entwicklungsstadien evolutiv veränderbar sind**, gerade auch frühe embryonale Stadien. Änderungen der Ontogenese lenken die Stammesgeschichte!

Viele Autoren halten das Wirken der Umweltselektion im Verein mit dem Auftreten ungerichteter Mutationen für unzureichend, um die Entstehung evolutiver Neuheiten zu erklären (Arthur; Ruse, Wagner & Laubichler). **Selektion sei zudem nicht kreativ, sondern destruktiv** (vgl. Arthur 2004, 35f.). **Für eine wirkungsvolle Selektion sei eine Art Vorsortierung der auszulesenden Varianten erforderlich. Die Produktion der Varianten müsse selbst eine gewisse Richtung vorgeben**; dazu erhofft man sich wichtige Hinweise aus der Schnittstelle zwischen Genotyp und Phänotyp. **Kennzeichnend für Evo-Devo-Ansätze ist also die Suche nach Quellen der Variabilität**, die nicht von Zufallsmutationen gespeist werden, sondern eine interne Richtungsvorgabe während der Ontogenese bereithalten (Arthur). Als Partner der Selektion müssten von der Ontogenese vorgegebene Ausrichtungen und durch sie eingeschränkte Entwicklungsrichtungen in Betracht gezogen werden, die als hauptsächliche Richtungsgeber des evolutiven Wandels fungierten (Arthur). Das Neue in der Evolution brauche auch eine Neuprogrammierung.

Evo-Devo-Forscher betrachten die Selektionstheorie nur als die halbe Antwort auf die Frage nach den Mechanismen der Evolution. Die synthetische Theorie sei nur eine Teilsynthese gewesen (Arthur 2004, 73), **es sei nun eine "inklusive Synthese" nötig (Arthur), welche die "kreative Seite der Evolution" einschließe** (Arthur). Während der Neodarwinismus Anpassung erkläre, geht es bei Evo-Devo um die Erklärung neuer Formen:

In den 1980er Jahren wurden die Homeobox-Gene und andere Masterkontrollgene entdeckt. Sie haben zentrale Regulationsaufgaben in der ontogenetischen Formbildung. Bald stellte sich heraus, dass auch entfernt verwandte Tiergruppen oft dieselben Regulationsgene besitzen. Beispielsweise wird die Bildung der Beine von Wirbeltieren und von Gliederfüßern vom selben Regulationsgen reguliert. Der Entwicklung auch morphologisch sehr verschiedener Organismen liegen also häufig die gleichen oder sehr ähnlichen Mechanismen zugrunde. Das gilt nicht nur für einzelne Gene, sondern sogar auf ganze Signalübertragungswege.

Die Entdeckung der Homeobox-Gene gilt als Startschuss für Evo-Devo.

Die Existenz der Regulationsgene und ihre Verbreitung legten ein einschneidendes Umdenken über Evolutionsmechanismen nahe, denn gegenüber bisherigen Vorstellungen ergab sich ein Paradox:

"Woher kommt die Vielfalt, wenn die Gene hochkonserviert sind?" (Arthur)

Da eine unabhängige Evolution von gleichen Regulationsgenen als äußerst unwahrscheinlich gelten muss (s. z. B. Gilbert), **nimmt man an, dass die gemeinsamen Vorfahren bereits die entsprechenden Gene besaßen, die aber z. T. ursprünglich im Organismus andere Funktionen hatten als heute** (Arthur). Da viele grundlegend wichtige Regulationsgene in verschiedensten Tierstämmen nachgewiesen wurden, läuft dieser Befund auf einen unerwartet komplexen Vorläufer der Tierstämme hinaus (Wray).

Dies hat gravierende Folgen für das Verständnis von Evolution. Die Unterschiede zwischen den Tierstämmen liegen weniger in der Anwesenheit oder Abwesenheit von Regulationsgenen begründet, sondern mehr in deren Nutzung (Amundson; Carroll). Gene können daher nicht der alleinige Schlüssel zum Verständnis der Evolution sein. Gegenüber zu früher resultieren daraus ganz neue Fragen über Evolutionsmechanismen; die Antworten erhofft man sich aus der Ontogenese.

Die systematische Ermittlung der kompletten Erbfaktoren von Lebewesen (Genome) hat ein weiteres überraschendes Ergebnis gebracht: Die Anzahl der Gene ist erheblich geringer als früher vermutet (Laubichler). **Ebenso ist der Unterschied der Anzahl der Gene bei verschiedenen komplexen Tieren überraschend gering. Aus diesem Befund muss evolutionstheoretisch gefolgert werden, dass Gene nicht schrittweise neu erworben, sondern schon vorhandene Gene verschieden genutzt wurden** (Duboule & Wilkins). Der Schlüssel zum Verständnis der zugrundeliegenden Mechanismen sollte in der Ontogenese liegen.

Das plötzliche Auftreten der Tierstämme im Fossilbericht (z. B. bei der sogenannten kambri-schen Explosion) lässt manche Forscher vermuten, dass evolutive Veränderungen sehr schnell, ja gerade sprunghaft ablaufen können. Hier könnte in der Ontogenese ein Erklärungsschlüssel liegen, denn kleine Änderungen in der Regulation und in den Entwicklungskaskaden könnten größere Folgen für den Phänotyp haben. Da die wichtigsten Gene schon in den Vorläufern der Tierstämme vorhanden gewesen sein sollen, die im Kambrium fossil in Erscheinung traten, hätten auf dieser Basis die unterschiedlichen Tierstämme schnell entstehen können (Carroll). Wenn in der Ontogenese kleine Ursachen große Wirkung zeigen können, wären damit möglicherweise die fossilen Diskontinuitäten erklärbar.

Makroevolution ist von der Synthetischen Evolutionstheorie vernachlässigt worden, weil der Focus einseitig auf der Populationsgenetik lag, die aber für die Entstehung von Neuheiten keine ausreichende Erklärung liefere (Gilbert). **Mit dieser Einschätzung hängt die Auffassung zusammen, dass Makroevolution nicht als ein vielfaches von Mikroevolution verstanden werden könne.**

Viele Evo-Devo-Forscher stellen ausdrücklich einen qualitativen Unterschied zwischen Mikroevolution und Makroevolution heraus. Populationsgenetik behandle nur die Modifikation bereits existierender Teile, erkläre aber weder ihren Ursprung noch ihre morphologische Organisation (Müller). **Daher wird von einigen Evo-Devo-Forschern deutlich unterschieden zwischen "Variation", "Modifikation", "Verlust" und "Erhaltung des bereits Existierenden" auf der einen Seite und "Entstehung der Bau-Teile", "morphologischer Organisation" und "Innovation" sowie Ursprung auf der anderen Seite.** Durch den Neodarwinismus werde nur Ersteres erklärt; Letzteres sei gar kein Gegenstand der Synthetischen Theorie (Müller & Newman).

Die klare Unterscheidung zwischen Mikroevolution und Makroevolution geht bei Evo-Devo-Forschern häufig Hand in Hand damit, dass für beide Vorgänge unterschiedliche Mechanismen postuliert werden. **Die Evolutionsmechanismen des Neodarwinismus werden dabei nicht in Frage gestellt, sondern als ergänzungsbedürftig betrachtet. Zusätzliche Mechanismen müssten ontogene-tische Vorgänge berücksichtigen** (Amundson). Während die Synthetische Evolutionstheorie als zentralen Vorgang die Anpassung durch natürliche Auslese beinhalte, sei der zentrale Mechanismus der Evolution neuer organischer Formen die Änderung der Ontogenese (Amundson).

Es werden bzgl. Evo-Devo werden zwei verschiedene Mechanismen diskutiert:

1. Evolution geschieht durch Neuprogrammierung bzw. Neuverwendung von Genen, die regulatorische Aufgaben haben.
2. In der Evolution neuer Strukturen sind phänotypische Veränderungen die Vorreiter, bevor es zu Änderungen des Erbguts kam. Dies ist möglich durch die große Formbarkeit (Plastizität) auf den ontogenetischen Entwicklungswegen.

Ein grundlegender Unterschied zwischen dem Evo-Devo-Ansatz und dem Neodarwinismus besteht darin, dass Evolution nicht nur durch Evolution neuer Gene voranschreitet. Viele grundlegende Gene sind bei verschiedensten Tierstämmen gleich, so dass die großen Unterschiede zwischen den Tierstämmen nicht allein auf der genetischen Ebene festgemacht werden können (Larsen).

Evolutionäre Neuheiten sollen vielmehr auf Veränderungen der Rolle von Steuergenen und deren Verknüpfungen untereinander während der ontogenetischen Entwicklung zurückzuführen sein (Laubichler, Arthur). Die postulierten Neuverknüpfungen haben ein Überraschungsmoment, das typisch für Überraschungen - nicht vorhersehbar ist. Evo-Devo-Forschung will herauszufinden, wie sich bei der Entstehung neuer Merkmale die Rolle von Genen während der Ontogenese geändert hat. Wenn ein Gen beispielsweise eine spezielle Aufgabe beim Lesen bestimmter DNA-Sequenzen erfüllt (solche Gene nennt man Transkriptionsfaktoren), kann eine Mutation diese spezifische Aufgabe ändern. Dabei wird der Wirkungsbereich der nachgeschalteten Zielgene modifiziert (Arthur).

Das Neue bei Evo-Devo besteht darin, dass manche Mutationen stärkere (und wie man hofft: auch konstruktive) Änderungen bewirken als der Großteil der Mutationen, die nur zu geringfügiger Variation eines Merkmals führen. Hier deutet sich schon ein Problem von Evo-Devo an: Mit einzelnen Mutationen von "tool-kit-Genen" ist es in der Regel nicht getan, wenn eine Neuprogrammierung in der Entwicklung erfolgen soll. Vielmehr benötigt eine nennenswerte Neuprogrammierung eine Abstimmung mehrerer Programmteile, und zwar gleichzeitig; das stellt aber für ungerichtete Mechanismen eine gewaltige Herausforderung dar. Schon der Begriff "reprogramming" ist hier unglücklich, denn er impliziert einen Programmierer.

Der Einfügung neuer regulatorischer Verknüpfungen im Organismus stehen zudem Vernetzungen und Entwicklungszwänge (constraints) entgegen, die bereits etabliert sind. Letztere müssen daher aufgebrochen werden; das könne nach Wagner nur sehr selten vorkommen und sei daher experimentell vielleicht nicht genau prüfbar.

Die Zunahme an Komplexität im Laufe der Evolution soll also durch eine Zunahme biologischer Funktionen einzelner Regulationsgene erfolgt sein. Das heißt, die einzelnen Regulationsgene werden immer vielseitiger verwendet und erfüllen während der Entwicklung zunehmend unterschiedliche Funktionen (Duboule & Wilkins). Die dafür erforderliche, nach und nach erfolgte Bereitstellung von Genen für neue Aufgaben (sukzessive Rekrutierung) wird in wachsendem Maße schwieriger, je vielfältiger die Gene zuvor schon genutzt sind und künftig vernetzt werden (Duboule & Wilkins, Gilbert). Daraus ergibt sich eine interne Vorselektierung von Mutationen und folglich eine Kanalisierung (Duboule & Wilkins). Das heißt, die Erzeugung von Variabilität wird in gewisse Bahnen gelenkt und ist daher begrenzt).

Die überraschend geringfügige Zunahme der Anzahl an Genen bei Würmern und Fliegen bis hin zu Mäusen oder zum Menschen (True & Carroll) wird auf solche Prozesse zurückgeführt.

Homologien auf genetischer Ebene trotz Fehlens entsprechender Homologien auf organismischer Ebene führt zu einem Paradox: **Woher kommt die Vielfalt, wenn die Gene hochkonserviert sind** (Arthur)?

Drei Möglichkeiten werden diskutiert:

1. Die Regulationsgene sind gar nicht homolog, sondern konvergent entstanden. Diese Möglichkeit ist derart hochgradig unwahrscheinlich, dass sie selten ernsthaft erwogen wird.
2. Die gemeinsamen Steuerungsgene sind ein gemeinsames evolutives Erbe (also stammesgeschichtlich homolog), wurden aber unabhängig bei der Steuerung der Ontogenese nichthomologer Strukturen "eingesetzt". Demnach wurden sie konvergent rekrutiert bzw. konvergent kooptiert (Willmer; Arthur). Es ist eine neuartige Herausforderung für die kausale Evolutionsforschung, einen Mechanismus für einen solchen Vorgang aufzuzeigen.

3. Schließlich könnten in verschiedenen Tierstämmen untergeordnete Gene den homologen Steuergenen nachgeschaltet und eingefügt worden sein. Gegenüber früheren Vorstellungen stellt sich auch hier ganz neu die Frage nach den Mechanismen.

Die zweite und die dritte Möglichkeit kann man kombinieren. Entsprechend wird folgendes Szenario diskutiert: Im hypothetischen Urbilaterier (gemeinsamer Vorfahr aller zweiseitig symmetrischen Tiere) müssen die Steuergene schon vorhanden gewesen sein, allerdings noch in anderer Funktion als später. Für neue (aber teilweise ähnliche) Funktionen wurden sie im Laufe der Evolution rekrutiert. Der weitere Ausbau erfolgte dann durch evolutives "Tinkering", also das "Einflicken" weiterer Elemente in eine bereits existierende Entwicklungskaskade, wobei in der nachfolgenden Evolution z. B. der verschiedenen Augentypen sehr verschiedene Gene eingefügt wurden.

Höchst erstaunlich ist, dass Kooptionen nicht nur im Zusammenhang mit funktionell vergleichbaren Strukturen (z. B. verschiedene Arten von Extremitäten), sondern auch in funktionell völlig verschiedenen Zusammenhängen vorkommen. So finden sich beispielsweise Proteine wie Dll, En und Sal, die bei der Entwicklung der Insekten eine konservierte Rolle bei der Entwicklung der Gliedmaßen spielen, in verschiedener Weise bei der Regulation von Augenflecken bei Schmetterlingen (True & Carroll).

Ganz auf die Entstehung auch neuer Elemente kann in den evolutionstheoretischen Erklärungen allerdings nicht verzichtet werden. Evolutionäre Neuheiten werden daher insgesamt auf eine mehr oder weniger komplexe Verflechtung konservierter Merkmale und neuer Elemente zurückgeführt (Minelli & Fusco).

Am Beginn der divergenten Entwicklung werden Gen-Duplikationen vermutet. Verdoppelte Gene könnten für neue Aufgaben frei werden. Dieses Konzept ist zwar nicht neu, wird im Rahmen von Evo-Devo aber auf Steuergene angewendet, die nach Duplikationen für neue Regulationsaufgaben verwendet werden könnten (

Aus dem Gesagten resultiert eine Offenheit für saltatorische (sprunghafte) Evolution. **Wenige Änderungen in Regulationsgenen könnten größere Änderungen hervorrufen;** und angesichts der "kambrischen Explosion" und anderer markanter fossiler Diskontinuitäten wird der Ruf nach sprunghaften Veränderungen laut. Die hopeful monsters von Goldschmidt erhalten eine neue Chance (Theissen).

Während im Neodarwinismus ungerichtete Veränderungen (Mutationen) und Auslese durch die Umwelt (Umweltselektion) im Mittelpunkt stehen, **wird bei Evo-Devo das Augenmerk auf die Erzeugung von Variabilität durch unterschiedliche ontogenetische Prozesse gelegt** (Arthur).

Damit werden epigenetische Prozesse (der Weg von den Genen zum Phänotyp, und ihre Veränderungsmöglichkeiten in den Blickpunkt gerückt. **Davon erhofft man sich drei Vorteile zum Verständnis evolutiver Prozesse:**

1. Änderungen ontogenetischer Prozesse können größere Auswirkungen haben als die kleinsten Mutationsschritte in der Synthetischen Theorie. Der Selektion werden sozusagen "größere Brocken" angeboten.
2. Die ontogenetischen bzw. epigenetischen Prozesse sollen auch schon eine bestimmte Entwicklungsrichtung vorgeben, da ontogenetische Entwicklungszwänge keine beliebigen Veränderungen erlauben. Damit soll die Erzeugung einer zu großen und ungerichteter Variationsbreite eingeschränkt werden. Die Erzeugung von Variation ist damit nicht (alleine) von Zufallsmutationen abhängig (Arthur). Die Organismen "steuern" ihre Evolution teilweise selber und sind kein Spielball der Umweltselektion
3. Modifikative Änderungen, die durch Umweltfaktoren ausgelöst werden, betreffen nicht nur ein einziges Individuum (wie das bei Mutationen der Fall ist), sondern eine ganze lokale Population. Damit kann sich eine Änderung schneller durchsetzen, wenn sie nachfolgend genetisch fixiert wird (genetische Assimilation).

Manche morphologischen Änderungen können durch Änderungen in der Ontogenese leichter auftreten als andere; daraus resultiert eine Kanalisierung. Dies wird durch sog. "constraints" (Entwicklungszwänge) bzw. "developmental bias" (durch die Entwicklung vorgegebene Ausrichtung) ermöglicht, die auf die verschachtelten Interaktionen der lebenden Konstruktionen zurückzuführen sind. Evo-Devo-Forscher sehen in den constraints nicht nur eine Einengung bzw. Kanalisierung evolutiver Möglichkeiten, sondern eine notwendige Voraussetzung für eine effektiv wirkende natürliche Selektion.

Die Variation wird in solche Richtungen gelenkt, die eher zu besseren Phänotypen führen (Wagner & Laubichler, . Arthur) bezeichnet die constraints als den "hauptsächlich bestimmenden Faktor der Richtung des evolutiven Wandels".

Aus diesen Überlegungen folgt, dass epigenetische Prozesse Vorrang vor der Genetik haben; sie werden als primäre Ursachen für den evolutiven Wandel betrachtet. Genetische Änderungen können dann nachziehen - contra Dawkins' egoistischen Genen (Newman & Müller).

Nicht-erbliche Modifikationen epigenetischer Prozesse werden von Evo-Devo-Forschern als wichtiger Schlüssel zum Verständnis von Makroevolution betrachtet. Für solche Modifikationen wird im Folgenden der Begriff Plastizität verwendet. Gemeint sind damit Änderungen in Organismen infolge von Umweltreizen; man spricht auch von Polyphenismus ("Vielgestaltigkeit"). Es ist keine neue Erkenntnis, dass die Fähigkeit vererbt wird, innerhalb gewisser Grenzen je nach Umwelteinflüssen und organismusinternen Einflüssen zu variieren (Nanjundiah). Neu bei Evo-Devo ist, hier eine Quelle für den evolutiven Wandel zu sehen.

Die Tatsache, dass die Lebewesen durch Modifikationen veränderbar sind, ermöglicht an sich jedoch noch keine Evolution.

Dazu müsste zunächst die Bandbreite der bisherigen Modifikationsmöglichkeiten verändert werden, sonst würde nur eine gewisse Flexibilitätsspanne vererbt werden. Um nun zu einem evolutiven Wandel zu gelangen, stellt man sich folgendes Szenario vor. Eine stressende Umwelt (d. h. eine, die deutlich von der bisherigen Umwelt abweicht) bewirkt eine sonst nicht vorkommende Modifikation (die also das normale Flexibilitätsspektrum überschreitet). West-Eberhard spricht von phänotypischer Akkommodation: "Phänotypische Akkommodation ist adaptive Einpassung variabler Aspekte des Phänotyps ohne genetische Änderung, die von einem neuen Input während der Entwicklung herrührt." Damit dies zu einer dauerhaften Veränderung führt, muss eine nachträgliche genetische Fixierung und Selektion erfolgen (Nanjundiah): Genetische Assimilation durch Ausschalten alternativer Entwicklungswege. Man spricht auch von Phänokopien: Modifikative Veränderungen des Phänotyps werden bei Vorliegen eines Selektionsvorteils durch nachfolgende genetische Änderungen "kopiert" bzw. fixiert. Selektion entkoppelt also die Abhängigkeit der Merkmalsausprägung vom Umweltreiz (Nanjundiah). Dieser Vorgang ist schon länger Baldwin-Effekt beschrieben worden (Nanjundiah): Eine phänotypische Antwort auf eine spezifische Umwelt kann von dieser Umwelt unabhängig werden. Was zunächst als rein physiologische Anpassung ohne erbliche Änderung an neue Bedingungen begann, könnte bei Auftreten der passenden Mutationen genetisch fixiert werden.

Die Chance, auf diesem Wege evolutiv weiterzukommen, wird darin gesehen, dass die Plastizität und phänotypische Akkommodation nicht in zufälligen Richtungen verläuft, sondern gemäß der Maßgabe der schon vorhandenen Organisation. Gegenüber (ungerichteten) genetischen Veränderungen bringt die Plastizität einen "Anpassungsvorsprung". Später muss dann eine genetische Assimilation erfolgen.

Kommt durch diese Prozesse irgendetwas Neues ins Spiel? Was bringt dieser Vorgang außer einer Fixierung eines bestimmten Bereichs der zuvor schon vorhandenen Bandbreite? **Die Hoffnung ist, dass extreme Umwelten eine Flexibilität bewirken, die über das normale Spektrum hinausgeht. Versteckte Reaktionsnormen könnten Rohmaterial für nachfolgende Evolution bereithalten .** Dennoch: Auch extreme Umwelten können nur das "herausholen", was schon an Potential in den Organismen steckt. Hier greift jedoch die Hypothese, dass die Umweltsensitivität durch genetische Veränderungen erhöht werden könnte. Das heißt: Es sollen neue Antwortmöglichkeiten auf Umweltänderungen (insbesondere Umweltstress) evolvierern. Eine solche Erhöhung der Umweltsensitivität wird als genetische Akkommodation bezeichnet. Während Assimilation (s. o.) eine genetische Fixierung einer bestimmten modifikativen Ausprägung bedeutet (mithin eine Verringerung der Plastizität, ist mit Akkommodation die Steigerung der "Antwortfähigkeit" des Phänotyps auf Umweltänderungen gemeint. Experimentelle Belege für einen solchen Vorgang sind jedoch sehr schwach (Suzuki).

Damit sich diese Vorgänge also nicht totlaufen, sind Mechanismen zur verbesserten Produktion von Variabilität erforderlich: "Evolvierbarkeit" ("evolvability"). Nach Newman & Müller entsteht Evolvierbarkeit durch fortgesetzte Wirksamkeit epigenetischer Prozesse in einer Abstammungslinie.

Benötigt wird eine Selektion auf Reaktionsnormen, d. h. die Fähigkeit des Organismus, auf verschiedene Umweltreize unterschiedlich reagieren zu können, muss selektiv gefördert werden. Arthur führt den Begriff "developmental reaction norm" ("DRN") ein. Die Sensitivität des Genotyps auf die Umwelt müsse hoch gehalten werden.

Zusammenfassend wird also spekuliert, dass neue Umweltbedingungen neue "Antworten" der ontogenetischen Entwicklung auslösen, wobei die natürliche Auslese mindestens zeitweise abgeschwächt ist. Dabei wird darauf Bezug genommen, dass den Lebewesen gleichgewichtserhaltende (homöostatische) und regulatorische Prozesse zu eigen sind, dass die Lebewesen also eine gewisse Flexibilität in Abhängigkeit von Umweltreizen besitzen. Diese Quelle von Variabilität könne "angezapft" und für einen evolutiven Wandel nutzbar gemacht werden. Genetische Änderungen, die solche zunächst modifikativen Veränderungen stabilisieren, können dann nachfolgen (genetische Assimilation).

Damit neue Modifikationen auftreten können, müssen bisherige constraints gelockert werden. Dies aber birgt die Gefahr einer geringeren Anpassung und kann sich daher als selektionsnegativ herausstellen. Selektion könnte also verheißungsvolle Neuanfänge verhindern. Vor diesem Hintergrund mutmaßen einige Evo-Devo-Forscher, dass bei den "Explosionen" der Entstehung neuer Baupläne geringe Selektion herrschte, weil es viele freie ökologische Nischen und folglich eine stark reduzierte Konkurrenz gab (Bateman). Diese stark verringerte Selektion war demnach sogar notwendig, damit Variation nicht vorschnell ausgelesen wurde und dadurch verloren ging. In Phasen einer stärkeren ökologischen Veränderung sollen genetische Kooptionen und Reprogrammierungen besonders begünstigt gewesen sein (True & Carroll).

Ein bedeutender Aspekt von Evo-Devo ist die Modularität im Aufbau der Lebewesen, die sich in einem überraschenden Ausmaß auch auf genetischer Ebene und bei Entwicklungsprozessen herausgestellt hat. Van Dassow & Munro betrachten Modularität als einen wichtigen Bestandteil des "konzeptionellen Rahmens von Evo-Devo" (Bolker, Gilbert) bezeichnet Modularität als "Vorbedingung für Evolution durch Entwicklung". Die Modularität ist wichtig, weil Module quasi-autonome Teile eines Entwicklungssystems sind, die verändert werden können, ohne zugleich andere Teile des Organismus ernsthaft zu stören (Bolker). Außerdem ermöglichen sie eine relativ freie Kombinierbarkeit (Schlosser). Einer der wichtigsten Vorgänge, der auf "Modularität als Verbesserung der Evolvierbarkeit" aufbaut, ist Duplikation plus Divergenz, also die Verdopplung von Genen und ihrem nachfolgenden Verschiedenwerden. Außerdem wird spekuliert, dass ein unterschiedliches "Zusammenstecken" von Modulen neue ontogenetische Entwicklungswege und damit auch neue Strukturen ermöglicht (Bolker). Die Modularität der ontogenetischen Entwicklung soll also helfen, dass stärkere Änderungen nicht zu viele negative Begleiterscheinungen (Kollateralschäden) verursachen, da die Module relativ unabhängig sind.

Die Mechanismenfrage bleibt ohne überzeugende Antwort. Evo-Devo-Forscher sprechen von Neuprogrammierung ("developmental repatterning"), Rekrutierung, Kooption oder Flickschusterei ("tinkering"). Dabei gewinnt man häufig den Eindruck, als ob es kein Problem wäre, wie das überhaupt funktioniert. Mit einzelnen Mutationen ist es jedenfalls nicht getan, und aufgrund der Verflechtungen vieler Gene und epigenetischer Abläufe ist zu erwarten, dass Mutationen fast immer schädlich sind (Chipman). **Die Vorschläge von Mechanismen sind denn auch ziemlich vage, sobald es sich um umfangreichere Veränderungen handelt. Viele Beispiele betreffen zudem nur den mikroevolutiven Bereich** (Suzuki) und erlauben keine Extrapolation auf Makroevolution.

Konkret stellt sich die Frage, wie der Übergang eines Regulationsgens wie dll in einen neuen Zusammenhang gelingt (z. B. von der Regulation der Extremitätenentwicklung zu Regulationsaufgaben in der Musterbildung von Schmetterlingsflügeln, s. o.). Wie erfolgt der nachgeschaltete Einbau in die untergeordneten Kaskaden. Wenn ein Regulationsgen in einen neuen Kontext eingebaut werden und dort funktionieren soll, genügen einzelne Mutationen nicht, sondern mehrere Änderungen müssen in einer Art "konzertierten Aktion" aufeinander abgestimmt erfolgen.

Von manchen Evo-Devo-Forschern wird der fehlende Nachweis ausreichender Mechanismen durchaus eingeräumt (Newman), und nicht umsonst gibt es eine umfangreiche "EvoDevo-Agenda"

mit zahlreichen noch zu erforschenden Problemen (Müller & Newman). Doch Wagner gibt zu bedenken, dass entwicklungs-genetische Neuprogrammierungen möglicherweise nicht experimentell nachvollzogen werden können. Das aber ist das Eingeständnis einer Grenze dessen, was Naturwissenschaft leisten kann.

Die Problematik wird noch dadurch verschärft, dass wiederholte ähnliche (konvergente) Kooptionen evolutionär verwandter Moleküle für ähnliche Zwecke angenommen werden müssen (Newman). Das evolutionstheoretische Konvergenzproblem (vgl. dazu Ähnlichkeiten in der Morphologie und Anatomie verfolgt also auch Evo-Devo).

Im Zuge der Evo-Devo-Forschung gibt es wie erwähnt eine neue Offenheit für saltatorische (sprunghafte) Evolution: Diese Sicht ist aber nach wie vor problematisch, und die Gründe, weshalb sie lange Zeit nicht hoffähig war, gelten nach wie vor. Komplexe Konstruktionen sind funktionell integrierte Einheiten. Selbst wenn etwa eine homeotische Mutation zu einem neuen oder deutlich veränderten Körperteil führt, so muss dieser in den Organismus integriert werden; das erfordert zahlreiche aufeinander abgestimmte Veränderungen (Budd). Solche saltatorischen Modelle seien daher Erzählungen und hätten weder Erklärungs- noch Vorhersagekraft. Budd plädiert daher für eine Abkehr von sprunghafter Evolution und schlägt ein Modell vor, wonach Änderungen in Regulationsgenen kleineren mikroevolutiven Änderungen folgen statt ihnen sprunghaft voranzugehen. Die experimentelle Bewährungsprobe steht diesem Vorschlag aber noch bevor.

Laut Alon besteht bei nicht-modularen Netzwerken die Gefahr, dass sie durch evolutive Optimierungsprozesse einen "eingefrorenen" Status erreichen. Dieser Status mag zwar für die momentane Aufgabe extrem gut sein, vermindert die Evolvierbarkeit aber auf nahezu Null. Dass Modularität Evolution also erleichtern könnte, ist gedanklich nachvollziehbar, inwieweit ist dies aber experimentell nachvollzogen? Coyne kritisiert Sean B. Carroll, der diesen Aspekt in seinem Buch "Endless Forms Most Beautiful" stark betont: "Aber Modularität und ein gemeinsamer genetischer Baukasten können für sich alleine nicht die 'endlosen Formen' begründen, weil konservierte Gene Vielfalt nicht erklären können" (Coyne). Es ist heute zwar vielfach nachgewiesen worden, dass vorhandene Gene an neuen Orten und zu neuen Zeiten genutzt werden, aber die experimentellen Belege für Prozesse, die zu dieser unterschiedlichen Nutzung führten, fehlen: "Die Evidenz für diese kritische Hypothese beruht jedoch mehr auf Schlussfolgerungen als auf Beobachtungen oder auf Experimenten" (Coyne).

Vergleichend-biologische Argumentation. Anstelle von Mechanismen werden häufig vergleichend-biologische Argumente angeführt; sehr ausgeprägt der Fall ist das in Carrolls Buch "Endless Forms Most Beautiful". Auch True & Carroll präsentieren in ihrem Überblicksartikel über genetische Kooptionen keine Mechanismen. Wagner weist darauf hin, dass viele Entdeckungen nur "Assoziationen" seien. Vergleichende Biologie begründet aber keinerlei Mechanismen und begründet nicht einmal Evolution. Beispielhaft sei dazu Amundson zitiert: "Die Entdeckung molekulargenetischer Gemeinsamkeiten kann diese Art der Integration [neuer Entwicklungsmodule] nicht erklären, und wenn sie noch so überraschend und weit verbreitet sind. Die Integration muss als Prozess verstanden werden" (Hervorhebungen nicht im Original). Zu den in der Evo-Devo-Literatur öfter zitierten Augenflecken auf Schmetterlingsflügeln bemerkt Amundson, dass die Benennung der Gene nicht dasselbe sei wie die Erklärung, wie Entwicklung modifiziert wurde, so dass evolutionäre Änderungen resultierten. Das tatsächliche Ziel von Evo-Devo sei es, Evolution als Modifikation von Entwicklungsprozessen zu erklären, nicht nur zu zeigen, dass Evolution durch Modifikation von Entwicklung voranschreitet.

Was ist die Triebfeder für Kooptionen von Steuergenen in ganz verschiedenen Zusammenhängen? Die Verwendung derselben Steuergene in z. T. völlig verschiedenen Entwicklungsprozessen gehört sicher zu den ganz großen Überraschungen der biologischen Forschung in den letzten Jahren. Im Rahmen der Evolutionstheorie stellt sich hier nicht nur die Frage nach den Mechanismen einer Übernahme in neue Prozesse, sondern auch nach der Triebfeder für einen solchen Vorgang. "Warum wurden dieselben Transkriptionsfaktoren wiederholt unabhängig rekrutiert, um ähnliche Strukturen in diesen radikal verschiedenen Formen zu bilden?" fragt Newman, ohne diese Frage zu beantworten. Die wiederholte konvergente Übernahme gleicher Gene in funktionelle ähnliche oder auch neue Zusammenhänge macht dieses Problem besonders delikate. Denn genauso wie es für die klassischen Mutationen keine nachweisbare Richtungsvorgabe gibt, kann eine solche Vorgabe für die hypothetischen Kooptionen und Rekrutierungen geben; es sei denn, es gibt eine Art Vorprogrammierung oder Prädisposition, doch

das würde neue Fragen nach deren Ursprung aufwerfen. Was also soll dafür die Triebfeder sein, wenn es kein zu erreichendes Ziel gibt?

"Konstruktionszwänge": Verheißung oder Verhinderung von Evolution? Der Evo-Devo-Ansatz steckt in folgendem Dilemma: Einerseits wird darauf hingewiesen, dass die natürliche Selektion Unterstützung durch eine vorsortierte Variabilität benötige. Diese Vorsortierung soll durch eine Einschränkung der Variationsmöglichkeiten aufgrund von Konstruktionszwängen und damit verbundenen kanalisiertem Entwicklungsrichtungen ("developmental bias", "constraints") ermöglicht werden. Andererseits spricht einiges dafür, dass dadurch Evolution verhindert wird, weil die zugleich auch vorhandene Vererbung ein nennenswertes Abweichen vom Hergebrachten nicht erlaubt. Aus diesem Grunde wurde vorgeschlagen, dass die Entstehung von Neuheiten ein Durchbrechen der alten constraints erfordert. Damit aber braucht Evo-Devo die Bewahrung und die Änderung der constraints gleichzeitig - beide Erfordernisse widersprechen einander.

Dazu kommt auch hier, dass ein experimenteller Nachweis dafür fehlt, dass das Aufbrechen von constraints mehr ist als eine notwendige Voraussetzung für die Entstehung von Neuem. Mit dem Aufbrechen ist noch nicht viel gewonnen. Die unbeantwortete Frage ist, wie Steuergene und Entwicklungsnetzwerke neu und sinnvoll zusammengefügt werden, außer vielleicht in Fällen, die nur sehr geringfügige Änderungen erfordern. Das ist nach allem, was wir wissen, nur koordiniert möglich.

Ein ähnliches Problem ergibt sich aus der postulierten vorübergehenden Verringerung der Selektion. Damit sollen einerseits "verheißungsvolle Neuanfänge" nicht im Keim erstickt werden, andererseits könnte gelockerte Selektion leicht dazu führen, dass zu viele nachteilige Mutationen nicht im nötigen Maß ausgelesen werden und es zu Funktionszusammenbrüchen kommt.

Ob das Aufbrechen von constraints und vorübergehend gelockerte Selektion tatsächlich zur Entstehung und Etablierung neuer Variabilität führen, ist also offen und kein experimentell begründetes Ergebnis.

Wie wurde das Variationspotential aufgebaut, das der Selektion helfen soll? Die epigenetische Flexibilität der Organismen ist ein schon vorhandenes Rohmaterial für evolutionäre Prozesse. Woher dieses kommt bzw. wie es aufgebaut wurde, ist erst einmal unbekannt und bedarf der experimentellen Untersuchung. Im Rahmen der Grundtypenbiologie wird von polyvalenten Stammformen ausgegangen. Polyvalenz ist etwas Gegebenes, das die Biologen heute an den Lebewesen vorfinden. Ob die Polyvalenz schrittweise aufgebaut wurde oder etwas anfänglich Gegebenes war, kann durch den Nachweis einer heute feststellbaren genetischen und epigenetischen Flexibilität nicht entschieden werden. Die epigenetische Flexibilität kann wohl als Basis für eine genetische Assimilation verwendet werden. Letztlich kann aber nur das assimiliert werden, was schon angelegt ist.

Neuprogrammierung ist nicht alles. Die Neuprogrammierung von Regulationsgenen und anderen toolkit-Genen gilt als wichtiger (hypothetischer) Evo-Devo-Mechanismus. Bei der Lektüre mancher Evo-Devo-Publikationen erhält man den Eindruck, als sei damit die Frage der Entstehung von Neuem in der Evolution gelöst oder wenigstens prinzipiell lösbar (so z. B. bei Carroll). Dennoch könnte auch dies nur ein Teil notwendiger evolutionärer Prozesse sein. Denn Modularität und darauf aufbauende (hypothetische) Neuprogrammierungsmöglichkeiten sind nur Teilaspekte der Organisation der Lebewesen. Angesichts einer großen Zahl ganz unterschiedlicher Gene und Genfamilien bleibt nach wie vor die Frage nach deren Neuentstehung. Die Unterschiede zwischen den Organismen können nicht allein auf unterschiedliche Aktionen der Steuergene zurückgeführt werden, da selbst 1% Unterschied in den DNA-Sequenzen einen substantiellen Unterschied in den Proteinsequenzen bedeutet (Coyne). Es gibt nicht die totale Modularität. Die Entdeckung einer ausgeprägten Modularität auf genetischer Ebene (z. B. bei den Steuergenen) ist eine der großen Überraschungen der Forschungen der letzten Jahre. Eine totale Modularität gibt es jedoch nicht. Module müssen miteinander gekoppelt werden und sind nicht völlig unabhängig vom Rest des Organismus. Und die Module müssen aufeinander abgestimmt sein. Ein neues Aufeinander-Abstimmen von Modulen in neuen Zusammenhängen dürfte kaum mit wenigen Mutationen erreichbar sein. "Eine modulare Struktur erzeugt Konstruktionszwänge, weil einige Interaktionen zwischen den Modulen möglicherweise nur schwer gelöst werden können". Die Mechanismen der Trennung von Modulen seien kaum verstanden.

Ein Vergleich mit der Technik offenbart zudem ein ganz wesentliches Problem: Wenn in technischen Geräten neue Module (wie z. B. eine Festplatte in einen Computer) eingebaut werden, so geht das nur

dann mit wenig Aufwand, wenn alle notwendigen Verschaltungen bereits konstruiert sind. Genau damit kann man bei evolutionärem Neueinfügen nicht rechnen.

Verwendung von Schöpfungsvokabular. Die hypothetischen Evolutionsvorgänge werden fast unbesehen als real hingestellt und mit Schöpfungsvokabular beschrieben. Eines der krassesten Beispiele dieser Art ist der öfter zitierte Satz: "Evolution of form is very much a matter of teaching very old genes new tricks!" (Carroll). Es ist schon sehr erstaunlich, dass ein solches Vokabular verwendet wird, obwohl in Wirklichkeit ein ungeplanter, ziel- und geistloser Vorgang beschrieben werden soll. Auch Begriffe wie Kooption, Rekrutierung, Neuprogrammierung oder Neuverdrahtung implizieren eine intelligente Planung. Das gilt sogar für den Begriff "Flickschusterei" ("tinkering"), mit dem man den Eindruck von Planung vermeiden möchte.

Als "Beobachter" steht es mir kaum zu, diese Frage zu beantworten. Zum einen fällt auf, dass manche Ansätze einander zu widersprechen scheinen (Lockerung oder Verstärkung von constraints? Gelockerte oder verstärkte Selektion). Ein einheitliches Forschungsprogramm, eine Synthese der verschiedenen Ansätze scheint noch nicht etabliert zu sein. Die verschiedenen Argumentationsschienen sind nicht miteinander plausibel verwoben. Das wäre für eine wirkliche Synthese und erforderlich. Zum anderen werden im Wesentlichen Muster entdeckt und Voraussetzungen für Makroevolution thematisiert. Die vorgeschlagenen Mechanismen für makroevolutive Veränderungen erscheinen demgegenüber spekulativ.

Eine schöne und wir mir scheint treffende Antwort auf die Frage nach dem Stand von Evo-Devo gibt einer von denen, die auf diesem Gebiet forschen, Manfred Laubichler: "Und wenn es stimmt, dass der liebe Gott im Detail steckt, dann befindet sich die evolutionäre Entwicklungsbiologie nach ihrem Auszug aus der Knechtschaft der modernen Synthese und der reduktionistischen Molekularbiologie noch mitten in der Wüste, allerdings schon mit einigen Ausblicken auf die fruchtbaren Landschaften des gelobten Landes". Ein Verdienst, das der Evo-Devo-Forschung bereits zukommt, ist die Wiedervorlage einer Grundfrage der Evolutionsbiologie, die zu unrecht schon als gelöst galt: "Die Stärke der evolutionären Entwicklungsbiologie liegt in ihren genuinen Fragestellungen, die derzeit mit keinem anderen Forschungsansatz gelöst werden können. Dazu gehören v.a. die fundamentalen Probleme der Innovation und der evolutionären Neubildungen ("novelties")" (Laubichler). Wie weit die Forschung hier fortgeschritten ist, ob Evo-Devo halten kann, was es verspricht oder erfüllen kann, was man erhofft, ob es das "gelobte Land" wirklich gibt, scheint mir ein gutes Stück Sache subjektiver Bewertung zu sein; daher ist hier kein weiteres Urteil nötig, der Fortschritt der Forschung wird es zeigen.

Schlussfolgerungen. Die Mechanismen für Makroevolution können nicht als geklärt gelten. Es wäre ein Euphemismus, wenn man nur von noch bestehenden „Erklärungslücken“ sprechen würde. Denn damit würde suggeriert werden, dass die wesentlichen Fragen geklärt seien. Tatsächlich aber fehlt eine Erklärung für Makroevolution trotz intensivster Bemühungen vollständig. Diese Behauptung mag überzogen klingen, doch sie gründet auf experimentellen Befunden. Wenn Immer wieder werden bei Lebewesen Fähigkeiten entdeckt, die vorher unbekannt waren und dann quasi als „neue Merkmale“ in Erscheinung treten. Solche Fälle sind keine Beispiele für Makroevolution, denn die betreffenden Merkmale waren vorher bereits im Erbgut vorhanden. So spricht manches dafür, dass es ein teilweise vorprogrammiertes Mutationsspektrum gibt.

Mir drängt sich bei Evo-Devo eher die Vorstellung einer „programmierten Variabilität“ auf, ein Grundkonzept des „Intelligent Design“-Ansatzes,

Hinweise auf Makroevolution

Der Theorie zufolge haben sich zuerst einzellige Lebewesen gebildet. Im Verlaufe von hunderten Millionen Jahren sind daraus wirbellose Seetiere entstanden, die sich später in Fische weiterentwickelt haben. Aus diesen Fischen wurden Amphibien und Reptilien, die das Festland eroberten. Aus den Reptilien sollen schließlich die Vögel und die Säugetiere entstanden sein. Einen Einblick in diese vergangenen Vorgänge erhielt die Wissenschaft durch das Auffinden von Fossilien. Fossilien sind versteinerte Überreste von Tieren, Pflanzen und Menschen.

Geologische Reihe

Nach den Vorgaben der Evolutionstheorie müssten in älteren Erdschichten einfache Lebewesen zu finden sein, deren Komplexität mit dem geringeren Alter der Schicht immer stärker zunehmen müsste. Und tatsächlich bestätigten Ausgrabungen und Fossilienfunde diese Annahme.

Diese sogenannte geologische Reihe, eine Abfolge von 12 Hauptschichten, wird daher unter Evolutionisten als stärkster Beleg für die Evolutionstheorie angesehen und dies zu Recht.

Es gibt jedoch Ausnahmen Nicht nur Einzelfossilien, sondern sogar ganze Fossilgruppen (!) fehlen in mächtigen Schichtfolgen, in denen sie eigentlich auftreten sollten. Es gibt Arten, die fossil in alten Sedimentschichten überliefert wurden, dann in den folgenden Sedimenten fehlen und dann plötzlich in neueren Sedimenten wieder auftauchen (Lazarus-Fossilien). Zudem gibt es eine Anzahl sogenannter „Lebender Fossilien“. Das sind Fossilien, die vollständig aus der Fossilienüberlieferung verschwunden waren und dann in der heutigen Zeit wieder lebend entdeckt wurden (z.B. Quastenflosser). Evolutionswissenschaftler versuchen dies dadurch zu erklären, dass solche Fossilien während dieser Zeit in geologisch nicht überlieferten Lebensräumen existiert haben.

Zwischenformen

Ein Problem für die Evolutionsbiologen stellen Fossilien dar, die man in den Gesteinsschichten finden sollte, aber nicht findet

Wenn sich das Leben so entwickelt und weiterentwickelt hat, wie das die Evolutionsbiologen annehmen, dann **muss es natürlich auch eine Vielzahl von Lebewesen geben, die vom Körperbau her zwischen zwei Tier- oder Pflanzenordnungen stehen**, z. B. zwischen einem Fisch und einem Amphibium, oder zwischen einem Reptil und einem Vogel. **Man bezeichnet solche Lebewesen als Mosaikformen, evolutionäres Bindeglied, Zwischenform, Brückenform oder Übergangsform. In der Tat wurde das Auffinden solcher Fossilien von fast allen Evolutionswissenschaftler vorausgesagt und als zwingende Voraussetzung für die Glaubhaftigkeit der Evolutionstheorie bezeichnet.**

So sagte einer der bekanntesten englischen Evolutionswissenschaftler **W. Le Cros Clark**: „**Dass Evolution wirklich stattgefunden hat, kann wissenschaftlich nur dann bewiesen werden, wenn Zwischenstufen in Form von Fossilien gefunden werden.**“

Dies hat auch Darwin so gesehen. Er erklärte: "Wenn Arten aus anderen Arten durch unmerkbar kleine Abstufungen entstanden sind, warum sehen wir nicht überall unzählige Übergangsformen? Die Geologie bietet uns keineswegs eine fein abgestufte organische Kette. Wir haben keinen einzigen Beleg für einen Übergang von einer Art zu anderen (Über die Entstehung der Arten, S. 189)dass wir nicht unzählige Übergangsglieder entdeckt haben zwischen den Arten, die am Anfang und am Ende einer jeden Formation auftreten.(Über die Entstehung der Arten, S. 380) Die Beschaffenheit des fossilen Beweismaterials ist die handgreiflichste gewichtigste Einrede, die man meiner Theorie entgegenhalten kann. Die Erklärung so meine ich, ist in der Unvollständigkeit des geologischen Materials zu suchen" (Über die Entstehung der Arten, S. 358).

Das geologische Material hat inzwischen stark zugenommen. Es sind derzeit 250.000 fossile Tierarten katalogisiert, gestützt auf unzählige **Millionen von Fossilien. Man findet darunter nur wenige, die**

als Zwischenform diskutiert werden. Ich habe in der Fachliteratur lediglich 10 Tierarten und 2 Pflanzenarten gefunden. Es werden wohl noch einige mehr sein. Ihre Zahl dürfte jedoch bei weitem nicht den Erwartungen der Paläontologen entsprechen.

Dieses Problem wird auch von der Wissenschaft so gesehen. Evolutionsbiologen sprechen angesichts der fehlenden Fossilfunde daher oft von Missing-Links

Ulrich Kutschera, Evolutionsbiologe, Prof. an der Universität Kassel „Trotz enormer Erkenntnisfortschritte sind viele Detailfragen zum Verlauf und den Mechanismen der Evolution noch ungeklärt, z. B. Lücken in vielen Fossilreihen. (Interview focus online)

Richard Dawkins: Aber oft lassen uns Fossilfunde im Stich. Dann sind wir, was die Zwischenformen angeht, auf Vermutungen angewiesen.“ „(Der Gipfel des Unwahrscheinlichen - Wunder der Evolution, Rowohlt Taschenbuch, 1999, S. 106)

Prof. Heribert Nilsson, Botaniker und Genetiker, Lund Universität Schweden: Das Fossilmaterial ist jetzt so vollständig, dass das Fehlen der Ketten von Übergangsgliedern nicht mehr mit der Knappheit des Fossilienmaterials begründet werden kann. Die Lücken sind echt, sie werden nie gefüllt werden. (Synthetische Entstehung von Arten, 1953)

Prof. Steven M. Stanley, einer der der bedeutendsten Paläontologen der heutigen Zeit: Tatsächlich liefern die zutage geförderten Fossilurkunden keinen einzigen überzeugten Beleg für den Übergang einer Art in eine andere. (Der neue Fahrplan der Evolution 1987)

Prof. Niles Eldredge, Paläontologe, City Universität New York : Darwin selbst... prophezeite, dass künftige Generationen von Paläontologen diese Lücken durch beständige Forschung füllen würden... Einhundertzwanzig Jahre paläontologischer Forschung später ist nun vollständig klar geworden, dass der Fossilienbestand diesen Teil von Darwins Vorhersagen nicht bestätigt. Der Fossilienbestand zeigt ganz einfach, dass diese Voraussage falsch ist. Bis dato hat jedoch niemand irgendwelche Beweise für derartige Übergangsformen gefunden (N. Eldredge, and I. Tattersall, The Myths of Human Evolution, Columbia University Press, 1982, S. 45-46)

David M Raup, Professor für Geophysikalische Wissenschaft an der Universität von Chicago und einer der führenden Paläontologe: "Der Nachweis der Evolution ist nach wie vor erstaunlich lückenhaft. Ironischerweise haben wir im Hinblick auf evolutionäre Zwischenstufen heute sogar weniger vorzuweisen als zu Darwins Zeiten. Ich meine damit, dass einige klassische Beispiele, die man früher als Belege für Evolution ansah, inzwischen wieder aufgegeben oder revidiert werden musste. (Field Museum Bulletin, Vol 50 (1), 1979, S. 22)

Theodus Dobzhansky, russ.-amerik. Genetiker, Zoologe und Evolutionsbiologe : „Die Verschiedenheit der spezifischen Formen und das Fehlen von zahlreichen Übergangsformen bietet offenbar große Schwierigkeiten. Die plötzliche Art und Weise, in der ganze Artengruppen in gewissen Formationen erscheinen, ist von mehreren Paläontologen als ein gefährlicher Einwand gegen die Veränderlichkeit der Arten erhoben worden. (Theodosius Dobzhansky, Mankind Evolving: the Evolution of the Human Species, New Heaven, 1962 (S. 19)

John Moore, Naturwissenschaftler Prof. an der Universität von Michigan „Rund 120 Wissenschaftler erarbeiteten ein gewaltiges Werk, das 30 Kapitel hat und über 800 Seiten umfasst, und präsentieren darin den Fossilbericht für ungefähr 2500 Tier- und Pflanzengruppen. Es gibt keine Spur eines gemeinsamen Vorfahren, geschweige denn die eines Bindegliedes. . (Hutmacher: Die Mär von der Evolution)

D'Arcy Wentworth mThompson, britischer Zoologe und Biologe, Prof. an der Universität Dundee: „Darwins Abstammungslehre hat uns nicht gelehrt, wie sich aus Reptilien Vögel entwickelten, Säugetiere aus älteren Vierfüßern, Vierfüßer aus Fischen oder Wirbeltiere aus Wirbellosen. ... Man

sucht umsonst nach Schrittsteinen, die dies Klüfte überbrücken, denn man wird sie nie finden.“ (On Growth and Form. 1917)

Martin Neukamm, Chemie Ingenieur an der TU München, Geschäftsführer der AG Evolutionsbiologie im Biologieverband: „Bis jetzt sind wir nicht in der Lage gewesen, die phylogenetische Geschichte von nur einer einzigen Gruppe der modernen Pflanzen von der Gegenwart bis zum Anfang zurückzuverfolgen.“ (NEUKAMM M (2009) Evolutionsbiologie)

Michael Denton, Arzt, Molekularbiologe und Prof. an der Universität Otago/Neuseeland: „Im molekularen Niveau ist jede Klasse der Lebewesen einzigartig, verschieden und mit den anderen nicht in Verbindung stehend. Deshalb haben die Moleküle gezeigt, dass die von den evolutionistischen Biologen seit langer Zeit gesuchten theoretischen Verbindungsglieder nicht existieren.“ (Evolution: A theory in crisis, London 1985))

Harold Coffin, Paläontologe Prof. an der Andrews Universität: „Wenn eine fortschreitende Entwicklung vom Primitiven zum Komplexen richtig sein soll, dann hätte man die Vorfahren der vollentwickelten Lebewesen des Kambriums finden müssen; aber sie sind nicht gefunden worden, und die Wissenschaftler geben zu, dass wenig Aussicht besteht, sie je zu finden. (Harold O. Coffin, „Famous Fossils from a Mountaintop“, in Origins)

Steven M. Stanley, US-amerikanischer Paläontologe Prof. an der Yale und Hopkins Universität: „Tatsächlich liefern die zutage geförderten Fossilurkunden keinen einzigen überzeugenden Beleg für den Übergang einer Art in eine andere.“ (Der neue Fahrplan der Evolution. Fossilien, Gene und der Ursprung der Arten 1988)

Austin Hobart Clark US-amerikanischer Zoologe und Evolutionsbiologe: „ Da wir unter den Fossilien nicht den geringsten Beleg für irgendwelche Übergangsformen finden, ist die Annahme gerechtfertigt, dass es niemals solche Übergangsformen gegeben hat.“ (New Evolution: Zoogenesis, 1930:S. 114)

Steve Jones, britischer Genetiker, Prof an der College Universität London: „Die fossilen Funde offenbaren keineswegs die Vielzahl der Zwischenformen, die aufgrund der Selektion zu erwarten wären, sondern viel Arten tauchen ohne Vorwarnung auf, bleiben in einer festen Form erhalten und verschwinden wieder. Die Geologie zeigt uns mit Sicherheit keine fein abgestufte Kette des Lebendigen. Dies ist der schwerwiegendste Einwand, der sich gegen die Evolutionstheorie vorbringen lässt.“ (Wie der Wal zur Flosse kam. Ein neuer Blick auf den Ursprung der Arten).

Niles Eldredge, US-amerikanischer Paläontologe, Prof. an der City Universität New York : „Hätte sich das Leben Schritt für Schritt zu solch wundersamer Fülle entwickelt, dann sollte man erwarten, Fossilien von Übergangsformen finden, die Attribute sowohl der vorangehenden, als auch der nachfolgenden Lebensform beinhalten. Bis dato hat niemand irgendwelche Beweise für derartige Übergangsformen gefunden. Dieser kuriosen Tatsache wurden Lücken in den Fossilzeichnungen zugeschrieben, welche die Wissenschaftler zu füllen hofften, nachdem dementsprechend datierte Bodenschichten gefunden wurden. Allerdings wurden von Geologen während des letzten Jahrzehnts Stein- schichten aller Zeitalter gefunden...jedoch keine darin enthaltenen Übergangsformen.“

Michael Denton, Biochemiker und Molekulargenetiker: „Während nach allgemeiner Erfahrung der Paläontologie das Gestein immer wieder neue, aufregende und sogar bizarre Lebensformen offenbarte... konnte es nie eine von Darwins zahllosen fehlenden Übergangsform hervorbringen. Ungeachtet der enormen Zunahme geologischer Aktivitäten in jeder Region des Planeten und der Entdeckung zahlreicher skurriler und bislang unbekannter Lebensformen, konnte die Unendlichkeit der verbindenden Zwischenglieder immer noch nicht entdeckt werden. Die Fossilzeichnungen sind genauso lückenhaft wie zu der Zeit, als Darwin die „Die Entstehung der Arten“ schrieb. Die Zwischenstadien sind undefinierbar wie eh und je und deren Abwesenheit bleibt – nun ein Jahrhundert später – eine der

auffälligsten Eigenschaften Fossiler Aufzeichnungen“.(M. Denton (2016): „Evolution: Still a theory in crisis.“)

Stephen Jay Gould: „Die fossile Überlieferung mit ihren abrupten Veränderungen kann keine Unterstützung für eine schrittweise Veränderung liefern. ... Alle Paläontologen sind sich im Klaren darüber, dass die fossile Überlieferung herzlich wenig an Zwischenstufen enthält; die abrupten Übergänge zwischen großen Gruppen sind charakteristisch. ... Können wir, obwohl wir doch keine direkten Belege für sanfte Übergänge haben, sinnvolle Reihen von Übergangsformen erfinden, also lebens- und funktionsfähige Organismen, die zwischen Vorfahren und Nachfahren stehen? Wozu könnte denn unvollkommene Anfangsstadien nützlicher Strukturen gebraucht werden? Was fängt man mit einem halben Kiefer oder einem halben Flügel an?“(S. J. Gould, „The Return of the Hopeful Monsters“ *Natural History* 86(6):22-30 (1977)

„Die extreme Seltenheit von Übergangsformen in der fossilen Überlieferung hält sich beharrlich als Betriebsgeheimnis der Paläontologie. Die evolutionistischen Bäume, die unsere Lehrbücher schmücken, sind nur in den Spitzen und an den Knotenpunkten faktisch belegt; der Rest ist reine Schlussfolgerung, vielleicht sinnvoll, aber nicht durch Fossilien belegt. ... Die Geschichte der meisten fossilen Arten umfasst zwei Charakteristika, die im Widerspruch zu einer schrittweisen Entwicklung stehen: 1. Stasis. Die meisten Arten zeigen während ihrer Existenz auf der Erde keine gerichtete Veränderung auf. Sie erscheinen in der fossilen Überlieferung und haben sich bis zu ihrem Verschwinden nicht besonders verändert; eine morphologische Veränderung ist normalerweise beschränkt und ungerichtet. 2. Plötzliches Auftreten. In jedem örtlich begrenzten Gebiet erscheint eine Art nicht schrittweise durch eine kontinuierliche Umwandlung ihrer Vorfahren; sie erscheint urplötzlich und »voll entwickelt«." (S. J. Gould, *Natural History* 86(5):13 (1977)

„Das dreistufige fünf-Königreiche-System mag auf den ersten Blick auf einen unvermeidbaren Fortschritt in der Geschichte des Lebens hinweisen, dem ich in diesen Spalten häufig widersprochen habe. Eine steigende Diversität und vielfältige Übergänge scheinen ein unaufhaltsames Fortschreiten in Richtung höherer Lebewesen widerzuspiegeln. Die paläontologische Überlieferung unterstützt solche Interpretationen jedoch nicht. Es gab keinen ständigen Fortschritt in der höheren Entwicklung organischer Konzepte. Wir finden stattdessen große Zeiträume mit geringen oder keinen Veränderungen und eine evolutionistische Explosion, die das gesamte System ins Leben rief.“ (S. J. Gould, *Natural History* 85(6):37 (1976)

George Gaylord Simpson (1902-1984) Simpson stellt fest, daß nirgendwo auf der Erde die Spur eines Fossils gefunden wurde, das die beträchtliche Lücke zwischen "Hyracotherium", vielen Evolutionisten zufolge das erste Pferd, und seiner angeblichen Vorfahrenordnungen "Condylarthra" schließen können. Weiter stellt er fest:) "Das gilt für alle 32 Säugetierordnungen. ... Die frühesten und primitivsten bekannten Glieder jeder Ordnungen weisen bereits die grundlegenden, ordnungsspezifischen Merkmale auf und es ist in keinem Fall auch nur eine annähernd kontinuierliche Folge von einer Ordnung zur nächsten bekannt. In den meisten Fällen ist der Bruch so abrupt und die Lücke so groß, daß der Ursprung der Ordnung spekulativ und umstritten ist." (G. G. Simpson, "Tempo and Mode of Evolution", Columbia University Press, New York, 1944, S. 105)

„Dieses regelmäßige Fehlen von Übergangsformen beschränkt sich nicht nur auf Säugetiere, sondern ist, wie schon seit langem von Paläontologen bemerkt, ein fast universelles Phänomen. Es gilt fast für alle Ordnungen aller Tierklassen, sowohl bei Wirbeltieren als auch bei Wirbellosen. Mehr noch, es trifft auch auf die Klassen und großen Tierstämme und offensichtlich auf die analogen Pflanzenkategorien zu.“(G. G. Simpson, "Tempo and Mode of Evolution", Columbia University Press, New York, 1944, S. 107)

Zu meiner Zeit in der gymnasialen Oberstufe (1978 – 1980) wurden drei „Musterzwischenformen“ präsentiert, von denen 2 heute diesen Status verloren haben:

Ichthyostega galt lange als Brückentier zwischen Fisch und Amphibium und als erster Landgänger überhaupt. Neue wissenschaftliche Untersuchungen haben ergeben, dass Ichthyostega viel zu speziali-

siert war um eine Zwischenform zu sein. Ja es gilt mittlerweile auch nicht mehr sicher, ob er überhaupt ein Landgänger war

Der 1938 erstmals lebend entdeckte **Quastenflosser** (Fossilien über 400 Millionen Jahre alt) wurde als der Fisch angesehen aus dem sich die ersten Vierbeiner entwickelten, also als Zwischenform zwischen Fisch und Amphibium. Dies musste 2013 revidiert werden. 90 Forschergruppen verschiedener Universitäten darunter der Evolutionsbiologe Axel Meyer von der Uni Konstanz. Hatten erstmals das komplette Erbgut eines Quastenflossers aufgeschlüsselt. Sie verglichen es mit den Genen von Lungenfischen und 14 verschiedenen Landwirbeltieren, Danach stand fest: Im Stammbaum der Wirbeltiere ist der Quastenflosser kein direkter Ahne der Landbewohner.

Wie schwer die Einordnung als Bindeglied ist zeigt der „Urvogel“ **Archaeopteryx** Evolutionswissenschaftler sahen diesen Vogel als Bindeglied zwischen den Reptilien und den Vögeln an. In der Tat besitzt Archaeopteryx sowohl Merkmale, die bei Reptilien als auch Merkmale, die bei Vögeln vorkommen.

Im Jahre 2011 wurde diese Auffassung revidiert. Grund dieser Ansichtsänderung war ein Fossilfund im Jahre 2011 durch chinesische Forscher in der Liaoning Provinz. Dieser, etwa Huhn großen Dinosauriers aus der Gruppe der Theropoden zeigt deutliche Ähnlichkeiten mit dem berühmten „Urvogel“ Archaeopteryx. Eine Merkmalsanalyse unter Einbeziehung dieser neuen Gattung führt zum Ergebnis, dass Archaeopteryx in die Gruppe der Deinonychosauria gestellt werden muss, die evolutionstheoretisch nicht als Vorläufergruppe der Vögel betrachtet werden kann. Damit verlöre Archaeopteryx seinen Status als „Urvogel“.

Diese Auffassung musste 2 Jahre später erneut revidiert werden berichtet das Magazin Nature (31.5.2013). Ein internationales Forscherteam fand, ebenfalls in China, ein bisher unbekanntes „Urvogel-Fossil“ Auroris zeige alle Merkmale eines Urvogels und sei der älteste Vertreter der avialae (Gruppe der Vogelvorfahren) Aufgrund vorhandener Gemeinsamkeiten müsste nun auch **Archaeopteryx** wieder in diese Gruppe aufgenommen werden,

Trotzdem wird er heute auch noch Paläontologen, die Archaeopteryx nicht in die Gruppe der Urvögel aufnehmen wollen. Sie argumentieren wie folgt:

1. man müsste Archaeopteryx zuerst einmal eine Reptiliengruppe zuordnen, aus der er entstanden ist. Dies wirft Probleme auf, denn die bei A vorkommenden Merkmale finden sich bei ganz unterschiedlichen Reptilgruppen. Ein Reptil, das alle Merkmale in sich vereinigt, wurde bisher nicht gefunden.
2. Es kann keine Fossilreihe vom Reptil zu Archaeopteryx aufgestellt werden, da bisher keine Funde gemacht wurden, die sich in eine solche Reihe einordnen ließen.
3. Die Entwicklung der Feder kann paläontologisch nicht nachgewiesen werden. Archaeopteryx besitzt ein Federkleid das perfekt ausgebildet und dem der heutigen Vögel ebenbürtig ist. Viele Wissenschaftler vertreten sogar die Auffassung, dass es kein Federkleid gab und gibt, mit dem bessere Flugeigenschaften zu erzielen sind.

Sie ordnen Archaeopteryx eher einer ausgestorbenen Mosaikform zu.

Im Juli 1997 ging die Meldung um die Welt, dass in der berühmten südchinesischen Saurierfundgegend Liaoning in 140 bis 120 Millionen Jahre alten Sedimenten eine neue Art eines gefiederten und mit für Vögel typischen Merkmalen ausgestatteten Dinosauriers von der Größe eines Truthahnes gefunden wurde: **Archaeoraptor liaoningensis**. Der Schwanz sei der eines Dinosauriers, der Körper aber der eines Vogels, so die publizierte Meinung.

Wissenschaftler der University of Texas haben jedoch 2000 mit Hilfe der Computer-Tomographie festgestellt, dass das Fossil aus 88 Stücken besteht, die mit Mörtel zusammengeklebt wurden. Die Wissenschaftler schließen aus ihren Untersuchungen, dass die Fälschung die Knochen von mindestens zwei verschiedenen Arten enthält und möglicherweise aus fünf verschiedenen Fossilien zusammengesetzt wurde.

Wie schwierig die Einstufung als Zwischenform ist zeigt die folgende Einordnung von Zwischenformen betreffend Reptilien und Vögel.

27.6.2000

"Longisquama insignis" stellt Verbindung zwischen Dinosauriern und Vögeln in Frage

"Kein Dinosaurier" lautet das jüngste Urteil von Wissenschaftlern zu Longisquama insignis, dem ältesten bekannten mit Federn bewehrten Tier. Diese Erkenntnis stellt viele sicher geglaubte Theorien über den evolutionären Zusammenhang zwischen Dinosaurier und Vogel in Frage.

Paläontologen der Oregon State University (OSU) halten das etwa eidechsen große Tierchen für ein Reptil mit Federn. Vor rund 220 Millionen Jahren umkreiste es im Gleitflug die Bäume in Zentralasien - zu der Zeit als die ersten Dinosaurier sich entwickelten und 75 Millionen Jahre vor dem ersten Vogel, Archäopteryx. "Die mindeste Entdeckung der Fossilien ist, dass Federn nicht an Vögeln entstanden sind", sagt John Ruben, Professor für Zoologie an der OSU

29.3.2001

Nun ist es wohl doch bewiesen: Schon bevor es Vögel gab, trugen Saurier ein Federkleid. Und die jüngst geborgenen fossilen Reste eines Raubsauriers sind so einzigartig gut erhalten, dass sie selbst feinste Strukturen erkennen lassen. Eines konnte der *Dromaeosaurus* allerdings nicht: fliegen. Doch dazu waren die Federn auch nicht gedacht, vielmehr war dem womöglich bereits warmblütigen Tier einfach nur kalt.

Nun stellen Ji Qiang von der *Chinese Academy of Geological Sciences* und Mark Norell vom *American Museum of Natural History* den ersten, überaus bemerkenswerten Fund eines vollständigen Dinosauriers vor, der von Kopf bis Fuß befiedert ist. Die Dromaeosaurier waren kleine und flinke Raubtiere und gehörten zu den Theropoden, zweibeinigen Fleischfressern.

16.8.2002

Paläontologen: Vögel doch keine Verwandten von Tyrannosaurus rex

Vögel haben demnach einen gemeinsamen Vorfahren mit den Riesenechsen und stammen nicht von Vettern des königlichen Tyrannen unter den Dinos, Tyrannosaurus rex, ab, wie viele Paläontologen meinen. Das ergab ein Vergleich zwischen den Händen von Vögeln und Dinosauriern, berichtet das Magazin "Naturwissenschaften" in seiner Augustausgabe.

Die Doktorandin Julie Nowicki von der Universität North Carolina in Chapel Hill hat acht Tage alte Straußeneier geöffnet. Etwa zu der Zeit entwickeln sich bei den Vogelembryonen die Finger, fand Nowicki. Deutlich kann man erkennen, dass die drei Finger der Vogelhand sich aus den Entsprechungen zum menschlichen Zeige-, Mittel- und Ringfinger entwickeln. Die drei Finger der Dinosaurier entsprechen hingegen Daumen, Zeige- und Mittelfinger. Dass die Hände der Vögel von denen der Dinosaurier abstammen, sei damit nahezu ausgeschlossen, erklärt Nowickis Doktorvater, Alan Feduccia.

Das sei nun jedoch nicht das einzige Problem für Forscher, die die Abstammung von den Dinosauriern vertreten, sagt Feduccia. So lebten Tyrannosaurus rex und seine Verwandten vor etwas mehr als 65 Millionen Jahren, kurz bevor ein Meteor ihr Ende besiegelte. Der älteste bekannte Vogel ist dagegen 150 Millionen Jahre alt.

20.3.2008

Entwicklung fliegender Dinosaurier erschüttert

US-Forscher vom amerikanischen Naturhistorischen Museum in New York haben in der Mongolei einen Dinosaurier von der Größe des Urvogels *Archaeopteryx* entdeckt. Der *Mahakala omnogovae* getaufte Dinosaurier ist rund siebzig Zentimeter lang. Er zeigt, dass einige Vorläufer der Vögel schon klein waren, lange bevor die Dinosaurier Flugeigenschaften entwickelten. Bislang galt die Reduktion der Körpergröße als einer der letzten Schritte auf diesem Weg . . .

14.2.2010

Flugfähigkeiten des *Microraptor gui* stellt gängige Theorie in Frage

Die gängige Annahme: Die modernen Vögel haben sich aus nicht flugfähigen fleischfressenden Dinosauriern (Theropoden) entwickelt. An dieser These kratzt nun ein US-chinesisches Forschungsteam. Sie bauten ein dreidimensionales Tier-Modell des 2003 entdeckten Fossils *Microraptor gui* nach. Die Flugfähigkeiten ergaben, dass der kleine, gefiederte *Microraptor* ein "Gleiter" gewesen sein muss, der von Bäumen heruntergesegelt sei.

Die Studie stimme mit anderen Studien überein, die die Theorie über die Abstammung der Vögel von Dinosauriern zunehmend in Frage stellen, schrieb der Zoologe John Ruben von der Oregon State University in einem PNAS*-Kommentar: "Das Modell hat nicht mit einem erfolgreichen Flug vom Boden weg übereingestimmt. Das macht es ziemlich schwer, Argumente für bodenbasierte Theropoden, die Flügel entwickelten und davon flogen, zu liefern."

Die Kambrische „Explosion“

Die ältesten Fossilien stammen aus dem Erdzeitalter des Kambriums. In diesen Steinen befinden sich viele Millionen komplexer Lebewesen, wie Schwämme, Korallen, Würmer, Weich- und Krustentiere. In den älteren Gesteinsschichten findet sich nicht ein einziges mehrzelliges Fossil. **Diese fast gleichzeitige erstmalige Vorkommen von Vertretern fast aller heutigen Tierstämme in einem geologisch kurzen Zeitraum von 5 bis 10 Millionen Jahren zu Beginn des Kambriums** vor etwa 550 Millionen bezeichnet man als Urknall der Paläontologie, oder kambrischen Explosion. **Die Lebewesen des Kambriums sind scheinbar ohne jeden Vorfahren urplötzlich auf der Erde erschienen.**

Einigkeit über den Auslöser der kambrischen Explosion gibt es innerhalb der Forschung bis heute nicht. Die meisten Forscher halten diese Frage bis heute für nicht gelöst. Einige wenige vertreten die Hypothese, dass die Lebensbedingungen in den Ozeanen sich geändert hätten. Demnach hätten sich die präkambrischen Meere in irgendeinem Schlüsselfaktor von den heutigen Meeren unterschieden. Eine weitere Vermutung liefert die Evo Devo-Forschung. Kleine Änderungen in der Regulation und in den Entwicklungskaskaden könnten größere Folgen für den Phänotyp haben.

Das plötzliche Auftreten der Tierstämme im Fossilbericht des Kambriums lässt manche Forscher vermuten, dass **evolutive Veränderungen sehr schnell, ja gerade sprunghaft ablaufen können.** Sie hierzu die Ausführungen bei **Evo-Devo**

Richard Dawkins, gab dazu das folgende Eingeständnis ab: Es ist, als ob die kambrischen Lebensformen einfach so und ohne evolutionäre Entwicklung eingepflanzt worden wären. (R. Dawkins, *Der blinde Uhrmacher* 1986, Seite 229)

Stephen Jay Gould erklärte: Zur Geschichte der fossilen Arten gehört das plötzliche und schlagartige Auftreten als voll entwickelte Spezies. (S.J. Gould, *Natural History*, 86(5)13, (1977)

Ernst Mayr: Fast alle Stämme tauchen am Ende des Präkambriums und zu Beginn des Kambriums bereits in voll ausgeprägter Form auf. Man hat keine Fossilien gefunden, die zwischen ihnen stehen, und auch heute gibt es keine solchen Zwischenformen. Die Stämme scheinen also durch unüberbrückbare Lücken getrennt zu sein. (Ernst Mayr, *Das ist Evolution*, 3. A., München, 2003, S. 74).

Ernst Walter Mayr war ein deutsch-amerikanischer Biologe und der Hauptvertreter der modernen synthetischen Evolutionstheorie. Er erhielt mehrere bedeutende Auszeichnungen und zählt nach Ansicht zahlreicher Kollegen zu den einflussreichsten Naturforschern des 20. Jahrhunderts

“Lebende Fossilien“

Mit der Erforschung der Meere tauchte ein weiteres Problem auf, das die Evolutionsbiologen nicht erklären können. Es sind die sog. »lebenden Fossilien«. Das sind Tier- und Pflanzenarten, die als Fossilien nur in älteren Gesteinsschichten auftreten, - hingegen nicht in jüngeren - und deswegen als

längst ausgestorben galten. Andererseits leben diese Wesen heute noch in völlig unveränderter Form. Wie diese „primitiven“ Tiere die Evolution überlebt haben bleibt ein Rätsel.

Beispiel Quastenflosser

Der Fossilbericht setzt im Unterdevon vor etwa 409 Millionen Jahren ein und bricht in der späten Oberkreide vor mehr als 70 Millionen Jahren ab. Daher ging man bis zur Entdeckung des Komoren-Quastenflossers 1938 im Indischen Ozean davon aus, dass die Quastenflosser das Massenaussterben am Ende der Kreidezeit vor 65 Millionen Jahren nicht überstanden hatten. 1997 wurde vor der indonesischen Insel Sulawesi eine zweite Art, der Quastenflosser entdeckt.

Hatte doch **Darwin** in seinem Buch "Über den Ursprung der Arten" geschrieben:

Wenn tatsächlich viele Vertreter der gleichen Klasse gleichzeitig und nebeneinander aufgetreten sind, wäre dies ein tödlicher Schlag für den Evolutionsgedanken, der von der Entwicklung aus einem gemeinsamen Vorfahren durch natürliche Selektion ausgeht.“

Viele Wissenschaftler (auch Schöpfungswissenschaftler) argumentieren, dass diese Lebenden Fossilien in der Zwischenzeit in fossil nicht überlieferten Biotopen gelebt haben. Der Zeitraum der nicht überlieferten Fossilien beträgt zum Teil mehrere hundert Millionen Jahre!!

Wenn sich aber, wie die Evolutionsbiologen behaupten, alles verändert und niemals etwas Beständiges nachgewiesen wurde, wie kommt es dann, dass bestimmte Lebensformen über 570 Millionen Jahre bis auf den heutigen Tag existieren?! Die Baupläne (Stämme) des Tierreichs sind seit über 500 Millionen Jahren konstant! Seit ungefähr 400 Millionen Jahren" treten "keine neuen Klassen innerhalb dieser Tierstämme auf.

Mosaiktiere

Es gibt Tiere, die Merkmale mehrere Tierarten tragen, ohne als Übergangsform bezeichnet werden zu können.

Beispiel Schnabeltier. Es hat:

Reptilieneigenschaften (legt Eier, schwankende Körpertemperatur)

Säugetiermerkmale (Haarkleid und Milchdrüsen)

Vogeleigenschaften (Horn oder Entenschnabel)

Zudem hat es einen Ruderschwanz und Schwimmhäute

Evolutionswissenschaftlich können solche Tiere nicht erklärt werden

Kein Stammbaum, sondern ein Stammbusch?

Wissenschaftler der Yale Universität (USA) und der Tierärztlichen Hochschule Hannover verwarfen das Stammbaummodell, von dem die Evolutionstheorie bisher ausging. Die Forschungsarbeiten zeigen, dass sich die niederen Tiere parallel und getrennt voneinander entwickelt haben. Diese These wurde bisher immer verworfen, weil man es für ausgeschlossen hielt, dass sich komplexe Systeme, wie z.B. das Nervensystem zwei Mal unabhängig voneinander entwickelt haben könnten. Nun haben Forschungen aber ergeben, dass auch niedere Lebewesen über ein sehr variables und mengenmäßig großes Genom (Summe aller Gene) verfügen. So haben auch einfache Lebewesen die Anlagen zur Ausbildung eines Nervensystems, sie tun es jedoch nicht.

Wie dieses komplexe Genom allein durch Mutation und Selektion entstanden sein soll ist bis heute ungeklärt. Die Forscher führen weiter aus, dass die heutigen Hören Tier nicht aus den heute vorkommenden niederen Tieren (z.B. Schwämme, Nesseltiere, Rippenquallen etc.) entstanden sein können. Diese Tatsache bereitet der Evolutionslehre Sorgen. Man behilft sich auf Seiten vieler Evolutionsbiologen damit, dass man von einem Urlebewesen ausgeht von dem sich alle niederen und höheren Tiere ausgehen. Wir erhalten somit nicht mehr den Tierstammbaum der klassischen Evolutionstheorie, sondern einen Stammbusch mit 2 Hauptstämmen und verschiedenen Verästelungen.

Die Entwicklung des Menschen

Der Stammbaum des Menschen

Einigkeit besteht in der Evolutionstheorie darüber, dass Menschen und die heute lebenden Affen gemeinsame Vorfahren haben. Damit enden jedoch auch schon die Gemeinsamkeiten.

Wie der **Stammbaum des Menschen** im Einzelnen aussieht ist umstritten, weil viele Funde von verschiedenen Wissenschaftlern unterschiedlich eingeordnet werden.

Zudem gibt es drei verschiedene Auffassungen über den **Ursprung des Menschen**. Die vorherrschende Auffassung besagt, dass der Ursprungsort in Ostafrika liegt.

Auch über die **Zeitspanne der Entwicklung zum Menschen** gibt es zum Teil weit auseinanderliegende Auffassungen

Die Mehrheit der Wissenschaftler geht von einem Zeitraum von 2 - 3 Millionen Jahren aus. Einige Biologen halten diesen Zeitraum jedoch wegen der geringen Zahl positiver Mutationen für zu gering. Sie plädieren für einen Zeitraum von bis zu 75 Millionen Jahren.

Nach Meinung von John Haldane (1892-1964) einem der Begründer der modernen Populationsgenetik, wären sogar mindestens 2,5 Milliarden Jahre notwendig gewesen.

Ich finde zu diesem Thema kaum noch Veröffentlichungen. Das mag damit zusammenhängen, dass die mathematische Berechnung solcher populationsgenetischer Prozesse extrem komplex ist und für weiterführende Berechnungen wichtige Grundlagen fehlen.

Das **Magazin GEO** schreibt hierzu: Bei der Einordnung der Funde angeblich menschlicher Vorfahren stößt man auf zwei Probleme: Zum einen ist es kaum möglich einen Überblick über die Vielzahl der Fundstücke zu behalten, zum anderen ist die Einordnung in einen Stammbaum sehr schwierig. Dies führte dazu, dass viele Entwürfe wieder revidiert werden mussten. **Die Erstellung des menschlichen Stammbaums hat sich bisher als ein Weg voller Sackgassen erwiesen.** Ein Problem der Einordnung ist zum einen, dass meist nur Skeletteile gefunden werden und Skeletteile auch nur eine eingeschränkte Sicht auf das Aussehen des Individuums zulassen. Denn die Fossilien informieren uns nur über den Knochenbau des Lebewesens, nicht über das Aussehen der Weichteile. Deshalb sind Rekonstruktionen oft ideologisch gesteuert.

Was macht den Mensch zum Menschen?

Es werden 7 Merkmale diskutiert, die nur der Mensch besitzt.

1. Der aufrechte Gang

Der aufrechte Gang kann evolutionstheoretisch nicht damit erklärt werden, dass man die Hände zum Gebrauch der Werkzeuge benötigte, da solche Werkzeuge bereits viel früher belegt sind als der aufrechte Gang. Der aufrechte Gang bringt zudem Nachteile. Das dafür notwendige kurze Becken erschwert den Geburtsvorgang. Zudem bringt das aufrechte Gehen auch besondere Anforderungen an den Kreislauf. Ausgerechnet das Gehirn, das einen erheblichen Energieverbrauch aufweist befindet sich an der obersten Stelle.

2. Koordination von Hand und Auge und das Zusammenwirken von Daumen und Fingern/Werkzeugherstellung

Dadurch wurde es möglich Werkzeuge herzustellen und zu gebrauchen. Die ersten Werkzeuge, die hergestellt, waren Grabstock, Schlagstock und Fauststein. Werkzeuggebrauch findet man auch bei Tieren. Der Darwin-Fink benutzt Dornen und kleine Zweige um Nahrung aus Astlöchern zu angeln. Der Seeotter öffnet eine Muschel, in dem er auf dem Rücken schwimmend mit einem Stein wiederholt auf die Muschel einschlägt. Schimpansen nehmen Grashalme um Termiten aus einer Höhle herauszufischen.

3. Sozialverhalten

4. künstlerische Fähigkeiten

5. Sprache

6. moralisches Empfinden

7. Vorstellung von Zukunft und Vergangenheit

8. Religiosität

9. Rechtswesen

Ein Problem bei diesen Merkmalen ist, dass Nr. 3 und 4 nur eingeschränkt und Nr. 5 – 9 gar nicht oder nur sehr schwer anhand von Funden nachvollzogen werden kann.

Die Gattung Homo

Die ersten echten Menschen (Gattung *Homo*) besiedelten ab dem Ende Pliozän/Anfang Pleistozän die Alte Welt. Nach herkömmlichen Datierungen wird das Alter des Menschen auf etwa 2 Millionen Jahren angegeben. Man kann drei große Gruppen unterscheiden, um die sich alle Formen gruppieren – *Homo ergaster/erectus*, *Homo neanderthalensis* und *Homo sapiens*. Ihre jeweils charakteristischen Merkmale zeigen dabei fließende Übergänge. Auch zeitlich gibt es Überlappungen.

Kleinere Populationen *Homo Heidelbergensis* *Homo floresiensis*

Bis auf den *Homo Sapiens* sind alle anderen Menschen der Gattung *Homo* ausgestorben. Doch ist Neanderthaler DNA auch bei heutigen Menschen noch nachweisbar, ein Zeichen, dass beide Menschenarten parallel gelebt haben und sich vermischten.

Der **Homo erectus** und der **Neandertaler** wurden früher als Bindeglieder zwischen Mensch und Affe angesehen. Heute weiß man, dass es sich um Menschen gehandelt hat. Beide Rassen sind ausgestorben.

Der **Homo erectus** gilt als **ältester Vertreter der Gattung Homo** und war dem heutigen Menschen sehr ähnlich. Die ältesten Fossilien findet man ungefähr zur gleichen Zeit (ca. 1,9 Millionen Jahre) sowohl in Afrika als auch in Südostasien. Sie besiedelten schon kurz nach Beginn ihres Auftretens fast die ganze Alte Welt: Afrika, den Nahen Osten, Eurasien, Ostasien, Südostasien, Nordchina, wahrscheinlich Europa und möglicherweise sogar Sibirien. Manche Forscher mutmaßen sogar eine Besiedlung Australiens durch späte *erectus*-Formen, was mit der Überwindung einer recht umfangreichen Meeresfläche verbunden wäre.

Er nutzte bereits das Feuer und stellte Faustkeile und andere Werkzeuge her. Er war auch offensichtlich ein guter Jäger. Neuere Forschungsergebnisse haben gezeigt, dass er über navigatorische Fähigkeiten verfügte und ein Seefahrer war. Somit war *Homo erectus* wohl nicht weniger entwickelt, als der heutige Mensch. Er passt damit nicht in die Ahnenreihe des Menschen, da er zwar nach unseren Vorstellungen als primitiv, aber doch als Mensch zu sehen ist.

Typisch für diese Menschengruppe sind ausgeprägte Überaugenwülste, ein niedriger und langgezogener Gehirnschädel, eine flache Stirn und eine massive Kieferkonstruktion mit vorspringender Kieferpartie und fliehendem Kinn sowie ein relativ kleines Gehirn. Die Gehirngröße ist zwar gering (zwischen 800 und 1100 cm³), liegt aber doch meistens innerhalb der Variationsbreite des heutigen Menschen. Der Knochenbau des Rumpf- und Extremitäten Skeletts ist in seinen Proportionen dem heutigen Menschen sehr ähnlich und zeichnet sich nur durch seine mehr oder weniger starke Robustheit aus. Mehrere Teilskelette aus Afrika zeigen, dass diese Form *menschlich-aufrecht* ging. Von späteren *erectus*-Formen kennt man sogar ziemlich ausgefeilte Jagdtechniken (z. B. hervorragend gebaute Speere) und den Einsatz von Feuer. Das künstlerische und technische Verständnis ist weit besser ausgeprägt als bislang meist angenommen. Neuere Forschungsergebnisse haben gezeigt, dass er über navigatorische Fähigkeiten verfügte und ein Seefahrer war. Die bei *Homo erectus* auftretenden Merkmale finden sich in etwas schwächerer Ausprägung auch bei manchen heutigen Menschenformen, z. B. bei den australischen Ureinwohnern (Aborigines).

Die **Neandertaler** sind in der Forschung schon lange eine populäre Menschengruppe. Immer wieder wurde von ursprünglichen Deutungen ihres Lebensbildes abgewichen.

Die Vorfahren des Neandertalers, so glauben die Wissenschaftler heute, stammen aus dem sonnigen und warmen Afrika. Man geht heute davon aus, dass er etwa vor 220.000 Jahren nach Europa vorstieß. Über lange Zeiträume hinweg waren er und seine Vorfahren hier der einzige Menschentyp - vermutlich deshalb, weil es ihm schnell - "schnell" im erdgeschichtlichen Sinne, d.h. über Jahrtausende - gelang, sich biologisch den rauen Verhältnissen anzupassen

Vor etwa 40.000 Jahren tauchte dann unvermittelt ein Konkurrent auf: Der *Homo Sapiens* wanderte ebenfalls von Afrika nach Europa ein. Einige tausend Jahre später, war der Neandertaler offensichtlich verschwunden, *Homo Sapiens* hat als einzige Menschenart überlebt.

Der Neandertaler zeichnet sich durch eine Reihe von Merkmalen aus, die ihn von den heutigen Menschen in der Regel unterscheiden: Er hatte ein robustes Skelett, eine gedrungene Körperstatur, ein vorspringendes Mittelgesicht, ein relativ großes Gehirn und eine relativ langgestreckte Schädelform. Die einzelnen Merkmale des Neandertalers befinden sich aber *innerhalb* der Variationsbreite von *Homo sapiens sapiens*. Erst die *Summe* der Merkmale ergibt die recht gut abgrenzbare, spezialisierte Form des Neandertalers. Sie könnte mit einer Kälteanpassung in Verbindung stehen. Auch das relativ und absolut größere Gehirn und die einzigartige Gesichtsmorphologie („Spitzgesicht“: hervorspringendes Mittelgesicht, wurden verschiedentlich als Klimaanpassung verstanden.

Die ursprüngliche Vorstellung vom Neandertaler als einem sehr primitiven Wesen konnte sich über fast ein halbes Jahrhundert halten und lebt auch heute noch in der Vorstellung von Laien weiter, obwohl sie durch eine große Zahl von Veröffentlichungen widerlegt wurde. Heute gibt es kaum Indizien dafür, dass Körperbau und Verhaltensrepertoire des Neandertalers „primitiver“ als beim heutigen Menschen waren, auch wenn sie sich deutlich von dem des anatomisch modernen Menschen unterscheiden. Mitochondrialen DNS-Sequenzierungen aus Neandertaler-Knochen zufolge soll es sich – entgegen früherer Annahmen – doch um eine recht alte Menschenform handeln, die sich vor ca. 600.000 Jahren von der Linie abgespalten hat, die zum anatomisch modernen Menschen führte. Gleichzeitig werden fossile Indizien für eine Vermischung zwischen beiden Formen diskutiert. Ob der Neandertaler aus europäischen Formen wie *Homo antecessor* und *heidelbergensis* hervorgegangen oder direkt aus dem Nahen Osten eingewandert ist, bleibt momentan offen, ebenso der Grund für sein relativ abruptes Ende vor etwas weniger als 30.000 Jahren, kurz nachdem der anatomisch moderne Mensch in Europa auftauchte.

Es bestehen kaum Zweifel, dass Neandertaler Tote bestatteten, über Sozialstrukturen verfügten und die gleichen Artikulationsmöglichkeiten wie der heutige Mensch besaßen (ein Zungenbein aus Israel gleicht dem des heutigen Menschen). Auch kultische und musische Leistungen gehörten zu seinem Alltag. Sie stellten Schmuck und Musikinstrumente her.

Homo sapiens – der „weise/vernünftige“ Mensch

Ab dem Oberpleistozän besiedelte der anatomisch moderne Mensch (*Homo sapiens*) ziemlich rasch die ganze Alte und ab ca. 30.000 Jahren auch die Neue Welt. Während die Werkzeugtechnik und die kulturelle Vielfalt enorm zunehmen, nimmt die morphologische Vielfalt erheblich ab.

Von der ursprünglichen Merkmalsvielfalt der Gattung *Homo* hat mit dem heutigen Menschen nur ein Ausschnitt überlebt. Gewisse geographische Variationen lassen sich jedoch an der heutigen Menschheit feststellen. An heutigen Populationen, die an der Peripherie leben und als Folge von geographischer und genetischer Isolation nicht der allgemeinen Gendurchmischung unterlagen, stellt man ein gegenüber der restlichen Weltbevölkerung leicht verschobenes Merkmalspektrum fest.

Ähnliche Merkmals- und Zeitkonflikte wie bei der Beurteilung mittelpleistozäner Formen beobachtet man bei den Funden Australiens. Die 10.000 Jahre alten Schädel von Kow Swamp und Willandra Lake tragen einige *Homo erectus*-Merkmale, während die dreimal so alten Funde von Lake Mungo und Keilor viel gracilere Gestaltungen aufweisen. Manche Forscher verstanden diese Merkmale als genetisches Zeugnis einer Vermischung von nachfolgenden *Homo sapiens* mit dem ansässigen *Homo erectus*, der in Südostasien und möglicherweise auch in Australien.

Homo floresiensis – („Hobbit“-Mensch)

Vor einigen Jahren wurden mehrere Individuen einer neuen „Zwergen“-Art – *Homo floresiensis* – gefunden, die eine Gehirngröße von nur ca. 400 cm³ besaß. Wegen der geringen Körpergröße wurde sie auch als „Hobbit“-Mensch bezeichnet. Von fast allen Anthropologen wird diese Art aufgrund mor-

phologischer und kultureller Merkmale als Teil der Gattung *Homo* angesehen. Sie lebte zwischen 95.000 und 12.000 Jahren auf der indonesischen Insel Flores östlich von Bali. Strukturell entspricht das winzige Gehirn der neuen Art in wesentlichen Aspekten dem des heutigen Menschen und weist Formähnlichkeiten mit *Homo erectus* auf. Die kleine Körpergröße von einem Meter und etwa 25 kg Körpergewicht können das kleine Gehirn nicht erklären. Daher wurde von einigen Wissenschaftlern die Möglichkeit einer krankhaften Veränderung des Gehirns in Erwägung gezogen

Dies ist jedoch kaum denkbar, da mehrere Individuen gefunden wurden, die Art über mehrere Generationen existiert hat und geistig offenbar nicht eingeschränkt war. Damit stellt diese Form bisherige Grundannahmen bezüglich der menschlichen Gehirngrößenevolution auf den Kopf, denn morphologisch und kulturell besteht wenig Zweifel, dass es sich um einen echten, wenn auch sehr kleinen Menschen handelt. Die Gehirngröße für sich genommen ist also kein sicheres Maß für menschliche Intelligenz. Die strukturelle Architektur des Gehirns dagegen ist entscheidend für die Zugehörigkeit zur Gattung *Homo*. Die Gehirngröße ist immer noch eines der beliebtesten Merkmale für die Erstellung einer Evolutionsreihe: kleinere Gehirne stehen für primitivere, größere für fortschrittlichere Formen. Bei heutigen Menschen wurden allerdings unterschiedliche Gehirngrößen festgestellt, ohne dass unterschiedliche Intelligenz nachweisbar ist. Kenneth Beals konnte einen auffälligen Zusammenhang zwischen Klimazonen und Gehirngröße feststellen: die Gehirnvolumina werden tendenziell umso größer, je kühler das Klima wird, und je heißer die Sonne brennt, desto kleiner ist das menschliche Gehirn (Abb. 353). Dieser Zusammenhang kann eventuell auf Fossilformen angewendet werden. Für heutige Formen ist die Gehirngröße jedenfalls kein Maß für Intelligenz, was auch durch den Fund des „Hobbit“-Menschen unterstrichen wurde.

Homo heidelbergensis

Homo heidelbergensis („Heidelbergmensch“) ist eine ausgestorbene Art der Gattung *Homo*. 1907 wurde in einer Sandgrube der Gemeinde Mauer, 10 km südöstlich von Heidelberg ein Unterkiefer von *Homo heidelbergensis* gefunden. Es gilt als ältestes Fossil, der Gattung *Homo*, das in Deutschland gefunden wurde. Dieser Art werden insbesondere Fossilien aus dem europäischen Mittelpleistozän zugeordnet, die 600.000 bis 200.000 Jahre alt sind. Die Verbreitung von *Homo heidelbergensis* über einen großen Bereich Europas kann als gesichert gelten. *Homo heidelbergensis* ging aus *Homo erectus* hervor und entwickelte sich vor etwa 200.000 Jahren in Europa zum Neandertaler weiter

Da es keine klare Trennungslinie zwischen *Homo erectus* und *Homo heidelbergensis* bzw. *Homo heidelbergensis* und Neandertaler gibt, ist die Zuordnung vieler Funde zur einen oder zur anderen Spezies bis heute unter Paläoanthropologen umstritten. Manche Forscher deuten einen Teil der *Homo heidelbergensis* zugeordneten Funde als bloße Varianten von *Homo erectus*. Die meisten Einzelfunde von *Homo heidelbergensis* sind Fragmente von Schädeln und Unterkiefern. Die aufschlussreichsten Funde – darunter 28 sehr vollständig erhaltene Individuen – aus der Epoche des *Homo heidelbergensis* stammen aus der Sima de los Huesos, einer Höhle bei Burgos in Spanien. Ihr Alter wurde 2014 auf 430.000 Jahre vor heute datiert, zuvor waren deutlich höhere Altersangaben publiziert worden. Am Schädel erkennt man über den Augenhöhlen deutlich einen durchlaufenden Überaugenwulst, der über der Nase eine Biegung nach unten aufweist. Aufgrund des breiten Nasenrückens sind die Augenhöhlen recht weit voneinander entfernt. Nase und Unterkiefer treten im Verhältnis zu den Wangenknochen deutlich hervor. Die Stirn ist niedriger als bei den späteren Neandertalern. Charakteristisch für *Homo heidelbergensis* ist ferner ein großer Ober- und Unterkiefer, wobei sich – wie beim Typusexemplar aus Mauer und bei den Neandertalern – hinter dem dritten Molaren eine Lücke befunden haben dürfte, in die noch ein weiterer Zahn gepasst hätte.

Das mittlere Gehirnvolumen von zehn in Spanien entdeckten Schädeln „beträgt 1274 cm³ bei einer Schwankungsbreite von 1116 bis 1450 cm³. Damit ist es geringfügig kleiner als bei Neandertalern und Jetztmenschen.“ Der Knochenbau unterhalb des Halses ist hingegen bislang nur unzureichend bekannt: Zwar wurden zahlreiche Knochen-Bruchstücke geborgen, es wurden bisher aber nirgends assoziierte Überreste eines einzigen Individuums beschrieben. Schätzungen auf der Basis von 27 Langknochen aus der Sima de los Huesos ergaben für *Homo heidelbergensis* eine Körpergröße von ca. 164 cm, wobei die Männer etwas größer als die Frauen gewesen sein dürften. Das Körpergewicht wird auf 60

bis 80 kg geschätzt Von 17 Schädeln aus der Sima de los Huesos wurde ferner abgeleitet, dass die Zähne, der Kauapparat und die Gesichtsknochen dieser spanischen Population – deutlich früher als andernorts bislang belegt – die charakteristischen Merkmale der späteren Neandertaler aufwiesen, während die Schädelkapsel noch „primitive“ Merkmale aufwies.

Die „Vorfahren“ des Menschen

Homo Habilis/Rudolfensis

Von Homo habilis, dem sog. „fähigen Menschen“ sind nur wenige Fossilien bekannt. Ende der 1950er und Anfang der 1960er Jahre wurden aus der Olduvai-Schlucht in Tansania Skelettfragmente und Steinwerkzeuge geborgen, die als Indizien für eine neue Hominiden-Art angesehen wurden und den Namen „Mensch“ rechtfertigten

Die Bezeichnung Homo“ habilis wurde durch Leakey, Tobias und Napier 1964 eingeführt. Dieses Wesen hatte ein etwas größeres Schädelvolumen als die Australopithecinen. Ihm wurden eine menschlich-zweibeinige Fortbewegung und die Fähigkeit zur Werkzeugherstellung zugeschrieben.

Die Zuordnung von habilis zur Gattung Homo war von Anfang an umstritten. Die Deutungen der oft schlecht erhaltenen Funde gehen in der Fachwelt weit auseinander. So gab es damals schon Forscher, die das Olduvai-Material alternativ Australopithecus zuordneten. Die Zuordnung zur Gattung Homo setzte sich durch, obwohl zahlreiche spätere Untersuchungen deutliche Ähnlichkeiten mit den Australopithecinen aufzeigten.

Bereits 1999 hatten Bernard Wood, Professor für Anthropologie an der George Washington Universität und Mark Collard, Anthropologe an der Simon Fraser University in Burnaby, Kanada, die beiden Hominiden-Arten aus der Gattung Homo – Mensch – herausgenommen und zur ausgestorbenen Gattung Australopithecus gestellt. Obwohl Bernard Wood, einer der Päpste der Paläanthropologie, gute Gründe für die Reklassifizierung angeführt hatte, folgte ihm kaum jemand auf diesem Weg. Beide Arten wurden in den allermeisten paläanthropologischen Facharbeiten weiterhin zu Homo gestellt und als primitivste Formen des Menschen interpretiert.

Seit 1999 sind weitere überzeugende Untersuchungsergebnisse publiziert worden, die auf eine Neuklassifizierung drängen. Das Belastungsverhältnis von Vorder- zu Hinterextremitäten ähnlich dem der Schimpansen und die Ernährung ist die der Australopithecinen. **Im Jahre 1999 wurde diese Art schließlich offiziell in die Gattung Australopithecus eingeordnet** – ebenso auch Homo rudolfensis, der später dann in die Gattung Kenyanthropus verschoben wurde.

Insbesondere war das auf ca. 670-680 cm³ geschätzte Schädelvolumen kleiner als die zu dieser Zeit (ohne besonders überzeugende Gründe) allgemein akzeptierte minimale Gehirngröße für Homo von 700 bis 800 cm³. So weist „Homo“ habilis Kletteranpassungen und Merkmale einer vom Menschen verschiedenen Bipedie (Zweibeinigkeit) auf.

Neuere Untersuchungen bestätigen, dass der von vielen Paläanthropologen zu „Homo“ habilis gestellte Teilfuß OH 8 (Leakey et al. 1964, Susman 2008) sich in seinem Gesamtmerkmalskomplex deutlich vom Menschen unterscheidet. „Homo“ habilis besitzt großaffenähnliche Merkmale mit Anpassungen an das Klettern. Eine Untersuchung zeigte, dass die Handwurzelknochen primitiver (großaffenähnlicher) sind, als die von Australopithecus afarensis.

Hartwig-Scherer Kommt auf der Basis von Längenmessungen der Gliedmaßen zu dem Ergebnis, dass habilis großaffenähnlichere Körperproportionen hat als afarensis

Nach Kidd (1999) zeigt Habilis eine mosaikartige Morphologie und Funktion. Das Sprungbein ist dem des Orang Utan sehr ähnlich. Das Kahnbein ist ebenfalls eindeutig großaffenähnlich mit der größten Nähe zum Gorilla. Das Würfelbein ist dem des Menschen am ähnlichsten. Das Sprungbein besitzt nach Gebo & Schwartz (2006) ähnliche Merkmale wie der Paranthropus robustus und wird deshalb von beiden Autoren auch zu diesem Taxon und nicht zu „Homo“ gestellt. Nach Wood & Constantino (2007) können die „Homo“ habilis zugeordneten Skelettelemente (Teilfuß, Großzehenendglied, Unterschenkelknochen) zu Paranthropus boisei gestellt werden. Trocheri (2003), zeigt, dass das Große Vielecksbein und die Handwurzelknochen primitiver (großaffenähnlicher) ist als die von Aust-

ralopithecus afarensis Johanson (1987) stelle fest, dass mit habilis mit 95% einen Schimpansen ähnlicheren Humero-femoralindex und damit großaffenähnlichere Körperproportionen als *afarensis*, mit einem Index von 85% auf. Dieser Index ist die Länge des Oberarmknochens durch die Länge des Oberschenkels geteilt, multipliziert mit 100.

Spoor (1994) kam bezüglich der Fortbewegungsweise von „Homo“ habilis zu einem verblüffenderen Ergebnis. Er untersuchte nicht die Extremitätenknochen, sondern das Labyrinth des Innenohres. Die im Labyrinth befindlichen Bogengänge geben Aufschlüsse über die gewohnheitsmäßige Körperhaltung bei den Primaten. Während *Homo erectus* eine modern menschliche Labyrinthmorphologie besitzt, ist die des *Homo Habilis* großaffenähnlich. .

Wood & Aiello (1998) kamen zu dem Ergebnis, dass „*Homo*“ habilis und „*Homo*“ rudolfensis relativ größere Unterkieferknochen als *Homo erectus* besitzen. Die Größe der Zähne im Verhältnis zum Körpergewicht ist bei „*Homo*“ habilis ähnlich der von *Australopithecus afarensis* und *Australopithecus africanus*. Der Kauapparat von „*Homo*“ habilis und „*Homo*“ rudolfensis war somit nicht kleiner als der Kauapparat der *Australopithecinen*. Dagegen besaß *Homo erectus* einen dem modernen Menschen vergleichbaren Kauapparat. Ungar et al. (2011) haben fossile Zähne von „*Homo*“ habilis und *Homo erectus* miteinander verglichen. Sie stellten fest, dass sich das Zahnabnutzungsmuster der beiden Formen deutlich unterscheidet. Die Forscher schließen daraus, dass sich „*Homo*“ habilis und *Homo erectus* unterschiedlich ernährten. Die Ernährung von *Homo erectus* war vielfältiger, zumindest was die Härte der Nahrung betrifft. *Homo erectus* ähnelte darin dem heutigen Menschen. Dagegen hat „*Homo*“ habilis offensichtlich eine weichere Nahrung vergleichbar der von *Australopithecus afarensis*, *Australopithecus africanus* und *Paranthropus boisei* zu sich genommen.

Die Australomorphen

Unter den fossilen Menschenaffen gelten die sogenannten Australomorphen (Gattung *Australopithecus* (Südafaffe) und ähnliche Gattungen) weithin als geeignetste Kandidaten für eine Vorfahrenstellung zum Menschen. Von dieser vielgestaltigen Gruppe sind mittlerweile über 10 Arten entdeckt worden. In populären Darstellungen werden die Australomorphen häufig als „Urmenschen“ bezeichnet, doch diese Bezeichnung ist nicht gerechtfertigt. **Die Bezeichnung „Urmensch“ ist nicht durch die Merkmale dieser Gruppe begründet, sondern resultiert aus der verbreiteten Auffassung, dass aus diesen Formen der Mensch evolutiv hervorgegangen sei.** Die Australomorphen lebten über einen Zeitraum von ca. 4 Millionen Jahren. Ihre fossile Überlieferung überlappt zeitlich ab 2 Millionen Jahren herkömmlicher Datierung mit der Fossilüberlieferung des Menschen (Gattung *Homo*,

Den Australomorphen werden menschliche Merkmale zugeschrieben, vor allem ein zweibeinig-aufrechter Gang* und ein menschenähnliches Becken sowie ein teilweise menschenähnliches Gebiss. Zum Teil wird bei ihnen auch Werkzeuggebrauch beobachtet und die einfache Herstellung von Werkzeugen ähnlich denen von Schimpansen angenommen. Die Schädelkapazitäten der *Australopithecus*-Artigen schwanken zwischen ca. 350 und eventuell bis zu 750 cm³, und liegen somit im Bereich der Afrikanischen Menschenaffen. In der Relation zum Körpergewicht ist das Gehirn von *Australopithecus* jedoch etwas größer, liegt aber auch immer noch deutlich unter dem des Menschen (Gattung *Homo*). Die Australomorphen sind dem Menschen in der Tat ähnlicher als die heute lebenden Menschenaffen. Auf der anderen Seite besitzt diese Gruppe aber viele affentypischen Merkmale, z.B. die Gehirnstruktur, Schnauze, trichterförmiger Brustkorb, Form des Schulterblatts, gekrümmte Zehen- und Fingerknochen. Dazu kommt, dass zahlreiche sehr spezielle Merkmale in einer Ausprägung vorkommen, wie sie weder bei Menschenaffen noch beim Menschen vorkommen. Legt man diese einzigartigen Merkmale zugrunde, **können die Australomorphen evolutionstheoretisch nicht in einen Übergangsbereich vom Affen zum Menschen gestellt werden, sondern stehen sozusagen als Spezialentwicklung abseits davon.** Ein einfacher Einbau in einen gedachten Stammbaum vom Affen zum Menschen gelingt nicht. Das wird auch von manchen Evolutionstheoretikern eingeräumt, die deshalb nach geeigneteren Übergangsformen zwischen Menschenaffen und dem Menschen suchen. **Aufgrund des insgesamt einzigartigen Merkmalspektrums und der Vielfalt der Gattungen der Australomorphen können diese als eigenständiger ausgestorbener Grundtyp betrachtet werden.**

*Schon seit den 1970er Jahren diskutiert man den zweibeinigen Gang von *Australopithecus* als nicht schreitend wie beim Menschen. Möglicherweise stellte der zweibeinige Gang nur eine *gelegentliche* Fortbewegungsweise dar

Neuere Funde rütteln zudem aufgrund ihres Alters an lange für sicher gehaltene Vorstellungen zur Evolution des Menschen mit *Australopithecus* als Übergangsform zum Menschen. Der auf 6 Millionen Jahre datierte „Millennium-Mensch“ und der noch älter datierte *Sahelanthropus* wären viel älter als alle bisherigen Formen aus dem Kreis der Australomorphen Vorfahren Kandidaten ähnlich *Ramapithecus* in den 1960er Jahren und würden einer Übergangstellung der Australomorphen widersprechen. Die Stellung des *Australopithecus* als relativ gut passende Übergangsform zwischen Menschenaffen und Menschen wird durch neue Befunde weiter in Frage gestellt. Die beiden Forscher David J. Green und Zeresenay Alemseged haben 2012 in der Wissenschaftszeitschrift *Science* eine bemerkenswerte Untersuchung zum Schulterblatt von *Australopithecus* publiziert. Nach ihrer Analyse spricht vieles dafür, dass diese Tiere einen wesentlichen Teil ihres Lebens in Bäumen verbracht haben. .

Ein internationales Forscherteam hat Anfang 2015 im Wissenschaftsmagazin *Science* ein neues fossiles Unterkieferbruchstück aus Äthiopien vorgestellt, das ein radiometrisches Alter von ca. 2,8 Millionen Jahren hat. Die Forscher stellten das Fundstück zur Gattung *Homo*, zu der auch der moderne Mensch gehört. Die menschliche Linie sei mit diesem neuen Fossil 400.000 Jahre älter als bisher gedacht.

Laut den Forschern besitzt der Unterkiefer eine Reihe von Eigenschaften, die ihn zwischen *Australopithecus* und den jüngeren *Homo habilis* stellt. Die Australopithecinen werden im Evolutionsmodell als „Vormenschen“ oder „Affenmenschen“, im Grundtypmodell der Schöpfungslehre dagegen als ausgestorbene Großaffen gedeutet. Im Evolutionsmodell stellt der neue Unterkiefer somit ein Bindeglied zwischen „Affenmenschen“ und echten Menschen dar. **Der Fund hat zwar große publizistische Resonanz gefunden, der wichtigste Punkt im Zusammenhang mit der Einordnung des neuen Fossils wurde aber weder im Originalartikel noch in der populären Verbreitung gestellt: War *Homo habilis* wirklich ein Mensch?**

Neue Funde seit der Jahrtausendwende

Zu Beginn des neuen Jahrtausends haben neue „Urmenschen“-Funde von sich reden gemacht. Zu ihnen gehört der sog. „Millennium-Mensch“ (Gattungsname *Orrorin*), der seinen Namen der Entdeckung kurz vor der Jahrtausendwende verdankt, und ein weiteres im Jahr 2001 veröffentlichtes Fossil mit dem neuen Gattungsnamen *Kenyanthropus* („Kenya-Mensch“). Im Jahr 2003 wurde *Sahelanthropus* („Mensch aus Sahel“) beschrieben.

Kenyanthropus platyops. Im Jahr 2001 wurde in Kenia ein gut erhaltener Schädel entdeckt, auf 3,5 Millionen Jahre datiert und wegen seines flachen Gesichts *Kenyanthropus platyops* genannt. Dieser Schädel ähnelt – mit Ausnahme seines viel kleineren Gehirnschädels – dem so genannten *Australopithecus rudolfensis*, der früher zur Gattung *Homo* (Mensch) gestellt worden war. Aufgrund dieser Ähnlichkeit wurde vorgeschlagen, letztere Art *Kenyanthropus rudolfensis* zu nennen. Die neu entdeckte Art – das „Flachgesicht“ *Kenyanthropus platyops* – zeigt eine einzigartige Kombination von ursprünglichen und abgeleiteten Merkmalen:

- Das Gehirn und die Ohröffnung sind so klein wie bei den Schimpansen,
- der Zahnschmelz auf den Backenzähnen ist dick wie bei einigen Australomorphen,
- die oberen Vorbackenzähne sind dreiwurzelig wie bei *Paranthropus*,
- die Wangenknochen sind groß mit vorgezogenem Jochbeinbogenansatz und dem flächig ausgezogenen Part unterhalb der Nase („Flachgesicht“) wie *Kenyanthropus rudolfensis* (s. o.),
- die Form des Oberkiefers entspricht der von *Australopithecus habilis*,
- die Backenzähne sind klein wie beim Menschen.

Besonderes Kopfzerbrechen macht die ungewöhnliche Kombination von flachem Gesicht aufgrund der speziellen Wangenknochenkonstruktion mit den ungewöhnlich kleinen Backenzähnen: alle ande-

ren frühen robusten Formen mit großflächigen Gesichtern hatten auch große Backenzähne. **Die ungewöhnliche Merkmalskombination erlaubt auch bei diesem Fund keinen einfachen Einbau in einen einigermaßen widerspruchsfreien Stammbaum.**

Orrorin, in der Tagespresse als „Millennium-Mensch“ bezeichnet, wurde aufgrund seiner Altersdatierung von 6 Millionen Jahren von einigen Forschern bis zur Entdeckung von Sahelanthropus als der älteste Vorfahre der menschlichen Linie betrachtet. Er soll kurz nach der angenommenen Trennung von Schimpansen- und Menschenlinie gelebt haben. Wie schon der Name andeutet soll er die jüngeren Australomorphen als Vorfahren des Menschen ablösen. Allerdings sind nur 13 Fragmente gefunden worden: Front- und Seitenzähne, drei Oberschenkelstücke und ein Oberarmknochen sowie Fingerknochen; sie stammen von mindestens fünf verschiedenen Individuen. **Viele Forscher sind äußerst kritisch bezüglich der Vorfahrenschaft der menschlichen Linie.**

Sahelanthropus. Von dieser Gattung wurde im Jahr 2002 ein Schädel aus Zentralafrika beschrieben. *Sahelanthropus tchadensis* bedeutet übersetzt „der Sahel-Mensch aus Tschad“. Mit einem datierten Alter von fast 7 Millionen Jahren gilt er für viele inzwischen als ältester Hominide. Einige Forscher, vor allem die Beschreiber von *Orrorin* (s. o.), halten den neuen Fund für einen Proto-Gorilla, der nichts mit der Vorfahrenschaft zum Menschen zu tun habe. Diese neue Menschenaffenart aus dem Miozän lässt sich jedenfalls nicht leicht einordnen. *Sahelanthropus* weist ein erstaunliches Mosaik von menschenaffenartigen und hominidenartigen Merkmalen auf: der Schädel sieht von hinten aus wie ein afrikanischer Menschenaffe, von vorne wie ein abgeleiteter späterer, robuster Australopithecinen, mit dickem Zahnschmelz und relativ großen Kauflächen. Dadurch bereitet der neue Fund beträchtliche Deutungsschwierigkeiten. **Da vom Skelett nichts fossil überliefert ist, fehlen wichtige Informationen, um diesen Fund stammesgeschichtlich einzuordnen**

Unterschiede Mensch Schimpanse

Verhaltensforschung

In der Öffentlichkeit wird meistens ein Bild von den Menschenaffen gezeichnet, wonach diese den Menschen sehr ähnlich seien. Sie trauern, trösten, malen, artikulieren und benutzen Werkzeuge. Doch dieses Bild stimmt wahrscheinlich nicht. Neuere Forschungen zeigen markante qualitative Unterschiede. Claudio Tennie, Verhaltensforscher vom Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie in Leipzig, hat dieses Bild durch eine aufwändige Studie überprüft. Ende des vorigen Jahrhunderts hatte seine Arbeiten mit dem Ziel begonnen, zu zeigen, wie ähnlich Schimpansen den Menschen sind, und veröffentlichte nach 10 Jahren nun ein Ergebnis, das seinen Erwartungen klar widersprach. **Tennie untersuchte freilebende Schimpansen auf ihre Fähigkeit hin, Verhalten anderer Schimpansen nachzuahmen.** Menschen lernen ständig durch Nachahmen, tun Schimpansen das auch? Insgesamt wurden 15 Tiere getestet; bis zu 170 Beobachtungen des Vorbilds halfen nicht; kein Affe ahmt den anderen nach. Eine verbreitete Überzeugung der Verhaltensforscher scheint widerlegt zu sein: **Schimpansen beherrschen das sprichwörtliche „Nachäffen“ gerade nicht. Tennie war mit der Absicht angetreten, den Beweis der Nachahmefähigkeit anzutreten, und bewies stattdessen das Gegenteil.** Schimpansen schauen auch nützliche Handgriffe wie eine bestimmte Art des Nüsseknackens nicht voneinander ab, sondern jedes Tier entwickelt sie von selbst, so dass jedes Individuum sozusagen das Rad neu erfindet.

Erbgut

Eines der populärsten Argumente für die Abstammung des Menschen von **affenartigen Vorfahren sind die Ähnlichkeiten im Erbgut von Mensch und Schimpanse. Dazu wird in der populärwissenschaftlichen Literatur häufig noch immer ein Unterschied von nur 1-2 % Prozent zitiert.** Dies sollte erst einmal nicht verwundern, da der Körperbau eines Affen grob mit dem eines Menschen vergleichbar ist. Auch der Aufbau und die Funktion der Organe sind ähnlich. Man sollte hierbei jedoch auch bedenken, dass 1,3 Prozent unterschiedliche Gene insgesamt fast vierzig Millionen Gene betreffen.

Jüngere genetische Analysen zeigen jedoch einen viel größeren Unterschied: bis zu 16 %! Wie kommt es zu diesen Unterschieden?

Die Technik zur Analyse von DNA ist hoch entwickelt und weitgehend automatisiert. Damit wurde der Zugang zum Erbgut (Genom) verschiedenster Organismen eröffnet und man kann Vergleiche anstellen. Diese Entwicklung hat auch einer Fokussierung auf das Erbmolekül DNA Vorschub geleistet. Zum Erbgut von Mensch und Schimpanse gibt es jedoch nach wie vor sehr unterschiedliche Aussagen, insbesondere darüber, ob die beiden Genome nahezu identisch sind oder nicht. Diese Situation rührt daher, dass oft verschiedene Aspekte der Genome miteinander verglichen werden. Man muss daher zuerst festlegen, was sinnvoll miteinander verglichen werden kann. In den letzten beiden Jahrzehnten wurden viele vergleichende Genomstudien durchgeführt, die sich mit verschiedenen Aspekten des Genoms von Mensch und Schimpanse beschäftigten. Dies hat zu unterschiedlichen Prozentangaben bezüglich der Unterschiede geführt, von 1,2 % Unterschied zwischen Mensch und Schimpanse bis hin zu 6,4 % reichen. Nachstehend soll gezeigt werden, dass die 1 %-Differenz unhaltbar ist, während die neuesten Studien zeigen, dass die zwei Genome sogar zu etwa 16 % unterschiedlich sind.

Der Mensch hat 46 Chromosomen, Schimpansen 48. Evolutionsbefürworter glauben, dass das menschliche Chromosom 2 durch Verschmelzung (Fusion) von zwei Chromosomen der Menschenaffen entstanden ist. Neuere Forschungen sprechen allerdings gegen diese Vorstellung, da die mutmaßliche Fusionsstelle im menschlichen Chromosom ein multifunktionales Gen enthält. Auch die Reihenfolge der Gene auf den Chromosomen ist oft ganz unterschiedlich. Ferner spricht das menschliche Y-Chromosom gegen eine gemeinsame Abstammung. Der Unterschied der Erbinformation des Y-Chromosoms bei Schimpanse und Mensch ist vergleichbar mit dem Unterschied zwischen Huhn und Menschen. 16 % statt 1 %.

Bereits im Jahr 2005 berichtete Nature, dass von 2,8 Milliarden DNA-Bausteinen (Nukleotide) der menschlichen DNA nur 2,4 Milliarden mit denen des Schimpansen zusammenpassen. Das bedeutet, dass etwa 15 % der DNA von Mensch und Schimpanse nicht übereinstimmen. Dies wurde 2018 von dem Genomforscher Jeffrey P. Tomkins bestätigt, als er über 540 Millionen Nukleotide der DNA von Schimpansen, die sehr zuverlässig bestimmt worden sind, mit der entsprechenden menschlichen DNA verglich. Er beobachtete eine Differenz von 16 %.

Dennoch werden noch immer selbst in wissenschaftlichen Zeitschriften Artikel veröffentlicht, die einen 1-2 %- Unterschied im Erbgut von Mensch und Schimpanse erwähnen. Diese Artikel berücksichtigen die neueren Daten nicht und beziehen sich nur auf die Punktmutationen bei proteincodierenden Genen. Auch wenn in den Medien noch immer propagiert wird, dass es einen nur 1-2 %-igen genetischen Unterschied zwischen Menschen und Schimpansen gibt, ist das also ein veralteter und überholter Wissensstand, mit dem man zu Unrecht suggeriert, dass der Mensch nur ein höherentwickelter Affe sei.

Woher stammt die Angabe 1-2 %? Vor etwa 50 Jahren entwickelten zwei Genetiker, Dave E. Kohne und Roy J. Britten, eine Methode, um DNA-Unterschiede zwischen Arten zu messen. Dabei wird die Schmelztemperatur bestimmt, bei welcher der DNA-Doppelstrang aufgrund der zugeführten Energie in zwei Einzelstränge aufgetrennt wird. Je besser zwei DNA-Sequenzen (Abfolgen der Einzelbausteine) sich paarweise zusammenlagern können, umso mehr Energie muss aufgewendet werden (höhere Temperatur), um sie wieder zu trennen. Seit den 1970er-Jahren wird diese Methode verwendet, um das Ausmaß der Homologie (Ähnlichkeit) zwischen den DNA-Sequenzen, die von zwei verschiedenen Organismen stammen, festzustellen. Mit dieser Methode wurde der Unterschied zwischen den DNA-Sequenzen von Mensch und Schimpanse mit 1,76 % bestimmt. Diese Zahl wurde von anderen Forschungsgruppen bestätigt und so etablierte sich die vermutete sehr nahe evolutionäre Verwandtschaft zwischen Mensch und Schimpanse. Im Jahre 2002 verglich Roy J. Britten erneut eine große Menge von DNA-Sequenzen des Menschen mit den Sequenzen des Schimpansen. Er nutzte dafür die damals modernsten Techniken der DNA-Sequenzierung. Der Unterschied war eindeutig viel größer als 1-2 %. Britten schrieb Folgendes in der führenden amerikanischen Zeitschrift Proceedings of the National Academy of Sciences: „Die Folgerung, dass wir 98,5 % unserer DNA-Sequenzen mit dem Schimpansen gemein haben, ist wahrscheinlich nicht richtig. [...] Eine bessere Einschätzung dürfte sein, dass 95 % der Nukleotiden [Einzelbausteine der DNA] der DNA des Menschen und Schimpansen
Nachdem die Genome von Mensch und Schimpanse sequenziert, miteinander verglichen und im Jahr 2005 in der Wissenschaftszeitschrift Nature veröffentlicht worden waren, wurden die Ergebnisse von Britten bestätigt. Zudem meldete Nature einen zusätzlichen Unterschied von weiteren 2,7 % bei den verdoppelten Sequenzen (Duplikationen).

Im Jahr 2005 betrug der bekannte tatsächliche Unterschied also 1,4 % + 3,4 % + 2,7 % = 7,5 %.

Kurz darauf wurde in Science über einen Unterschied bei Duplikationen von ca. 1400 Genen berichtet. Wenn man bedenkt, dass es im menschlichen Genom etwa 21.000 proteincodierende Gene gibt, folgt daraus ein Unterschied von 6,4 %. Human accelerated regions (HAR) sind Bereiche im menschlichen Genom, die im Vergleich zu den entsprechenden Bereichen bei anderen Organismen – einschließlich des Schimpansen – viele Änderungen aufweisen. Im menschlichen Genom gibt es mehr als 2700 solcher HAR. Oft haben sie einzigartige Merkmale. So hat das HAR1F-Gen beispielsweise eine kleine Schleife, die in einem besonderen Typ von Gehirnzellen, den Cajal-Retzius-Zellen, mitbestimmt, wie die sechs Schichten der menschlichen Gehirnrinde während der embryonalen Entwicklung gefaltet werden.

Die neuesten Analysen ermittelten 634 einzigartige neue proteincodierende Gene beim Menschen und 780 beim Schimpansen. Diese Gene werden vorwiegend im Gehirn genutzt und gelten als spezifische genetische Informationen unbekannter Herkunft. Eine Überraschung kam aber mit der Entdeckung, dass das Genom nicht nur für ca. 21.000 Proteine codiert, sondern auch für etwa ebenso viele RNA-Moleküle, die Regulationsaufgaben erfüllen. Unter diesen wurden etwa 20 verschiedene RNA-Genfamilien identifiziert, darunter z.B. die Mikro-RNA-Gene. Und hier zeigen sich bedeutende Unterschiede zwischen Mensch und Schimpanse. Unter Tausenden von potentiellen Kandidaten wurden bereits 120 Mikro-RNA-Gene als spezifisch für den Menschen bestätigt. Und es werden noch viele weitere erwartet.

Die moderne biologische Forschung liefert uns fortlaufend neue Erkenntnisse über artspezifische Erbinformation. Mehrere hundert Protein- und RNA-codierende Gene tragen dazu bei, dass die Genome von Mensch und Schimpanse viel verschiedener sind als früher angenommen.

Quelle: Wort und Wissen unter Berücksichtigung von:

The Chimpanzee Sequencing and Analysis Consortium (2005) Nature 437, 50–51.

Cohen J (2007) Science 316, 1836

Britten RJ (2002) Proc. Natl. Acad. Sci. USA 99, 13633–13635.

Pollard K (2015) Bioessays 37, 1054–1061.

Ruiz-Orera J et al. (2015) PLoS Genet. 11: e1005721.

Berezikov E et al. (2006) Nature Genetics 38, 1375–1377.

Yunis J & Prakash O (1982) Science 215, 1525–1530.

Terborg P (2017) Studium Integrale Journal 24, 12–21.

Tomkins JG (2018) Answers Research J. 11, 205–209.

Fischungen und dubiose Praktiken

Die Paläontologie insbesondere in Bezug auf den Mensch und seine angeblichen Vorfahren war auch immer ein Gebiet der Fälschung und des Betrugs. Warum dies so ist lässt sich nur vermuten. Es kann sein, dass das Streben nach Ruhm hierzu veranlasste, es kann aber auch sein, dass die Forscher von ihrer These überzeugt waren, aber mangels Nachweis zu Betrügnern wurden. Hier einige Beispiele

Der Leaky-Fund

Im Jahr 1962 machte Prof. L. S. B. Leaky im Nordwesten der USA einen Fund, den er in einem Zeitungsartikel des Oregonian, Portland, vom 23. März desselben Jahres als bahnbrechend bezeichnete, weil er eine wesentliche Lücke in der Geschichte der menschlichen Evolution schließe. Auf einem Bild hielt er seinen Fund in der Hand. Es war ein Stückchen Knochen, welches so klein war, dass man es kaum sah. Aus solchen kleinen Knochensplittern rekonstruierte Leaky einen Menschen!

Der Piltdownmensch

Der Piltdownmensch, nach seinem Entdecker Dr. Charles Dawson auch *Eoanthropus dawsoni* genannt, war eine der wichtigsten menschlichen Fossilfunde des 20. Jahrhunderts. 1912 in einer Kiesgrube in Sussex, England gefunden, avancierte er rasch zu einem starken Beweis für die menschliche Evolution; in der *Encyclopedia Britannica* wurde er sogar als der zweitwichtigste Fund seiner Art bezeichnet.



Im Jahre 1953 erschien eine Veröffentlichung von Dr. J. S. Steiner, Dr. K. P. Oakley und Prof. Le Gros Clark über den *Eoanthropus*. Sie hatten den Schädel mit der nun möglichen Radiokarbonmethode hinsichtlich seines Alters bestimmt und festgestellt, dass er nur wenige hundert Jahre alt war. Der Schädel eines Menschen und der Kiefer eines Affen waren offensichtlich chemisch behandelt und auf alt getrimmt worden. Als Resultat ihrer Arbeit stellten die Autoren fest: "Entweder jemand habe sich einen gelungenen Streich erlaubt, oder jemand habe die Piltdown-Funde bewusst gefälscht." Obwohl einige Personen (u. a. Sir Arthur Conan Doyle) in Verdacht gerieten, ist nie aufgeklärt worden, wer die Fälschung gemacht hatte.

Der Nebraskamensch

Ein anderer, der einstmals als Vorfahr der menschlichen Rasse gepriesen wurde, war der Nebraskamensch, mit seinem bedeutend klingenden wissenschaftlichen Namen *Hesperopithecus*, der 1922 in Nebraska gefunden wurde. Tatsächlich bestand der ganze Fund aus einem einzigen Zahn, doch dies war alles, was die "Experten" benötigten, um den ganzen dazugehörigen Menschen zu "rekonstruieren". Mit Hilfe des *Hesperopithecus* würde wahrscheinlich heute noch die Bibel in Misskredit gebracht, wenn sich nicht inzwischen herausgestellt hätte, dass der Zahn von einem versteinerten Schwein stammte. Skeptische Wissenschaftler hatten auch hier lange dafür kämpfen müssen, um das originale Fundmaterial in die Hände bekommen zu können.

Der Javamensch

Der niederländische Arzt Eugène Dubois fand auf Java 1891 den berühmt gewordenen *Pithecanthropus erectus*, den aufrechten Affenmenschen, der auch als Javamensch bekannt ist. Der Fund, am Ufer eines Flusses gemacht, bestand zunächst aus einem Schädeldach und einigen Zähnen. Sein *Pithecanthropus erectus* war wohl aufrechter als Dubois selbst, denn dieser verschwieg 28 Jahre lang, in unmittelbarer Nähe zwei völlig normale menschliche Schädel entdeckt zu haben. Einen menschlichen Oberschenkel fand er ein Jahr später 15m weiter, brachte ihn mit dem Schädeldach in Verbindung und siehe da: der gesuchte Affenmensch war entstanden. Alle Evolutionsbiologen waren von der Echtheit seines Fundes überzeugt. Kurz vor seinem Tod änderte Dubois jedoch seine Meinung und sagte: "Mein Javamensch ist nichts als ein großer Gibbonaffe." Nur durch das willkürliche Verbinden zweier offensichtlich unabhängiger Fundstücke, - Schädeldach eines Gibbonaffen und Oberschenkel eines Menschen - hatte in den durch totalen Mangel an Beweisen für ihre Hypothese völlig unkritisch gewordenen Köpfen der damaligen Evolutionsdenker der Javamenschen entstehen können.