

Inhaltsverzeichnis	Seite
<b>Entstehung des Weltalls</b>	<b>1</b>
<b>Historische Entwicklung der Evolutionstheorie</b>	<b>6</b>
<b>Entstehung von Leben</b>	<b>9</b>
<b>Evolutionsmechanismen</b>	<b>19</b>
<b>Fossilien</b>	<b>31</b>
<b>Entwicklung des Menschen</b>	<b>34</b>

## Entstehung des Weltalls

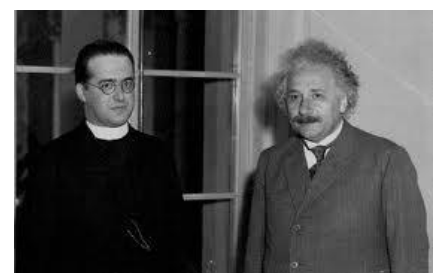
In der Antike hatten Naturphilosophen Theorien zum Urknall entwickelt, die bereits in Grundzügen modernen Erkenntnissen nahekamen. Insbesondere die Lehren zur Entstehung des Universums von Anaxagoras im 5. Jahrhundert v. Chr., laut dem das Weltall expandiert, werden in der modernen Forschung häufig in Zusammenhang mit dem *Big Bang* gebracht.<sup>1</sup>

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)

Die Voraussetzung für die moderne Kosmologie und damit auch für die Urknall-Modelle bildet die 1915 von Einstein publizierte allgemeine Relativitätstheorie. 1922 legte Alexander Friedmann mit seiner Beschreibung des expandierenden Universums den Grundstein für die Urknall-Modelle. Friedmanns Arbeit wurde zunächst kaum diskutiert, da keine astronomischen Beobachtungen auf eine Expansion des Universums hindeuteten und daher statische kosmologische Modelle bevorzugt wurden. Als Begründer der Urknalltheorie gilt der belgische katholische Priester und Professor für Astrophysik in Louvain, Physiker George Lemaitre, der 1927 Friedmanns Modell unabhängig von diesem weiterentwickelte und es zu einer ersten Urknalltheorie führte, der zufolge das Universum aus einem einzigen Teilchen, dem „Uratom“ (kosmisches Ei) hervorgegangen sei. Er leitete als Folge der Expansion des Universums bereits eine Proportionalität von Entfernung und Fluchtgeschwindigkeit stellarer Objekte her. Allerdings wurde auch diese Arbeit wenig beachtet.



George Lemaitre und Albert Einstein

Die englische Bezeichnung *Big Bang* wurde von dem britischen Astronom Sir Fred Hoyle (\*1915-2001) geprägt. Hoyle vertrat die *Steady-State-Theorie* und wollte mit der Wortwahl *Big Bang* das Bild eines expandierenden Universums, das scheinbar aus dem Nichts entsteht, unglaublich erscheinen lassen. Die *Steady-State-Theorie* verlor in den 1960er Jahren an Zustimmung, als die Urknalltheorie durch astronomische Beobachtungen zunehmend bestätigt wurde.

1929 entdeckte Edwin Hubble dass die Rotverschiebung der Galaxien zu ihrer Entfernung proportional ist. Diesen Befund, der heute Hubble-Gesetz genannt wird, erklärte er durch den Dopplereffekt als Folge einer Expansion

**des Universums. Hubble bestätigte damit Lemaîtres Vorhersage**, allerdings war ihm diese nicht bekannt und er bezieht sich in seinen Schriften nicht darauf. 1935 bewiesen Robertson und Walker schließlich, dass die Theorie Lemaitres mit dem kosmologischen Prinzip verträglich sind.

**1948 entwickelten Alpher, Gamov und Hermann eine Theorie von der Entstehung des Kosmos aus einem heißen Anfangszustand. Im Rahmen dieser Theorie sagten sie sowohl die Häufigkeit von Helium im frühen Universum als auch die Existenz einer kosmischen Hintergrundstrahlung** im Bereich von 5 K bis 50 vorher. **Penzias und Wilson entdeckten 1964 unbeabsichtigt die kosmische Hintergrundstrahlung** und maßen eine Temperatur von 3 K gemessen. Hawking und Penrose zeigten 1965 bis 1969 mathematisch, dass die Allgemeinen Relativitätstheorie und die Theorie eines expandierenden Universums richtig sind. Durch die Satelliten COBE (1989–1993), WMAP (2001–2010) und Planck (2009–2013) wurde die kosmische Hintergrundstrahlung mit erheblicher Genauigkeit gemessen (2,725 K).

**Die Urknall-Modelle sind die anerkanntesten Modelle zur Erklärung des heutigen Zustandes des Universums. Der Grund dafür ist, dass sie einige zentrale Vorhersagen machen, die sich gut mit dem beobachteten Zustand des Universums decken.**

**Man muss jedoch immer beachten, dass die Urknalltheorie in vielen Bereichen ein Gedankenmodell ist, das wissenschaftlich nicht überprüft werden kann. Daher ist es nicht verwunderlich, dass die Theorie auch heute noch vielfach in Frage gestellt wird.**

**Einige Wissenschaftler bemängeln, dass keine Zweifel und abweichende Meinungen toleriert werden.** Während Richard Feynman sagte, dass "Wissenschaft die Kultur des Zweifels sei", werde heutzutage jungen Wissenschaftlern aufgefordert, sich still zu verhalten, wenn sie etwas Negatives über das Standard-Urknallmodell zu sagen haben. Dies spiegelt eine wachsende dogmatische Einstellung wider, die für den Geist freier wissenschaftlicher Untersuchungen einen Fremdkörper darstellt.

**33 Wissenschaftler aus den USA, Großbritannien, Deutschland, Frankreich, Italien, Russland und Brasilien haben eine herbe Kritik an der Urknalltheorie geäußert, welche im New Scientist ( 22.-28. Mai, 2004, Seite 20) veröffentlicht wurde.** Nach Aussagen des Physikers Eric J Lerner und des Mathematikers Michael Ison beruht die Dominanz der Urknalltheorie eher auf Konventionen als auf einer wissenschaftlichen Methode. 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 Urknalltheorie aufgeworfen werden.

Die Urknalltheorien basieren auf der Grundannahme, dass die Naturgesetze universell sind und sich also das Universum mit den Naturgesetzen beschreiben lässt, die heute nahe der Erde gelten. Alle bisherigen astronomischen Beobachtungen weisen auch auf eine Allgemeingültigkeit der Naturgesetze hin. Daraus folgt, dass sich die Entwicklung des Universums als Ganzes mittels der allgemeinen Relativitätstheorie beschreiben lässt, und die darin ablaufenden Prozesse mittels der Quantenfeld. Dabei tritt allerdings das Problem auf, dass die beiden Theorien nicht miteinander vereinbar sind. Deshalb ist die überzeugende Beschreibung des sehr frühen Universums derzeit nicht möglich.

Nach dem kosmologischen Standardmodell ereignete sich der Urknall vor etwa 13,8 Milliarden Jahren. **Urknalltheorien** beschreiben nicht den Urknall selbst, sondern das frühe Universum in seiner zeitlichen Entwicklung nach dem Urknall.

**Die ersten  $10^{-43}$  Sekunden.** Was während dieser Zeit nach dem Urknall geschah, ist nicht bekannt. Es wird angenommen, dass es bis dahin nur eine Urkraft gab. Die Temperatur war größer als  $10^{32}$  Celsius.

**$2 \cdot 10^{-43} - 10^{-33}$  Sekunden.** Die Temperatur ist ungefähr  $10^{32}$  °Celsius und kühlt weiter ab. Aus der in der Singularität enthaltenden Energie bilden sich die Grundbausteine der Materie. **Es entsteht eine „Ursuppe“ aus allen möglichen Teilchen und Antiteilchen**, zum Beispiel Quarks (es gibt sechs verschiedene Quarks, wobei das u- und das d-Quark wichtig für die Bildung von Protonen und Neutronen sind), Antiquarks, Elektronen, Positronen (das Antiteilchen zu den Elektronen), Neutrinos, Photonen usw.,

**Zwischen  $10^{-43}$  und  $10^{-32}$  s** Die Urkraft teilt sich in die Gravitationskraft und die GUT-Kraft auf. Dann spaltet sich die GUT-Kraft in die elektroschwache Kraft und die starke Wechselwirkung auf. Es entsteht eine Vakuumdichte, die eine starke Antigravitation hervorruft. Das bewirkt laut Inflationstheorie eine Abstoßung des Raumes von sich selbst und führt dazu, dass die noch winzige Raumregion sich innerhalb von  $10^{-32}$  s um den Faktor  $10^{50}$  aufbläht und die Größe eines Tennisballs erreicht. Durch diese Inflation wird das Universum homogen und isotrop.

**$10^{-33}$  –  $10^{-6}$  Sekunden.** Die Temperatur kühlt sich auf  $10^{28}$  –  $10^{14}$  °Celsius ab. Bei  $10^{-11}$  s beträgt die Temperatur  $10^{15}$  °Celsius. Dies führt zur **Aufteilung der elektroschwachen Kraft in die elektromagnetische und die schwache Kraft, die den radioaktiven Zerfall verursacht.** Das Universum ist ein heißes Plasma, bestehend aus Quarks, Gluonen (Bindungsteilchen zwischen Quarks in Protonen und Neutronen), Elektronen, die Antiteilchen und Photonen. Es gab ungefähr so viele Quarks und Antiquarks wie Photonen. **Die elektroschwache Kraft in die elektromagnetische Kraft und die Kernkraft auf. Damit waren alle 4 Urkräfte entstanden**

**$10^{-6}$  –  $10^{-3}$  Sekunden: das Protonenzeitalter.** Die mittlere Energie ist unter 1 Gigaelektronenvolt (GeV) gesunken. Es setzt eine Vernichtung von Quarks und Antiquarks ein, wobei weitere Photonen entstehen. Nur ein Quark von einer Milliarde Quarks/Antiquarks bleibt übrig. Es wirken chromodynamische Kräfte (Gluonen). **Aus den Quarks bilden sich die Protonen und Neutronen. Das Universum ist in diesem Zeitabschnitt ein dichtes Gas aus den verschiedensten Elementarteilchen.**

**$10^{-3}$  – 100 Sekunden: das strahlende Universum** Die Temperatur ist auf  $10^9$  °Celsius abgesunken. Die Neutrinos kapseln sich vom Rest der Materie ab und führen ein Eigenleben. Zu Beginn dieses Abschnittes waren gleich viele Protonen und Neutronen da. **Es setzte ein Neutronenzerfall ein. Am Ende blieben nur noch 25 Prozent der Neutronen zu 75 Prozent Protonen übrig. Elektronen und Positronen vernichteten sich gegenseitig zu Photonen. Zu jedem Proton existiert ein Elektron, sodass die elektrische Gesamtladung = 0 ist.**

**100 Sekunden – 30 Minuten: das Nukleonenzeitalter** Nach circa drei Minuten ist die Temperatur unter 900 Millionen °Celsius gesunken. **Die Ursuppe besteht aus 87 Prozent Protonen zu 13 Prozent Neutronen. Aus je einem Proton und Neutron bildet sich Deuterium. Aus zwei Deuteriumteilchen bildet sich ein Heliumkern, der sehr stabil ist. Nachdem die Temperatur unter 9 Millionen Grad sank, wurden alle Neutronen in Heliumkerne eingefangen. Die Materie bestand nun zu 77 Prozent aus  $H_2$  (Wasserstoff) und zu 23 Prozent aus He (Helium).**

**30 Minuten – 1 Millionen Jahre: Atomares Zeitalter** Die Wasserstoff- und Heliumkerne fangen durch ihre elektrischen Kräfte Elektronen ein. **Es werden weitere Atome gebildet. Durch die Expansion kühlt der Kosmos ab. Die Photonen verlieren Energie. Das Universum besteht am Ende dieser Epoche aus Wasserstoff und Helium sowie einer intensiven elektromagnetischen Strahlung und einer Neutrinostrahlung.**

**1 Million Jahre – heute** Die Materie formt sich zu Galaxien, Sternen, Planeten.

## Stützen der Urknalltheorie

### Expansion des Universums/Rotverschiebung

**1929 entdeckte der Astrophysiker Edwin Hubble, dass die Entfernung von Galaxien von der Milchstraße und ihre Rotverschiebung proportional sind.** Die Rotverschiebung, d.h. das Lichtspektrum ferner Galaxien ist zu längeren Wellenlängen hin verschoben, und das messen wir rund um uns herum in allen Richtungen. Je weiter entfernt eine kosmische Lichtquelle ist, desto röter ist das ausgesandte Licht. **Hubble nahm an, dass diese Rotverschiebung durch den Dopplereffekt verursacht wurde.** Als Dopplereffekt wird die Änderung der Frequenz von Wellen bezeichnet, während sich die Quelle (der Sender) und der Beobachter relativ zueinander bewegen. Entfernen sich Beobachter und Quelle, nimmt der Beobachter eine geringere Frequenz (Rotverschiebung) wahr. Je schneller sie sich entfernen, desto stärker ist die Verschiebung. **Basierend auf dem Dopplereffekt wurde daraus gefolgert, dass Galaxien nicht starr im Kosmos angeordnet sind, sondern sich voneinander wegbewegen.** Er interpretierte die gemessene Rotverschiebung als Fluchtgeschwindigkeit und stellte eine Proportionalität von Entfernung und Fluchtgeschwindigkeit fest **Er folgerte daraus, dass etwas, das auseinander fliegt, auch einmal zusammengehört haben, also explodiert sein muss (big bang).** Und wenn man weiß, wie stark die Fluchtgeschwindigkeit mit der Entfernung wächst (Hubblekonstante), kann man das Alter des Universums berechnen. Es ergibt sich so ein Alter für das Universum von ca. 13 Mrd Jahren.

## Kosmische Hintergrundstrahlung

Nach der Urknalltheorie müsste im Universum ein „Echo“ des Urknall in Form eines gleichmäßigen „Hintergrundrauschens“ zu hören sein, unabhängig der Richtung oder dem Standpunkt festzustellen sein, da die gesamten Galaxien des Universums mit hoher Geschwindigkeit wie Teile einer Explosion auseinanderfliegen. Es handelt sich um Wärmestrahlung, die uns aus der Tiefe des Alls von allen Seiten gleichförmig erreicht. Die Strahlung wird in der Kosmologie so interpretiert, dass sie das Relikt des expandierenden Feuerballs ist, der durch den Urknall auseinander getrieben wurde. **Die kosmische Hintergrundstrahlung wurde 1948 von Ralph Alpher, George Gamow und Robert Hermann vorhergesagt und 1964 von Arno Penzias und Robert Wilson erstmals als realer Effekt identifiziert.**

## Kritik an der Urknalltheorie

**Die Rotverschiebung stützt nur dann das Urknallmodell, wenn der Dopplereffekt die einzige oder dominierende Ursache für die Rotverschiebung ist. Es gibt jedoch auch alternative Interpretationen für die zunehmende Rotverschiebung des Lichts, je weiter Galaxien entfernt sind.** So vertrat unter anderem der Schweizer Astronom Fritz Zwicky die Hypothese, dass dieser Effekt durch einen Energieverlust des Lichts entsteht, während es weite Strecken im Kosmos zurücklegt („Ermüdung des Lichts“). Eine weitere Hypothese besagt, dass Licht, als eine Form von Energie, mit anderen Energieformen oder Materie, wechselwirken, d.h. Energie austauschen kann. Beim Licht geht das nur über eine Frequenzänderung, also muss Licht, das mit Materie wechselwirkt, röter werden. Und zwar umso röter, je länger der Weg ist, auf dem das Licht die Gelegenheit dazu hat.

Heute ist das Hubble-Gesetz durch Messungen an sehr vielen Galaxien gut bestätigt. Allerdings gilt eine näherungsweise Proportionalität, wie von den Friedmann-Gleichungen für ein Universum mit massiver Materie vorhergesagt, nur für vergleichsweise nahe Galaxien. Sehr ferne Galaxien haben allerdings Fluchtgeschwindigkeiten, die größer sind, als in einem materiedominierten Universum zu erwarten ist. Dies wird als Hinweis auf eine nicht sichtbare Materie (Dunkle Materie) gedeutet. **Heute ist die dunkle Materie fester und unverzichtbarer Bestandteil der Kosmologie. Bedenken hiergegen werden von der Wissenschaft kaum zur Kenntnis genommen.**

**Trotz der generell ausgezeichneten Übereinstimmung der gemessenen Eigenschaften des kosmischen Mikrowellenhintergrunds mit den theoretischen Vorhersagen gibt es einige Aspekte in den Daten, die nicht vollständig verstanden sind und zu anhaltenden Diskussionen führten.** So sind einige der niedrigsten Momente in der Winkelverteilung der Temperatur niedriger als vorhergesagt. Die gemessenen Extremwerte der Hintergrundstrahlung verlaufen fast senkrecht zur Ekliptik des Sonnensystems, wobei die Abweichung von der Senkrechten sich im Rahmen der Messungenauigkeiten bewegt. Darüber hinaus gibt es eine deutliche Nord-Süd-Asymmetrie mit einem Maximum im Norden. Dies ist überraschend, denn eigentlich sollte die kosmische Hintergrundstrahlung unabhängig von einer Galaxie sein, die ja keine bevorzugte Stellung im Kosmos einnimmt. Bei den Messungen der Raumsonde Planck ist außerdem eine bis dahin nicht beachtete Anisotropie deutlich geworden, die der angenommenen isotropen Verteilung entgegensteht. Es bleibt zu untersuchen, ob diese Unstimmigkeiten messtechnischer Art sind oder ob es bisher unbekannte Einflüsse gibt, die nicht mit dem aktuellen Modell erklärt werden können.

Ein anderes Problem mit der Hintergrundstrahlung ist, dass sie zu gleichmäßig ist. Das ist das sogenannte „Horizontproblem“. Bereiche des Kosmos haben die gleiche Energiedichte, obwohl sie zu weit voneinander entfernt sind, um in einem kausalen Zusammenhang stehen zu können. Die Hintergrundstrahlung müsste auch deshalb ungleichmäßiger sein, weil sich sonst unter dem vorgegebenen Rahmen von verstrichener Zeit und vorhandener Materie nicht die Strukturen des Universums hätten bilden können, die wir heute sehen. Ein sich explosionsartig ausbreitender Gasball, der in seinem Anfangsstadium symmetrisch verteilte Materie und Energie enthält (wie es die gemessene Gleichmäßigkeit der Strahlung vorschreibt), verteilt sich bei geringer werdender Dichte gleichmäßig weiter, er „verklumpt“ nicht, im Gegensatz zum beobachteten Universum.

Wenn man den winzigen Raum berücksichtigt, in dem sich die gesamte Materie und Energie des Universums innerhalb eines winzigen Bruchteils einer Sekunde nach dem Urknall gebildet haben soll, **ist es ein ziemlich unlösbares Problem, wie alle Teilchen, Antiteilchen, Photonen und was es sonst noch gibt, in diesem Minikosmos existieren konnten.** Die Elementarteilchen und Photonen wären derart dichtgedrängt, dass sie nicht als eigenständige Teilchen beziehungsweise freie Energie existieren konnten, denn alle Teilchen und Photonen besitzen eine Ausdehnung. Alle Substanzen, erst recht Photonen, benötigen noch mehr Raum um sich, um überhaupt in ihrer Beschaffenheit existieren zu können. Der für die gesamte Materie und Energie des Kosmos minimal benötigte Raum, um überhaupt existieren zu können, war weder in der raumlosen Singularität noch im kurz nach dem Urknall expandierenden Raum gegeben, dessen Größe nach einem Bruchteil einer Sekunde mit der eines Tennisballs angegeben wird. Auch ist es fraglich, wie

es bei einer derart hohen Dichte von Teilchen und Antiteilchen möglich gewesen sein soll, dass sich diese nicht alle wieder in Energie auflösten und sich ein Überschuss an Materieteilchen bilden konnte, wo es doch exakt ein Paar von einem Teilchen und dem zugehörigen Antiteilchen gibt und diese sich nur paarweise vernichten können. Dass in einem derart kleinen Raum, in dem sich eigentlich keine Teilchen bilden können, ein Überschuss an Quarks zustande kam, ist ein unbewiesenes Postulat.

**Ein weiteres Problem stellt die Entstehung des für das Leben so wichtigen Kohlenstoffatoms dar.** Nach dem Urknall sollen vor allem Wasserstoff- und Heliumatome vorhanden gewesen sein. Schwere Elemente, auch Kohlenstoff, sollen erst später gebildet worden sein. Ursprünglich ging man davon aus, dass das Kohlenstoffatom durch einen Zusammenstoß von 3 Heliumatomen gebildet wurde. Dies verwarf man jedoch wieder, weil man die Reaktionsgeschwindigkeit als zu niedrig annahm. Man glaubte dann, dass sich zuerst aus 2 Heliumkernen Beryllium gebildet hätte und dann durch den Zusammenstoß des Berylliumatoms mit einem Heliumatom ein Kohlenstoffatom entstanden sei. Doch auch diese Vorstellung hatte ihre Schwächen. Zum einen wird Beryllium durch die meisten Zusammenstöße zerstört, zum anderen hat Beryllium nur eine Lebensdauer von  $10^{-16}$  Sekunden wodurch nicht viele Versuche möglich sind. Der Kosmologe Fred Hoyle erklärte, dass die Reaktion nur dann erfolgsversprechend ablaufen kann, wenn die Energie der Stoßpartner Beryllium und Helium gerade einem erlaubten Energieniveau des Kohlenstoffatoms entspricht. Dieser merkwürdige „Zufall“ kommt nur durch ein sehr kompliziertes Zusammenspiel der Kräfte in den Kohlenstoffkernen zustande. Fast noch merkwürdiger ist es, dass der Kohlenstoff nicht sofort mit Helium zu Sauerstoff reagiert. **Hoyle** sagte zu diesen Zufällen: „**Nichts hat meinen Atheismus so erschüttert, wie diese Entdeckung**“:

### Standpunkt der katholischen Kirche zur Urknalltheorie

**Die Lehre der katholischen Kirche besagt, dass Gott die Welt und das Leben aus dem Nichts erschaffen hat.** (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))

**Über die Frage wie der Kosmos entstanden ist, gibt keine dogmatische Lehrentscheidung Die Katholische Kirche stand dieser Theorie schon positiv gegenüber, als sie von den meisten Wissenschaftlern noch abgelehnt wurde.** Der Jesuitenpater und vatikanische Astronom William Stoeger 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". **Papst Franziskus sagte: Der Urknall widerspreche nicht einer göttlichen Intervention, er setze sie sogar voraus.**

**Grund für diese Haltung ist neben der Tatsache, dass die Urknalltheorie auf einen katholischen Theologen zurückgeht, vor allem, dass das Material, das bereits zu Beginn des Urknalls vorgelegen hat, Eigenschaften aufweist, die auf eine Intelligenz bzw. einen Schöpfer schließen lassen:** Sowohl die Kräfteverhältnisse als auch die Eigenschaften der Materie, die Dimensionierung der Teilchen und das Auftreten bestimmter Anomalien sind alle so dimensioniert, dass unser Weltall in der Lage ist, Leben hervorzubringen. Nur eine geringe Veränderung an einer der Urknall-Komponenten, und unsere Welt wäre entweder in Sekundenschnelle verglüht, oder unsere Welt würde so gut wie keine Reaktionen hervorbringen und bliebe bis in alle Ewigkeit ein kaltes Universum voller einzelner Elemente. Der bekannte **Physiker Prof. Walter Thirring** schreibt in seinem vor einem Jahr erschienenen Buch "Kosmische Impressionen. Gottes Spuren in den Naturgesetzen" (Seite 48f): "Wenn der Urknall zu schwach wäre und das Ganze wieder zusammenbräche, dann gäbe es uns nicht. Wäre er zu stürmisch gewesen, würde sich alles zu schnell verdünnen", und wieder gäbe es uns nicht. Er vergleicht die Weltentstehung mit dem Start einer Rakete, um einen Satelliten in die Erdumlaufbahn zu bringen. Er sagt: "Nimmt man zu wenig Treibstoff, fällt er gleich wieder herunter. Nimmt man zu viel, entflieht er ins All." Aber, fügt er hinzu, beim Urknall waren die Bedingungen der "Zielgenauigkeit" der ersten Augenblicke unvergleichlich höher als beim Start einer Rakete, um einen Satelliten in die Umlaufbahn zu bringen. Die Präzision dieses Geschehens, das sich in Bruchteilen von Bruchteilen der ersten Sekunde vollzogen hat, ist dermaßen "jenseits des menschlichen Vorstellungsvermögens", sagt Prof. Thirring, dass er dazu ausruft: "Das soll durch Zufall geschehen sein, was für eine absurde Idee!" (ebd. S. 49)

### Historische Entwicklung der Evolutionstheorie

**Eine Antwort auf die Frage nach dem Ursprung der Lebewesen, vor allem des Menschen, stellen die Schöpfungsmythen der verschiedenen Kulturen dar.** Zu nennen wären hier vor allen die Griechen Aristoteles, Thales von Milet, Anaximander und Empedokles

**Das antike Christentum, ebenso wie das Judentum und der Islam, beinhaltet die Lehre von der Konstanz der Arten, die nicht auf natürliche Weise entstanden sind, sondern in einem Schöpfungsakt durch Gott.**

Mit den geografischen Entdeckungen **im 14. und 15. Jahrhundert** rückte wieder die Frage nach einer natürlichen Erklärung der Herkunft der Lebewesen in den Mittelpunkt. **Das Auffinden zahlreicher neuer Tier- und Pflanzenarten warf die Frage auf, ob alle diese Tiere in der Arche Noah Platz hätten finden können. Die Entdeckung zahlreicher ausgestorbener fossiler Arten, die ausschließlich im Wasser lebten, konnte nicht durch die Sintflut erklärt werden.**

**Carl von Linné (1707–1778)** schlug als erster ein einfaches und einheitliches System der Bezeichnung von Pflanzen- und Tierarten vor, das die Grundlage der heute gültigen Bezeichnung von Tier- und Pflanzenarten ist. **Neben der Benennung führte er ein hierarchisches System ein, das Tier- und Pflanzenarten zu Gruppen abnehmender Ähnlichkeit gliedert.** Dieses System war für die Entwicklung des Evolutionsgedankens aus drei Gründen von Bedeutung:

1. Zum einen ermöglichte es die Erfassung der ungeheuren biologischen Artenvielfalt, die durch die Entdeckungen besonders ab dem 19. Jahrhundert bekannt wurde.
2. Zum zweiten wurden damit systematische Fragen nach der richtigen Gruppierung und der Tiergeografie erstmals möglich.
3. Der dritte Grund ist die Annahme Linnés von der 'Konstanz der Arten', die in der Folgezeit wissenschaftlichen Widerspruch anregte und die Suche nach einer Evolutionstheorie beschleunigte.

**Georges Cuvier (1769–1832)**, der Begründer der zoologischen Paläontologie, **stellte durch vergleichende Anatomie ein System der Tiere mit den vier Hauptgruppen( Weichtiere, Gliedertiere, Radiata, Wirbeltiere) auf.** Jede Gruppe hat ihren typischen Bauplan. Er machte folgende Beobachtungen: Tiere, die in altägyptischen Gräbern gefunden werden, unterscheiden sich nicht von heutigen Tieren. (Aus heutiger Sicht ist die Zeitspanne von wenigen tausend Jahren zu kurz für deutliche morphologische Änderungen.). Ältere Fossilien sind einfacher gebaut als jüngere Fossilien. Die Funde sind lückenhaft. Aufgrund der Fundlücken lassen sich aber keine Übergänge zwischen den einzelnen Arten aufeinander folgender Schichten belegen. Weiterhin belegen die Fossilfunde zahlreiche neue, zum Teil auch ausgestorbene Arten, die im biblischen Schöpfungsbericht nicht vorkommen. **Er folgerte daraus: Arten sind unveränderlich. Sie werden einmal erschaffen, können aber aussterben. Durch Naturkatastrophen werden die Arten eines Gebietes schlagartig ausgelöscht. Anschließend wird dieses Gebiet in einem Schöpfungsakt durch weiterentwickelte oder neue Arten besiedelt.**

**Etienne de Geoffroy Saint-Hilaire (1772–1844)**, ein französischer Zoologe, **postulierte für alle damals bekannten Tiere einen gemeinsamen Grundbauplan. Damit stand er im Gegensatz zu Cuviers vier Grundbauplänen. Auf Grund des Kontinuitäts-Prinzips stellte er die Hypothese auf, dass die Vögel, von urzeitlichen Reptilien abstammen müssten.** Geoffroy Saint-Hilaire war auch einer der Ersten, die sich mit den Mechanismen der Evolution experimentell auseinandersetzten, indem er durch Veränderungen der Umwelteinflüsse Veränderungen in der Keimesentwicklung von Wirbeltieren auslöste. .

**Charles Lyell (1797–1875)** gilt als Mitbegründer der modernen Geologie. **Im Gegensatz zur Katastrophentheorie und Schöpfungslehre nahm er an, dass alle geologischen Erscheinungen durch langsame und stetige Veränderungen zu erklären sind (Kontinuitätsprinzip). Die Kräfte dieser Veränderungen sind auch heute noch wirksam und beeinflussen die Lebewesen (Aktualitätsprinzip).** Lamarck und Darwin wandten dann dieses Prinzip auch auf die Evolution der Lebewesen an.

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. Entsprechend der Vorstellung von der Stufenleiter der Natur stellte Lamarck eine

Beziehung zwischen dem *Grad der Vervollkommnung* und dem *Alter* der Art her: Je vollkommener eine Art ist, umso länger muss ihre Evolution gedauert haben und umso älter ist sie. (Damit müssten Bakterien als sehr junge Arten gelten, der Mensch dagegen ist die älteste Art.



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

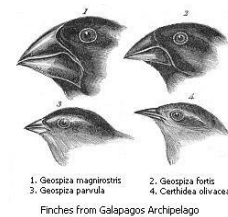
Mit seiner Theorie stellte Lamarck die Systematik auf eine naturwissenschaftliche Basis, während Linné noch die göttliche Ordnung zu erforschen suchte. In seiner Zeit stellte Lamarcks Theorie ein tragfähiges Modell zur Erklärung zahlreicher Phänomene der Biologie dar. .

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 Galápagos-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, Spottrosseln 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.

**Alfred Russel Wallace (1823–1913) entwickelte aus seiner Anschauung als Tiersammler etwa zwanzig Jahre nach Darwin eine ähnliche Erklärung der Entstehung der Arten, die er noch vor der Veröffentlichung an Darwin sandte. Ohne es zu wissen, nötigte Wallace dadurch Darwin seinerseits zur Veröffentlichung seines Hauptwerkes, wodurch der Entwurf von Wallace gleichzeitig mit dem Text von Darwin 1858 veröffentlicht wurde.**

Neben der Popularisierung des Darwinismus besteht der Hauptbeitrag von **Ernst Haeckel (1834–1919)** für die Evolutionstheorie aus vier Teilen:

1. Mittels des biogenetischen Grundgesetzes (die Ontogenese ist die kurze, auszugsweise Rekapitulation der Phylogenese) lassen sich Teile der Stammesgeschichte durch Vergleiche der Embryonen und ihrer Vorstufen verschiedener Tierarten rekonstruieren, von denen damals und zum Teil noch heute nur in unzureichendem Maße Fossilien vorliegen. Diese Theorie wird in dieser Form als veraltet angesehen.
2. Ernst Haeckel entwarf die ersten detaillierten Stammbäume der Tier- und Pflanzenwelt.
3. Er postulierte den gemeinsamen Ursprung aller Organismen. Eine Idee, die nach wie vor ihre Gültigkeit hat.
4. Die Generelle Morphologie (1866) war das weltweit erste Lehrbuch der Biologie auf Grundlage der Evolutionstheorie Darwins.
5. In der Anthropogenie (1874) wies Haeckel auf Grundlage der vergleichenden Anatomie und Embryologie anhand der Organsysteme die Stellung des Menschen innerhalb der Primaten und Wirbeltiere nach. Er rekonstruierte den Stammbaum des Menschen aus den Wirbeltieren und postulierte Fossilfunde, die diese Stammesgeschichte belegen. Wenn auch viele dieser Ideen im Detail empirisch überholt sind beziehungsweise verfeinert wurden, so hat die Grundidee bis heute ihre Gültigkeit bewahrt.

**Die Vererbungslehre oder Genetik war zu Darwins Zeiten ein weithin unbearbeitetes Gebiet. Erst nach seinem Tod konnten sich Ideen durchsetzen, die auch heute noch , wesentlich verfeinerter, Gültigkeit besitzen.** Zu Darwins Zeiten gab es zwei Annahmen über die Vererbung, die sich mit den Stichworten vermischende Vererbung (wie beim Farbmischen) und „partikuläre Vererbung“ beschreiben lassen.

**Gregor Mendel (1822–1884) führte vor 1865 wohldurchdachte Experimente mit Erbsen durch, die in ihrer Konsequenz lange unbeachtet blieben. Sie wurden erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts wiederentdeckt und gingen dann in die Genetik beziehungsweise die Evolutionsbiologie ein.** Mendels Ergebnisse resultierten aus dem ersten Versuch, der zeigte, dass für jedes Merkmal in der damals noch unbekannteren Erbsubstanz zwei Plätze - ein mütterlicher und ein väterlicher - vorhanden sind und dass sich somit Merkmale nicht mischen, sondern in einem dominant-rezessiven Erbgang weitergegeben werden. Dies ist ein erster Befund, der aufgrund experimenteller Ergebnisse den Hypothesen über Vererbung widersprach, die etwa Darwin oder Haeckel vertreten hatten.

**August Weismann (1834–1914) begründete die Keimplasmatheorie. Veränderungen der Körperzellen können danach keinen Einfluss auf die Evolution der Organismen besitzen. Einfluss haben nur Veränderungen des Erbguts der Geschlechtszellen. Weismann vermutete die Erbsubstanz jedoch im falschen Zellbestandteil, dem Plasma. .**

**Erst 1910 zeigte Thomas Hunt Morgan, dass die Chromosomen die Träger der Erbinformation sind.**

### **Ausgewählte moderne Theoretiker**

**Ernst Mayr (1904–2005) gilt zusammen mit Theodosius Dobzhansky als Begründer und als bis heute führender Vertreter der modernen synthetischen Theorie der Evolution, die Darwins Konzept der Selektion mit den Erkenntnissen der modernen Genetik in Einklang brachte. Er gilt zudem als Begründer des modernen biologi-**



**schen Artkonzeptes.** Ernst Mayr untersuchte in seinem grundlegenden Werk *Artbegriff und Evolution* (1967), wie eine Neuinterpretation des biologischen Artbegriffes im Lichte der Evolutionstheorie aussehen kann. Kernthema ist die Suche nach Mechanismen, die die Fortpflanzung zwischen einzelnen Populationen unterbinden oder erschweren (das heißt Hybriden besitzen einen geringeren Fitnesswert oder sind steril). Hier wären geographische Separation, zeitliche Separation (beispielsweise ungleichzeitige Fortpflanzungszeiten) und Separation durch Verhalten (unterschiedliches Balzverhalten oder Gesang) zu nennen. Damit sind zahlreiche Fragen nach dem Mikroprozess der Evolution eröffnet. Wichtig für die Neuinterpretation war die Entdeckung von morphologischen Geschwisterarten, Arten, die gleiche Merkmale aufweisen, im gleichen Gebiet zur gleichen Zeit leben und sich trotzdem nicht miteinander fortpflanzen. Ernst Mayr definiert eine Art als "Gruppe von sich untereinander fortpflanzender Lebewesen, die reproduktiv von anderen solchen Gruppen isoliert sind". Diese Isolation ist damit für Ernst Mayr das Kriterium, zwei Arten zu unterscheiden.

**Stephen Jay Gould (1941–2002)** betrachtete den Zusammenhang von Evolution und Fortschritt kritisch. In seinen wissenschaftstheoretischen Schriften wendet er sich gegen sozialdarwinistische, pseudowissenschaftliche und rassistische Überinterpretationen der Evolutionstheorie, wie er sie beispielsweise in der Intelligenzforschung findet.

**Richard Dawkins (seit 1941)** sieht das Gen als die fundamentale Einheit der Selektion, das den Körper nur als „Vermehrungsmaschine“ benutzt. Er setzt sich innerhalb der Evolutionsbiologie für die These ein, dass in evolutionären Prozessen Konkurrenzsituationen bzw. Fitnessunterschiede auf genetischer oder allenfalls individueller Ebene eine Rolle spielen, Gruppenselektion jedoch keine oder nur eine marginale Rolle spielt.

**In den letzten 150 Jahren wurden vielfältige, zum Teil widersprüchliche evolutionstheoretische Modellierungen oder historische Rekonstruktionen in die wissenschaftliche Diskussion eingebracht** Dies ist für wissenschaftliche Theorien nicht ungewöhnlich. Festzustellen bleibt jedoch, dass es die Evolutionstheorie nicht mehr gibt.

Ich bin bei meinen Recherchen auf 12 unterschiedliche Ansätze einer Evolutionstheorie gestoßen:

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)

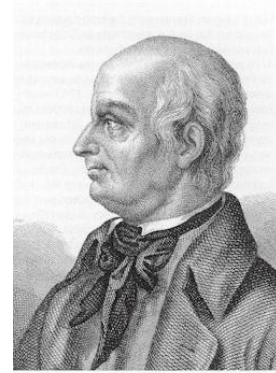
## Entstehung des Lebens

Schon in den frühesten schriftlichen Überlieferungen der Menschheit finden sich Dokumente menschliches Nachdenkens über die Entstehung des Lebens. Dabei stößt man immer wieder auf die Idee, dass Lebewesen aus unbelebter Materie hervorgegangen seien. 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, Leben entsteht nur aus Leben lautete seine Feststellung und er erklärte weiter: Wir kennen Lebewesen nur als Nachkommen vorher vorhandener Organismen. "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“

Acht Jahre später äußert Darwin in einem Brief an J. Hooker: „Man hat oft gesagt, dass alle Bedingungen für die erste Entstehung eines Organismus jetzt vorhanden sind, welche nur jemals haben vorhanden sein können. Aber wenn wir in irgendeinem kleinen warmen Tümpel, bei Gegenwart aller Arten von Ammoniak, phosphorsäuren 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.

**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 Entstehung des Lebens rein naturwissenschaftlich zu erklären. Auch wenn heute Leben nicht von selbst entsteht, so könne dies in der Vergangenheit doch anders gewesen sein. So wird argumentiert, dass auf der Erde früher andere Bedingungen geherrscht hätten, die eine Entstehung des Lebens möglich erscheinen lassen. Ziel dieser Forschungen ist es, die einzelnen Schritte zur Entstehung des Lebens möglichst lückenlos aufzuklären und allein durch chemisch-physikalische Prozesse verständlich zu machen.**

Doch zuvor muss zuerst geklärt werden, was Leben ist und wie es definiert wird. Dies ist bereits ein Problem. **Das Lexikon der Biologie (Akademischer Verlag Heidelberg, 1999) 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 Stoffwechsel, Energieaufnahme aus der Umwelt, Fortpflanzung, Wachstum, Beweglichkeit oder Reizbarkeit zu definieren. Viele dieser Voraussetzungen müssen in Kombination vorliegen, damit Leben gegeben ist.

**Einigkeit besteht in der Wissenschaft darüber, dass das erste Lebewesen ein Einzeller war. Versuche einzellige Lebewesen aus unbelebter Materie in unter Laborbedingungen zu erzeugen wurden bisher**

**nicht unternommen, denn man erkannte sehr schnell, dass auch ein Einzeller hierfür 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!!

**Eine Möglichkeit bot die Reduktion an.** Die **Reduktion** ist ein in der Wissenschaft häufig begangener Weg, bei dem ein Problem, dessen Lösung zu kompliziert ist, vereinfacht wird. Dabei ist allerdings beim Schritt der Vereinfachung (Reduktion) zu prüfen, welche Aspekte, Eigenschaften des komplexeren Ausgangsproblems (hier das „Leben“) durch die Reduktion verlorengegangen sind.

Ein Reduktionsschritt führt durch Analyse zur Zerlegung einer solchen Zelle in deren materielle Bestandteile, ihre **molekularen Komponenten**. Durch das Sezieren der Zelle gelangen wir zu Baustoffgruppen und durch weitere Reduktion über makromolekulare Verbände zu Molekülen, deren physikalisch-chemische Eigenschaften wir sehr genau beschreiben können. Hier kann nun konkret experimentell eingesetzt werden.

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.

Daraus folgt:

- 1. Die Frage nach der Entstehung der chemischen Bestandteile von Organismen kann experimentell bearbeitet werden (Synthese von Bio-Chemikalien).**
- 2. 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.**
- 3. Solange die Entstehung der molekularen Bestandteile einer Zelle nicht aufgeklärt werden kann, ist die Frage nach der Entstehung des Lebens erst recht ungeklärt.**

**Noch einmal anders formuliert: Wenn wir also 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. Gleichzeitig ist aber auch klar, dass wir damit noch sehr weit vom Kern der eigentlichen Frage entfernt sind. Experimentellen Untersuchungen ist die Frage nach der erstmaligen Entstehung des Lebens grundsätzlich nicht direkt zugänglich**

**A.I. Oparin** veröffentlichte 1924 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 konnte sich auf Arbeiten von **Pflüger** (1875 über die Bedeutung von Cyanwasserstoff (HCN) im Zusammenhang mit präbiotischen Synthesen) und **Löb** (1913 Aminosäuren aus Ammoniak, Kohlensäure und Wasser unter Einwirkung von stiller Entladung) stützen.

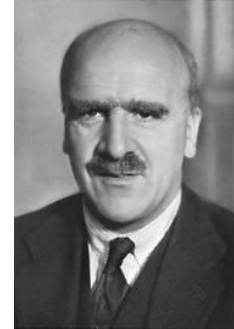
Oparin benützt vor allem die Erkenntnisse von **Graham** (1861) über die Eigenschaften von Kolloiden (Lösungen großer Moleküle mit leimartigen Eigenschaften) als Ausgangspunkt für seine Spekulation über die Lebensentstehung, indem er das Zellplasma damit vergleicht. Er meint, aus der Fähigkeit von Kolloiden,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

**Anfangs war er sehr optimistisch und erklärte:** „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.“ **Nach jahrelanger Forschung musste er jedoch feststellen: Die Entstehung der Zelle bleibt weiterhin eine unbeantwortete Frage, die in der Tat der dunkelste Punkt**



**in der ganzen Evolutionstheorie ist.“( Oparin , Die Entstehung des Lebens, VEB, Verlag der Wissenschaften,1957)**

Für **J.B.S. Haldane** 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) 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 unnütz, weil sie experimentell bestätigt oder widerlegt werden können.“



### **Das Miller Experiment**

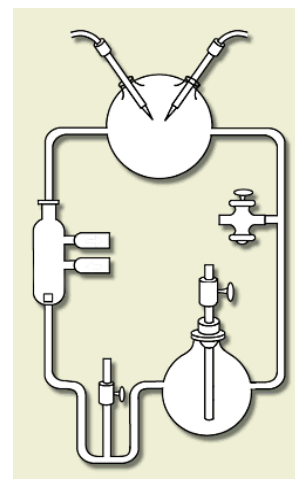
Die, die größte Anerkennung findende Studie über den Ursprung des Lebens ist ein Versuch, der unter dem Namen **Miller Experiment** in die Annalen einging, und der von dem amerikanischen Forscher **Stanley Miller** im Jahr 1953 durchgeführt wurde. Der Versuch ist auch unter dem Namen "Urey-Miller Experiment" bekannt aufgrund der Beiträge die **Harold Urey**, Millers Lehrer an der Universität von Chicago, geleistet hatte.



**Stanley 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. In seinem Versuch benützte Miller ein aus Ammoniak, Methan, Wasserstoff und Wasserdampf bestehendes Gasmisch**

**Sein Mitarbeiter Harold Urey hatte diese vermeintliche Zusammensetzung der Uratmosphäre aus dem Vorkommen verschiedener Elemente im Weltall festgelegt. Eine Annahme, die sich später als unrealistisch herausstellte. Da diese Gase 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 Gasmisch eine Woche lang einer konstanten Erhitzung von 1000C 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.**



**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 Substanzen jedoch, die Miller in der Lage war zu synthetisieren waren lediglich ein Häufchen "unbelebter" Moleküle.**

Angespornt durch dieses Experiment, schufen die Evolutionisten sogleich neue Szenarien. Hypothesen über Stufen, die denen der Aminosäuren folgen sollten, wurden eiligst formuliert. Angeblich sollen sich die Aminosäuren dann

später zufällig in der richtigen Reihenfolge verbunden haben um Proteine zu bilden. Einige dieser zufällig entstandenen Proteine ließen sich dann in Zellmembran-ähnlichen Strukturen nieder, die "irgendwie" entstanden waren, und bildeten die erste primitive Zelle. Im Lauf der Zeit schlossen sich dann die Zellen zusammen und wurden zum ersten lebenden Organismus. Millers Experiment jedoch war nichts weiter als trügerischer Schein und hat sich mittlerweile in vielen Gesichtspunkten als fehlerhaft erwiesen.

Millers Experiment sollte beweisen, dass sich Aminosäuren unter urzeitlichen Umweltbedingungen selbst bilden könnten, doch es litt in einer Anzahl von Punkten an Folgewidrigkeit:

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.

**Zweifellos war solch ein bewusster Trennungsmechanismus in den vorzeitlichen Umweltbedingungen nicht vorhanden.** Selbst wenn sich eine Aminosäure gebildet hätte, wäre sie ohne einen derartigen Mechanismus sogleich wieder zerstört worden. Der Chemiker **Richard Bliss** erläutert diesen Widerspruch folgendermaßen: "**Ohne diese Kühlfalle wären die chemischen Verbindungen in der Tat durch die elektrische Spannung zerstört worden.**" **Tatsächlich gelang es Miller in vorhergehenden Versuchen nicht, unter Verwendung der gleichen Materialien, jedoch ohne den Kühlfallen-Mechanismus, eine einzige Aminosäure herzustellen.**

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 (N<sub>2</sub>), Kohlendioxyd (CO<sub>2</sub>) und Wasserdampf (H<sub>2</sub>O) 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."<sup>1</sup>

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. **Am Ende von Millers Experiment hatten sich viele organische Säuren gebildet, deren Eigenschaften unzuträglich für die Struktur und Funktionen von Lebewesen waren.** 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.

**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 wasserfreisetzennde 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.**

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

**Die „Nachmillersche Zeit“ war und ist geprägt von Skepsis, ob es überhaupt gelingen werde, die Entstehung von Lebensbausteinen unter Laborbedingungen nachzuweisen.**

**Der Chemiker und Nobelpreisträger Prof. Dr. Harold Clayton Urey, der mit Miller an dessen berühmten Experiment gearbeitet hat.** (der Versuch wird manchmal auch Miller Urey-Experiment genannt) erklärte 1962: „Wir alle, die wir den Ursprung des Lebens studieren, stellen fest, dass wir, je mehr Einblick wir erhalten, umso mehr spüren, dass das alles zu komplex ist, als dass es sich irgendwo hätte entwickeln können. (Christian Science Monitor, 4. Januar 1962)

**Der Biochemiker Prof, Ernest Kahane** sagte bei einem Vortrag im Cern bei Genf (**17.11.1964**): 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

**Der englische Biochemiker und Nobelpreisträger Francis Crick** 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 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 Nucleotidtriplets 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 Molekularbiologe Prof. Dr. Michael Denton erklärt 1986:** "Selbst die allereinfachste Art von Zelle, die wir kennen, ist so komplex, dass wir unmöglich annehmen können, ein solches Gebilde 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)

**Prof. Klaus Dose**, ehemaliger Leiter des Instituts für Biochemie an der Johannes Gutenberg Universität trifft im gleichen Jahr 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)

**Auch Richard Dawkins musste in einem Interview mit dem amerikanischen Autor Ben Stein eingestehen, dass die Entstehung des Lebens nach wie vor ungeklärt ist.**

**Obwohl bisher in keinem der vielen tausend Simulationsversuchen der Nachweis erbracht werden konnte, dass Zellbausteine von selbst entstehen können.** (bisher konnten auch nur 13 von 20 Aminosäuren erzeugt werden) **findet man heute kaum noch einen Biologen, der daran zweifelt, dass Leben aus unbelebter Materie entstanden ist. Der „Beweis“ ist auch sehr einleuchtend: Es gibt Leben, also muss es irgendwann entstanden sein!!!!**

**Ein großes Problem für künftige Versuche ist nach wie vor die unbekannte Zusammensetzung der Uratmosphäre. Man muss sich weiter auf Mutmaßungen stützen. Die Hypothesen zur Uratmosphäre füllen Bücher. Die Ausgangssituation für die Synthese wichtiger Bausteine der ersten Zellen ist somit völlig ungeklärt.** Die heute verfügbaren Daten (Man untersucht Gesteine, 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 könnten auch Anhaltspunkte dafür liefern, welche chemischen Verbindungen am Anfang in der Uratmosphäre zur Verfügung standen) erlauben keine eindeutigen Schlussfolgerungen. **Das derzeit mehrheitlich diskutierte Modell besagt, dass die Uratmosphäre zu etwa 80 % aus Wasserdampf (H<sub>2</sub>O), zu 10 % Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) zu 5 bis 7 % aus Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S) sowie Spuren von Stickstoff (N<sub>2</sub>), Wasserstoff (H<sub>2</sub>), Helium, Methan und Ammoniak. Das Vorliegen von Kohlendioxid ist problematisch. CO<sub>2</sub> eine sehr beständige Verbindung und so stünde der Kohlenstoff nicht für den Aufbau komplexer Moleküle zur Verfügung.**

**Weitere Probleme für die Bildung von lebensnotwendigen Proteinen aus langen Ketten von Aminosäuren sind:**

1. Es entstehen aber auch viele andere Aminosäuren, die in Lebewesen nicht vorkommen.
2. Es entstehen überwiegende monofunktionellen Moleküle, die zur Kettenbildung nicht geeignet sind
3. Ein schwerwiegendes Problem beim Aufbau von Aminosäureketten besteht darin, dass Ursuppen größtenteils aus Wasser bestehen. Die Anwesenheit von Wasser verhindert die Kettenbildung.
4. Es entstehen bei den „Ursuppenexperimenten“ schädliche Nebenprodukte, wie Ameisen- und Essigsäure.

**Einschub Geschichte mit dem Hosenkнопf**

Ein amerikanischer Professor stellte seinen Studenten folgende Frage: „Sir Edmund Hilary, 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, ertönte er nur Gelächter. **Denn niemand glaubt, dass ein Hosenkнопf von selbst entsteht. Mit der Entstehung einer solch komplizierten Einheit, wie einer Zelle tun sich die Menschen nicht so schwer.**

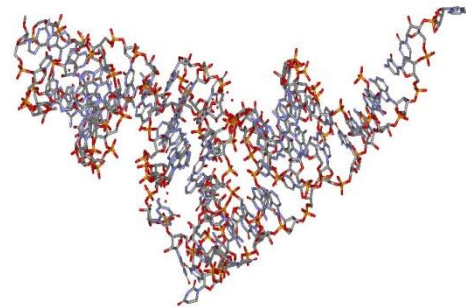
Ich habe selbst einmal einen Versuch gemacht und verschiedenen Leuten ein Bild von Stonehenge gezeigt und gesagt, dass viele Menschen glauben, dass sei von Menschen gebaut worden, ich aber der Meinung bin das es durch natürliche Ursachen entstanden ist. Keiner hat diese Meinung geteilt.

## Die Bausteine des Lebens, und die Wahrscheinlichkeit ihrer spontanen Entstehung

### Proteine

Es bestehen drei Grundvoraussetzungen für die Bildung eines für ein Lebewesen brauchbaren Proteins:

1. Alle Aminosäuren in der Proteinkette müssen in der richtigen Reihenfolge angeordnet sein.
2. Alle Aminosäuren in der Kette müssen linksdrehend sein. . Es gibt zwei Arten von Aminosäuren, die als "linksdrehend" und "rechtsdrehend" bezeichnet werden. Der Unterschied zwischen ihnen liegt in der Spiegelsymmetrie ihrer räumlichen Strukturen, ähnlich der linken und rechten Hand einer Person.



Aminosäuren jedes dieser beiden Typen können sich leicht aneinander fügen. Im Zuge der Forschung kam eine höchst interessante Tatsache ans Licht: Alle Proteine in Pflanzen und Tieren, vom einfachsten Organismus bis hin zum kompliziertesten sind aus linksdrehenden Aminosäuren zusammengesetzt. Falls auch nur eine rechtsdrehende Aminosäure an der Struktur eines Proteins ansitzt wird das Protein nutzlos. Es war interessant zu beobachten, dass in einigen Versuchen, in denen rechtsdrehende Aminosäuren in Bakterien eingesetzt wurden, diese dieselben sofort zerstörten, und in einigen Fällen linksdrehende Aminosäuren mit den gebrochenen Bestandteilen bildeten, so dass sie diese benutzen konnten.

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

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

**Es ergibt sich eine Gesamtwahrscheinlichkeit von =10 hoch 650 X 10 hoch 150 X 10 hoch 150 =10 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!!!

Dies wird von vielen Evolutionisten auch eingestanden. **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**". (Time's Arrow and Evolution, 158 (3d ed. 1968),

Die Evolutionisten behaupten, dass die molekulare Evolution über eine sehr lange Zeitspanne hinweg stattfand, und dass die Länge dieses Zeitraums das Unmögliche möglich gemacht habe. Unbeachtet der Länge einer gegebenen Zeitspanne jedoch, ist es nicht möglich, dass Aminosäuren durch Zufall Proteine bildeten. **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) wähen Milliarden Jahren auf Milliarden von



Planeten nicht vorgekommen würde, selbst wenn sie alle mit einer konzentrierten wässrigen Lösung der notwendigen Aminosäuren bedeckt wären".

**Robert Shapiro, ein Chemieprofessor an der New Yorker Universität**, berechnete die Wahrscheinlichkeit einer zufälligen Bildung der 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. (Das ist eine unvorstellbare Zahl mit 40000 Nullen hinter der Eins.)

## 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.

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 offener, 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 hoch 1000 = 10 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.

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. (Im Leben selbst: Sein Ursprung und Natur 1981)



## **Synthese von Zucker**

Zur Synthese der Zucker wird auf die sog. Formose-Reaktion verwiesen. Dabei entstehen in wässriger alkalischer Formaldehydlösung Produkte mit süßem Geschmack. 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 Trennmethoden 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 For-



scher ziehen daraus die Schlussfolgerung, dass Ribose und andere Zucker nicht Bestandteil des ersten genetischen Materials gewesen sein können.

Die vorgenannten Wahrscheinlichkeitsberechnungen werden natürlich durch Evolutionsbiologen kritisch unter die Lupe genommen. Von deren Seite werden folgende **Kritikpunkte** zu den Berechnungen geäußert

**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). Hierfür muss abgeklärt werden, ob der Übergang zu einer neuen Struktur in selektionspositive Schritte unterteilt werden kann.** 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. **Die Klärung dieser Frage ist bisher nicht erfolgt, ihre Beantwortung ist m. E. außerordentlich schwierig, vielleicht sogar unmöglich.**

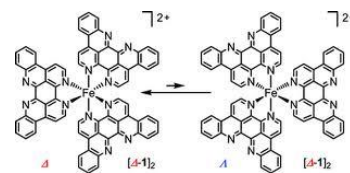
**3. Ein dritter Einwand lautet: Ein bestimmtes Protein muss nicht eine ganz bestimmte Aminosäureabfolge haben, damit es seine Funktion ausübt.** Das heißt für unser oben genanntes Beispiel eines Proteins aus 100 Aminosäuren: **Von den insgesamt:  $10^{130}$  Möglichkeiten der Bausteinabfolgen ist nicht 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. 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. Es reicht zudem nicht, dass die Moleküle „bestimmte Eigenschaften“ aufweisen. Diese „bestimmten Eigenschaften“ müssen konkretisiert werden, d.h. die Moleküle müssen biologische Funktionen ausüben können.

## Weitere Probleme bei der Entstehung von Leben

### Die fehlenden Spiegelbilder

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 ähnlich sich enantiomere Moleküle sind, sie können sich gegenseitig nicht ersetzen. Aber wie entstanden die enantiomären Substanzen, die wir in der Natur finden? Genau das ist eines der großen Naturrätsel. Wenn sich das erste Leben aus ganz normalen chemischen Reaktionen und Syntheseschritten entwickelte, wie ist dann diese Verschiebung des Gleichgewichts zugunsten nur jeweils einer chiralen Variante zu erklären? Beide Alternativen sind gleich wahrscheinlich und eine natürliche Ursache dieses Naturphänomens schwer vorstellbar. Eine einfache chemische Begründung scheint es dafür nicht zu geben, dafür aber jede Menge ganz unterschiedlicher Hypothesen. Die derzeitigen Erklärungshypothesen werden in der Wissenschaft eher kritisch betrachtet.

## Synthese von Enzymen

Während sich die DNS nur mit Hilfe einiger Enzyme vervielfältigen kann, die im Grunde genommen Proteine sind, kann die Synthese dieser Enzyme sich nur durch bestimmte Information realisieren, die im DNS Code enthalten ist: Da diese nun gegenseitig aufeinander angewiesen sind, müssen sie zum Zweck der Vervielfältigung entweder gleichzeitig koexistieren, oder das eine muss vor dem anderen "geschaffen" worden sein.

Prof Dr. **Leslie Eleazer Orgel** (1927-2007), ein enger Mitarbeiter von Stanley Miller und Francis Cricks machte hierzu 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.

## **Makro- und Mikroevolution, Evolutionsmechanismen (Mutation und Selektion)**

**Begriffsklärung: Bei der Evolutionstheorie wird zwischen Mikro- und Makroevolution unterschieden.**

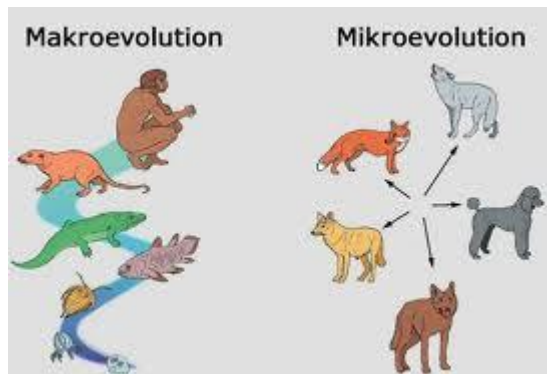
Unter **Mikroevolution** versteht man Änderungen innerhalb den Arten durch Anpassung, Spezialisierung und Optimierung. Sie beschreibt daher Variationsvorgänge auf der Basis bereits vorhandener Konstruktionen. Optimierungen gehen erfahrungsgemäß oft auf Kosten anderer Fähigkeiten und sind relativ zur 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 **Die Mikroevolution ist wissenschaftlich empirisch belegt, kann beobachtet werden und wird von allen Wissenschaftlern anerkannt.** Mit ihr werde ich mich daher nicht befassen.

### **Einschub**

In praktisch allen Schulbüchern, in denen Evolution behandelt wird, erscheint der Birkenspanner als Beispiel von beobachteter Evolution. In England war dieser Falter auch in der Gegend von Manchester verbreitet. Um die Jahrhundertwende veränderte sich sein Erscheinungsbild während einiger Jahrzehnte von grau-weißem zu mehrheitlich schwarzem Aussehen. Man erkannte dies als Anpassung an eine veränderte Umgebung, in welcher durch die Industrialisierung die hellen Birkenstämme vom Russ aus den vielen Kaminen dunkel gefärbt worden waren. Nach 1950 musste die Industrie als Folge der Gesetzgebung die Abgase filtern, sodass dadurch wieder mehr helle unverschmutzte Baumstämme vorhanden waren. Die schwarzen Falter wurden zunehmend rar und die hellen nahmen überhand. Dieses Paradebeispiel von Evolution war so einleuchtend, dass fast niemand es für nötig fand, eine genauere Überprüfung anzustellen. In Insiderkreisen kam aber zunehmend Kritik auf. Denn man stellte zunächst fest, dass sich der Falter eher selten auf Baumstämmen aufhielt, sondern eher im belaubten Geäst. Zudem hatten die hellen Birkenspanner in verschiedenen Gegenden schon lange vor dem Auftreten heller Baumstämme wieder vermehrt. Außerdem entdeckte Michael Majerus von der Cambridge University, dass die Falter auch nicht die Tendenz haben, einen zu ihnen passenden Untergrund auszuwählen. Die hellen Falter hatten sich nämlich in einigen industriellen Gegenden trotz der Verschmutzung der Baumstämme vermehrt.

Der Birkenspanner ist daher wohl kein Beispiel für Mikroevolution!

Der Begriff **Makroevolution** wird innerhalb der Wissenschaft durchaus unterschiedlich verwendet. Ich möchte ihn in meiner Betrachtung der Mehrheitsmeinung anschließen, wonach **Makroevolution eine** über das "Artniveau" hinausreichende Vorgänge bezeichnet, die zur Bildung völlig neuer Arten führen ( z.b. 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.



Die Mechanismen, die zu makroevolutiven Vorgängen geführt haben, werden in der Wissenschaft durchaus kontrovers diskutiert. Darwins Theorie besagt im Wesentlichen, dass bestimmte Individuen einer Population an die herrschenden Umweltbedingungen besser angepasst als andere und damit größere Überlebens- und Fortpflanzungswahrscheinlichkeit haben. Die genetische Beschaffenheit dieser besser angepassten Individuen wird durch Vererbung an folgende Generationen weitergegeben. Dieser schrittweise und kontinuierliche Prozess hat viele Millionen Jahre gedauert und bewirkte die Evolution der Arten. Für Darwin waren Mutation (Veränderungen des Erbguts durch äußere Einflüsse) und Selektion (Auswahl) der Hauptmechanismus, der eine Evolution, wie er sie sich vorstellte, ermöglichte. **Diese klassische Evolutionstheorie war lange Zeit das Standardmodell, wird jedoch heute in dieser Form von keinem Wissenschaftler mehr vertreten.**

**In den letzten 150 Jahren wurden vielfältige, zum Teil widersprüchliche evolutionstheoretische Modellierungen oder historische Rekonstruktionen in die wissenschaftliche Diskussion eingebracht** Dies ist für wissenschaftliche Theorien nicht ungewöhnlich. Festzustellen bleibt jedoch, dass es die Evolutionstheorie nicht mehr gibt.

**Die verschiedenen Evolutionstheorien möchten grundsätzlich zwei Grundfragen beantworten:**

- 1. Aus welchem Individuum A ist Individuum B hervorgegangen?**
- 2. Was sind die Ursachen des Wandels bzw. wie ist dieser auf der Grundlage bekannten biologischen Wissens plausibel erklärbar?**

**Glaubt man führenden Evolutionswissenschaftler sind diese Fragen positiv beantwortet.**

**Prof. Richard Dawkins** 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*). 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. (Webseite Foundation für Vernunft und Wissenschaft)

**Prof. Ulrich Kutschera:** „Evolution ist eine dokumentierte Tatsache, so sicher wie zum Beispiel, dass die Erde keine Scheibe ist.“ ( Sendung Frontal 21 ZDF, 15. 11. 2005)

**Prof. Stephen Jay Gold:** „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. (Interview mit *American Biology Teacher* April 1998):

Es gibt jedoch auch Wissenschaftler, die diese Auffassung nicht teilen.

**Der Zoologe Prof. Gerd B. Müller und Leiter der Abteilung für Theoretische Biologie an der Uni Wien und der Biologe Prof. Stuart Alan Newman 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 (Neueheit)? Weshalb werden Design-Einheiten wiederholt verwendet (Modularität)? Weshalb sind nicht alle Design-Optionen eines phänotypischen Raums verwirklicht (Constraint)? Weshalb erscheinen viele Merk-

male, die lange Zeit verschwunden waren, erneut (Atavismen)? Weshalb sind die Raten morphologischer Veränderungen ungleich (Geschwindigkeit)?

**Zwei Jahre später veröffentlichte Prof'in Karola Stotz vom Konrad-Lorenz-Institut für Evolutionsforschung in Österreich die ungelösten Grundfragen der Evolutionsbiologie wie folgt zusammenfassen:** 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 (Vererbung im weiteren, embryonalen Sinne). (Stotz K (2005), Organismen als Entwicklungssysteme. In: Krohs U & Toepfer G (Hg) Philosophie der Biologie. Frankfurt a.M., S. 125-143).

**Wenn man diese Ausführungen liest, könnte man eher den Eindruck gewinnen, die Evolutionsbiologie steht vor einem Berg ungelöster Probleme.**

**Was ist nun zutreffend?**

**Die Evolutionslehre ist m.E. weder beweisbar noch widerlegbar, da sie Aussagen über einen vergangenen Ablauf macht, der als solcher nicht direkt untersuchbar und wiederholt werden kann. Sie ist damit auf Deutungen und Interpretationen der vorliegenden Fakten, vor allem der Fossilienfunde angewiesen. Die Überprüfung durch Experimente ist wegen der großen Zeitvorgaben und der nicht sicher bekannten Ursprungsbedingungen kaum möglich. Die Evolutionstheorie ist anhand der gewonnenen Daten nur mehr oder weniger wahrscheinlich** Dabei wird Evolution als tatsächlich geschehen vorausgesetzt. Das jeweilige Bild von Evolution liefert einen vorgegebenen theoretischen Rahmen, in dem wissenschaftliche Daten, Hypothesen und Theorienbildungen eingepasst werden.

**Dies wird durchaus auch in Wissenschaftskreisen so gesehen. Der schon wiederholt erwähnte Prof Ulrich Kutschera, äußert sich** in seinem Buch Evolutionsbiologie, 2. Auflage, S. 83 wie folgt: 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."

**Die entscheidenden Triebfedern der Evolution sind nach Darwin, wie wir schon festgestellt haben, Mutation und Selektion. Diese Faktoren spielen in allen derzeit diskutierten Evolutionstheorien eine Rolle. Wir wollen uns nun näher damit befassen.**

## **Mutationen**

Der Begriff der Mutation wurde von dem Botaniker Hugo de Vries 1901 geprägt.

**Als Mutation wird eine spontan auftretende, dauerhafte Veränderung des Erbgutes bezeichnet. Keimbahnmutationen (betreffen Eizellen oder Spermien) werden an die Nachkommen weitergegeben. Diese Mutationen spielen daher die wichtigste Rolle in der Evolution, da sie von einer Generation zur nächsten übertragbar sind. Auf den Organismus, in dem sie erstmals stattfinden, haben Keimbahnmutationen in der Regel keine direkten Auswirkungen. Somatische Mutationen sind Mutationen, die Körperzellen betreffen. Sie haben meist negative Auswirkungen auf den Organismus, in dem sie stattfinden, werden aber nicht an die Nachkommen vererbt. So können sich unter anderem normale Körperzellen in ungebremst wuchernde Krebszellen umwandeln. .**

**Mutationen können in einem Gen, einem Chromosom oder in einem ganzen Chromosomensatz auftreten.** Die Genmutation tritt am häufigsten auf. Sie betrifft immer nur ein einzelnes Gen. Dieses Gen wird verändert durch Punktmutationen (Austausch), Deletion (Verlust) oder Insertion (Einschub) eines Nukleotids verändert. Chromosomenmutationen bezeichnen die Strukturänderung eines Chromosoms. So können Chromosomenstücke verloren gehen

oder Teile eines anderen Chromosoms eingebaut sein. Eine Genommutation ist eine Veränderung der Gesamtzahl der Chromosomen eines Organismus. Ein Beispiel ist Trisomie 21. Bei dieser Krankheit ist das 21. Chromosom dreifach vorhanden. .

**Mutationen entstehen spontan, z.B. durch Replikationsfehler oder äußere Einflüsse.** Die auslösenden Faktoren einer Mutation nennt man Mutagene. Beispiele für Mutagene sind: Strahlungen (UV-Strahlung, radioaktive Strahlung, ...), Temperatur (Kälteschocks, hohe Temperaturen, ...), Gifte (Nikotin, Alkohol, ...), Gase (Ozon, Industrieabgase, ...), Viren (Röteln, Windpocken, ...)

Eine Mutation kann Auswirkungen auf die Merkmale eines Organismus haben oder auch nicht (stille Mutation). Abweichende Merkmalsausprägungen können negative, positive oder auch gar keine Folgen hinsichtlich der Lebensfähigkeit und/oder des Fortpflanzungsvermögens zeitigen.

**Der größte Teil der Mutationen führen zu Veränderungen in DNA-Abschnitten, die keine Konsequenzen für den Organismus nach sich ziehen.** Dies ist der Fall, wenn die mutierte Stelle im Genom nicht für genetisch relevante Information benutzt wird. Auch wenn die veränderte Stelle benutzt wird, kann es sein, dass der Informationsgehalt des Gens sich nicht verändert hat. Daher werden diese Mutationen stille oder stumme Mutationen genannt. Selbst Mutationen, die die Aminosäuresequenz eines Proteins verändern, können neutral oder fast neutral sein, wenn sich hierdurch die Struktur des Proteins kaum ändert. (s.u.a. Lothar Kämpfe: Evolution und Stammesgeschichte der Organismen, Gustav Fischer Verlag Jena, 1992, 3. Auflage)

**Negative Mutationen können zu Funktionsverlusten bzw. -beeinträchtigungen führen. Negative Folgen können auch nachteilige Veränderungen im Stoffwechsel oder Fehlbildungen sein. Schlimmstenfalls führen sie zum Tod des Lebewesens.**

**Mutationen mit positiven Folgen sind nach Ansicht der Biologen sehr selten.**

Nur wenige Mutationen haben einen positiven Effekt und können einen Selektionsvorteil bedingen.“( Lothar Kämpfe: Evolution und Stammesgeschichte der Organismen, Gustav Fischer Verlag Jena, 1992, 3. Auflage, S. 8)

Selten sind neue Allele von Vorteil, sondern sehr oft nachteilig, z.B. verkrüppelte Flügelformen bei Drosophila.“ (Linder-Biologie S. 323, 2005),

Die Zahl der ungünstigen Mutationen ist nach allen bisherigen Beobachtungen um ein Vielfaches größer als die Zahl der günstigen Mutationen. Die sehr seltenen günstigen Mutationen jedoch haben die Chance, sich in einer Bevölkerung auszubreiten. (Linder/Hübner, S. 97)

Einige Wissenschaftler vertreten sogar 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. So überprüfte der Genetiker und Biologe Prof. Jerry Bergman über 400.000 Mutationen und stellte fest, dass keine einzige Mutation einen Informationszuwachs für das Genom brachte. Bergman hat 9 wissenschaftliche Abschlüsse, Er hat über 800 Publikationen in 12 Sprachen und 20 Bücher verfasst. Er lehrte auch am Medical College of Ohio, an der Universität von Toledo und an der Bowling Green State University.

**Viele Wissenschaftler vertreten daher heute die Auffassung, dass durch Mutationen allein, eine evolutionäre Entwicklung nicht begründet werden kann.**

**Der Nobelpreisträger und Biochemiker Sir Ernest Boris Chain (1906-1979) erklärte:** „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

**Der Biologe und Zoologe Prof. Remy Chauvin (1913-2009) führt aus:** „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. (La biologie de l'esprit, Editions du Rocher, S. 23f )

**Der Genetiker und Evolutionsbiologe Theodosius Dobzhansky (1900-1975)**, der zusammen mit Ernst Mayr als einer der führenden Vertreter der synthetischen Evolutionstheorie gilt und viele Jahre genetische Forschungen an der Fruchtfliege „*Drosophila melanogaster*“ betrieb, schrieb: Viele Mutationen wirken tatsächlich tödlich auf den Träger. Variationen, die der normalen Fliege an Vitalität gleichkommen, sind eine Minderheit, und Variationen, die eine größere Verbesserung der normalen Organisation innerhalb einer normalen Umgebung aufweisen, sind unbekannt.“ (Evolution, Genetics and Man, New York, 1955, S. 105) „Im Gegensatz zur Meinung von de Vries 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.“ (Evolution, Genetics and Man, New York, 1955, S. 83)

**Der Gründer und Direktor des Instituts für Genetik an der Universität Bonn. Werner Gottschalk erklärte:** 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. „Kein Biologe wird daran zweifeln, dass die Vielfalt von Bauplänen verschiedener Organe letztlich auf Mutationsvorgängen zurückzuführen ist. Der Nachweis hierfür ist jedoch außerordentlich schwierig. (Allgemeine Genetik, Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1994, 4. Auflage, S. 204) „In Übereinstimmung mit Darwins Vorstellungen wird von vielen Genetikern der Stadtpunkt 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.“ (Allgemeine Genetik, Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1994, 4. Auflage, S. 309 (in der 2. Auflage von 1984, S. 289)

**Der Zoologe Prof. Lothar Kämpfe** sieht in Mutationen zwar eine mögliche Grundlage der Evolution, betont aber auch, dass die Zelle Mutationen eher bekämpft als fördert. Er schreibt: „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 ... 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.“ (Lothar Kämpfe: Evolution und Stammesgeschichte der Organismen, UTB Wissenschaft, Gustav Fischer Verlag Jena, 1992, 3. Auflage, S.73f).

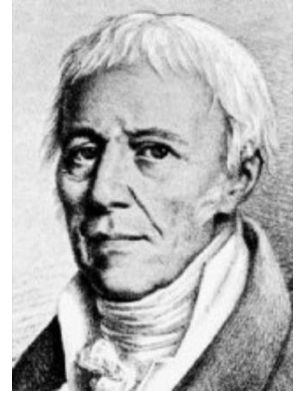
In der **Encyclopedia Americana, dem zweitgrößten Lexikon in englischer Sprache wird ausgeführt:** Die Tatsache, dass sich die meisten Mutationen auf den Organismus schädlich auswirken, scheint kaum mit der Ansicht vertretbar zu sein, Mutationen scheinen die Quelle des Rohmaterials für die Evolution. Mutation scheint eher ein zerstörender als ein aufbauender Prozess zu sein. ([www.britannica.com/science/mutation-genetics](http://www.britannica.com/science/mutation-genetics))

"Es hat bisher auch noch niemand die Erzeugung einer neuen Art einer höheren taxonomischen Kategorie durch Selektion von Mikromutationen beobachtet."

**Stephen Jay Gould, Paläontologe, Evolutionsverfechter, Biologe und Wissenschaftshistoriker**

**Heute setzten die Evolutionsbiologen ihre Hoffnung auf zwei Theorien, die bereits vor 200 bzw. 80 Jahren durch den Wissenschaftler Lamarck und den Genetiker Richard Benedict Goldschmidt in die Diskussion eingebracht wurde, für die sie zu ihrer Zeit aber nur Hohn und Spott ernteten.**

**Um 1800 entwickelte Lamarck eine Theorie der Vererblichkeit erworbener Eigenschaften.** Veränderte Umweltbedingungen veranlassen die Tiere zu veränderten „Gewohnheiten“, die zu verändertem Gebrauch von Organen führen. Der veränderte Gebrauch führt zu Modifikationen des Organs, die auf die Nachkommen vererbt werden. Über seine These, dass die Giraffe einen langen Hals bekam, weil sie an das Laub der Bäume wollte, haben Generationen von Wissenschaftlern und Schülern gelacht, **zu seinen Lebzeiten wurde er dafür verspottet.** Die Lehrmeinung stand lange fest: Nur spontane Gen-Mutationen können das Erbgut verändern, nicht die direkte Interaktion mit der Umwelt. **Doch die Wissenschaft vollzog eine Kehrtwende: Das Wechselspiel von Genom und Umwelt - die Epigenetik - ist nun in den Mittelpunkt des Interesses gerückt.**



**Die Epigenetik beschäftigt sich mit der epigenetischen Vererbung, d. h. der Weitergabe von Eigenschaften auf die Nachkommen, die nicht auf Abweichungen in der DNA-Sequenz zurückgehen. Epigenetische Marker stecken nicht in den Buchstaben der DNS selbst, sondern auf ihr: Es sind chemische Anhängsel, die entlang des Doppel-Helix-Strangs oder auf dem "Verpackungsmaterial" der DNS verteilt sind.** Sie wirken als Schalter, die Gene an- und ausknipsen. Dabei wurde immer klarer, dass der epigenetische Zustand einer Zelle, das Epigenom für die Entwicklung eines gesunden Organismus ebenso wichtig ist wie die DNS selbst. Deutlich wurde bei den Forschungen auch, dass das Epigenom durch äußere Einflüsse weit leichter als die Gene verändert werden kann. Im Zusammenspiel zwischen der Art und dem Ort der Modifikation erweitert sich das regulatorische Potential des Genoms immens. Die letzten Jahre haben zu einigem Verständnis dieser Grundprinzipien geführt, jedoch ist das derzeitige Bild längst noch nicht komplett

Die Epigenetik stellt viele Anfragen an die Evolutionstheorie. Nicht zufällig und langsam, sondern sinnhaft und schnell: Es ist nicht leicht, die neuen Entdeckungen der Wissenschaft 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 traditionellen Evolutionsbiologie zufolge ist das genetische System schutzloses Objekt zufälliger Mutationen in langer Zeit. Es ist Objekt der Veränderung. Jetzt stellt sich heraus, dass das Erbmateriale des Menschen im Zusammenklang mit dem freien Geist des Menschen, der sich in ganz unterschiedlicher Weise zu seinem Körper verhalten kann, nicht nur das Objekt, sondern auch der Träger der Veränderung ist. **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. 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. Ein evolutionsbiologischer Kernsatz wird durch die neuen Erkenntnisse auf den Kopf gestellt. **Glaubte man bisher, die DNA sei das Produkt der zufälligen Ereignisse, so stellt sich jetzt heraus, dass das Erbmateriale selbst der Träger der Veränderungen ist. In seiner Flexibilität und Formbarkeit (wie Knetmasse) 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 Tageszeitung 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.

Das Erbgut verändert sich nicht zufällig und langsam, sondern planvoll, ständig und schnell. **Genforscher, gewohnt, davon auszugehen, dass die Genetik über Millionen von Jahren wirkt und funktioniert, konstatieren etwas verwundert, dass «die Epigenetik Organismen innerhalb einer Generation verändert», wie Jörn Walter (Universität Saarbrücken) dem Berliner Tagesspiegel sagte.** Im Erbgut selbst manifestiert sich der freie Wille des Menschen in Bezug auf seine Lebensführung. Er kann sich besser oder schlechter verhalten. Die Erkenntnisse des Geneti-



kers Moshe Szyf und seiner Kollegen in den Forschungslabors vieler Länder «lassen das gesamte Wechselspiel von Umwelt, Genen und Verhalten in einem völlig neuen Licht erscheinen, staunt der «Spiegel.

Die Vorstellung, dass die Anpassungen eines Organismus an die Umwelt auf die Nachkommen übergehen, dass dieses planvoll und schnell geschehen könnte, galt der Evolutionsbiologie als kompletter Unsinn, zeige sich darin doch ein sinnhaftes, kein zufälliges Muster. Jetzt, wo dies ebenso feststeht wie die Tatsache, dass soziale Erfahrungen und sogar seelische Befindlichkeiten Spuren im Erbgut hinterlassen, ergeben sich Fragen an die These von der Evolution. Es ist nicht leicht, die neuen Erkenntnisse mit einer evolutionistischen Sicht in Einklang zu bringen. Was die Wissenschaft jetzt entdeckt, entspricht nicht dem evolutionären Welt- und Menschenbild.

**Zu genomischen Umbau- und Entwicklungsschüben, die zu neuen Arten führen, sind die epigenetischen Veränderungen nach den derzeitigen Erkenntnissen jedoch nicht ausreichend**

Der Genetiker **Richard Benedict Goldschmidt**, ein immigrierter deutscher Jude (1878–1958) wird als der Erste angesehen, der Genetik, Entwicklung und Evolution miteinander verband. Goldschmidt bestand in seinem 1940 erschienenen Buch „The Material Basis of Evolution“ darauf, dass es keinen Beleg für den postulierten neodarwinistischen Mechanismus (große Veränderungen sind das Resultat einer Anhäufung von Mikromutationen) gibt. Er vertrat deshalb die Hypothese der Entstehung neuer Baupläne mittels großer Sprünge oder Systemmutationens ist. 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 beruht und von seinen Kritikern als die Hopeful-Monster-Hypothese verspottet wurde**, da es wegen der Annahme einer sprunghaften Evolution dem gewöhnlich als eine Grundlage des Darwinismus angesehenen Gradualismus widerspricht.



**Anfang Februar 2010 wurde im Magazin Nature ein Aufsatz mit dem Titel „Evolution: Return of the Hopeful Monsters“ im Heft (Bd. 463, 864-67) Darin ging es um die langsame Abkehr von dem Prinzip, dass Evolution ausschließlich graduell durch stetiges Anhäufen von Mutationen voranschreite. Seit kurzem jedoch häufen sich Daten, wegen derer man kaum mehr umhin kommt, sich an Goldschmidts hoffnungsvolle Monster zu erinnern. Das Laborjournal brachte bereits im Jahr 2002 einen Artikel unter der Überschrift „Von Helden und Monstern“, mit ähnlicher Stoßrichtung, aber anderen Beispielen, wie man die „hoffnungsvollen Monster“ molekular- und entwicklungsbiologisch erklären könnte. Zu Goldschmidts Theorie hieß es darin: Kurz zusammengefasst formuliert er darin die Möglichkeit, dass neue Arten plötzlich und übergangslos durch „glückliche“ Mutationen entstehen könnten. Natürlich führten solch umwälzende Mutationen in nahezu allen Fällen zu fatalen Missbildungen, wie Goldschmidt schrieb, doch hin und wieder könnte auch eine „hoffnungsvolle“ Neuerung entstehen, die sich quasi über Nacht als neue Art mit zuweilen völlig neuem Bauplan manifestieren könnte. Damit stellte sich Goldschmidt diametral gegen das evolutionsbiologische Establishment. Dazu mit schlechtem Timing. Denn die Protagonisten der Szene wie Ernst Mayr oder Theodosius Dobzhansky befanden sich zur gleichen Zeit mitten in den Entwürfen zur modernen evolutionären Synthese, die die Erkenntnisse der Evolutionsbiologie mit der „neuen“ Genetik zum Neo-Darwinismus verschmelzen sollte. Und geradezu euphorisch hatten sie in diesem Rahmen gerade verkündet, wie die Evolution von Populationen ihrer Meinung nach tatsächlich stattfindet: Nämlich als Summe der Änderungen in den Häufigkeitsverteilungen vieler einzelner Genvarianten, von denen jede einzelne nur einen klitzekleinen Effekt auf den Phänotyp hat. Die Evolution, das war damit Dogma, verlaufe daher sehr, sehr langsam und streng graduell.**

Grund für die Wiederentdeckung von Goldschmidts Theorien war die Entdeckung der sog. Hox- bzw. Homeobox-Gene (Masterkontrollgene), die eine besondere Rolle in der Embryonalentwicklung spielen. **Homeobox-Gene stehen häufig am Anfang einer ganzen Regulationskaskade zahlreicher anderer Gene. 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 makroevolutive Schritte möglich sein könnten. So könnte es zu Übergängen zwischen großen Tiergruppen als Folge von wenigen Mutationsereignissen gekommen sein.** Das Erstaunlichste an Hox und anderen Entwicklungsgenen ist jedoch, dass sie über das gesamte Tierreich verteilt sind. So unterschiedliche Organismen wie Blutegel und Anwälte werden mit den gleichen Entwicklungs-

genen "gebaut"! Diese Entdeckung war so ein Schock, dass einer der bedeutendsten Biologen der Welt, Sean Carroll, gestand: "Kein Biologe hatte die geringste Ahnung, dass solche Ähnlichkeiten zwischen Genen von so unterschiedlichen Tieren existieren könnten." <sup>4</sup>

Aber warum sind die Evolutionisten so überrascht? Nun, einfach weil Kreaturen, die sich vor Millionen von Jahren angeblich auseinander entwickelten, nicht die erstaunliche Ähnlichkeit in den Entwicklungsgenen teilen sollten, die sie machen. Zum Beispiel behaupten Evolutionisten, dass Menschen einst einen gemeinsamen Vorfahren mit Fruchtfliegen hatten. Aber seit wir uns vor so langer Zeit voneinander getrennt haben, sollten alle ähnlichen Gene, die wir miteinander geteilt haben, durch unzählige Generationen von Mutationen bis zur Unkenntlichkeit durcheinander gebracht worden sein. Dies ist der Grund, warum Ernst Mayr, ein Mann, der einmal als "der größte lebende Evolutionsbiologe der Welt" beschrieben wurde, sagte: "Die Suche nach homologen [ähnlichen] Genen ist ziemlich nutzlos, außer in sehr nahen Verwandten". <sup>5</sup> Aber das ist falsch. Wir teilen nicht nur ähnliche Entwicklungsgene mit Fruchtfliegen, sondern auch mit fast allen anderen Kreaturen auf dem Planeten!

**Damit sind wir beim Forschungsfeld von EvoDevo, was ein Kürzel von Evolutionary Developmental Biology (dt. evolutionäre Entwicklungsbiologie) ist. Evo-Devo ist zur Zeit ein Sammelbecken unterschiedlicher Ansätze und Versuche. Es werden im Einzelnen 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. Die Vorgänge während der Entwicklung von der befruchteten Eizelle bis zum ausgewachsenen Organismen (vom Genotyp zum Phänotyp) sind der Vorreiter des evolutiven Wandels, nicht die Änderungen im Erbgut. Während die Synthetische Evolutionstheorie als zentralen Vorgang die Anpassung durch natürliche Auslese beinhaltet, sei der zentrale Mechanismus der Evolution neuer organischer Formen die Änderung der Ontogenese

**Die Beurteilung und Chancen der Evo-Devo-Forschung fallen je nach Wissenschaftler sehr unterschiedlich aus.** Es gibt Forscher, die in Evo-Devo die Lösung aller Probleme und Fragen der Evolutionstheorie sehen. Sie 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**

**Die Mehrheit der Biologen ist jedoch deutlich zurückhaltender.** Viele sind der Meinung, es sei eine Beschönigung, 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 intensiver Bemühungen.** Der Zoologe und Leiter der Abteilung für Theoretische Biologie an der Uni Wien **Prof. Gerd B. Müller** und der Biologe **Prof. Stuart Alan Newman** vom New York Medical College haben 2003 in einem Artikel zu Evo-Devo 24 offene Fragen aus vier Teilgebieten der Evolutionsforschung zu den Mechanismen der Makroevolution zusammengestellt

**Viele ihrer Anmerkungen werden auch von anderen Forschern geteilt. Sie sehen Erklärungsbedarf bei folgenden Fragen:**

1. Die systematische Ermittlung (Sequenzierung) der kompletten Erbinformation von Lebewesen (Genome) hat ein weiteres überraschendes Ergebnis gebracht: Die Anzahl der Gene ist erheblich geringer als früher vermutet. **Ebenso ist der Unterschied der Anzahl der Gene bei verschiedenen komplexen Tieren überraschend gering; es gibt also keine ausgeprägte Korrelation zwischen der Komplexität des Organismus und der Komplexität seines Erbguts.** (Manfred Laubichler, Professor für Theoretische Biologie an der Arizona State University, Das Forschungsprogramm der evolutionären Entwicklungsbiologie. In: Krohs U & Toepfer G (Hg) Philosophie der Biologie 2005. Frankfurt/M, S. 327

2. **Mutationen in der Embryogenese besonders leicht zu schwerwiegenden Funktionsausfällen.** (s. u.a. Chipman AD Abteilung für Evolution, Systematik und Ökologie, Hebräische Universität, Jerusalem, Developmental exaptation and evolutionary change. Evol. Dev. 3, S. 199-301; 2001)

3. Die Kenntnis von entwicklungsrelevanten Genen, die eine große Ähnlichkeit bei den unterschiedlichsten Arten aufweisen, vermittelt keinen Schlüssel zum Verständnis der Mechanismen ihrer Evolution. Auch ihr Einsatz in ver-

schiedenen Funktionszusammenhängen bei verschiedenen Organismen ist damit nicht verstanden. Mutmaßungen, dies könne durch Einbau ganzer Genkomplexe in neue Funktionszusammenhänge erfolgt sein, sind bislang weitgehend spekulativ und experimentell nicht nachvollzogen. Das Evo-Devo- Konzept erklärt nicht, wie die vielen Strukturgene entstanden sind, die unter der Kontrolle von Steuergenen stehen. **Die Vorschläge von Mechanismen sind denn auch ziemlich vage, sobald es sich um umfangreichere Veränderungen handelt.** ( Chipman AD).

**4. Die Unterschiede zwischen den Tierstämmen liegen weniger in der Anwesenheit oder Abwesenheit von (Regulations-)Genen begründet, sondern mehr in deren Nutzung.** Gene können daher nicht der alleinige Schlüssel zum Verständnis der Evolution sein. Gegenüber früher resultieren daraus ganz neue Fragen über Evolutionsmechanismen;( **Prof. Ron Amundson**, The Changing Role of the Embryo in Evolutionary Thought. The Roots of Evo-Devo. Cambridge Univ. Press. 2005)

5. Selbst wenn etwa eine Mutation an Hox-Genen zu einem neuen oder deutlich veränderten Körperteil führt, so muss dieser in den Organismus integriert werden; das erfordert zahlreiche aufeinander abgestimmte Veränderungen **Solche sprunghaften Modelle seien daher Erzählungen und hätten weder Erklärungs- noch Vorhersagekraft.** **Graham Edward Budd**, Prof. für Paläontologie an der Universität Uppsala, (1999) Does evolution in body patterning genes drive morphological change – or vice versa? BioEssays 21, 326-332

**Günter P Wagner, Professor für Ökologie und Evolutionsbiologie an der Yale Universität gibt zu bedenken, dass entwicklungs-genetische Neuprogrammierungen möglicherweise nicht experimentell nachvollzogen werden können.**

Beim Lesen der Aussagen zu Evo-Devo **drängt sich bei mir oft die Vorstellung einer „programmierten Variabilität“ auf, ein Grundkonzept des „Intelligent Design“-Ansatzes,**

**Das Wieder-Einschalten solcher Gene ist im Allgemeinen eher unwahrscheinlich und zum „richtigen“ Zeitpunkt (wenn die Information für ein neues Protein fertig ist) noch unwahrscheinlicher** Bisher kann man nicht absehen, wie durch solche Vorgänge grundsätzlich neue, funktionale Proteine unter realistischen Bedingungen entstehen können. Diese Mechanismen haben vor allem dann eine Bedeutung, wenn bereits aufeinander abgestimmte Teile zu neuen Kombinationen zusammengefügt werden und so zu einer Quelle biologischer Variabilität werden. **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.**

Auch diese Befunde bringen das evolutionistische Erklärungsschema in Schwierigkeiten. Denn auch aus diesem Befund folgt: Evolution heißt häufig: **Gene wurden nicht schrittweise neu erworben, sondern schon vorhandene Gene wurden verschieden genutzt** (**Dennis Duboule**, Prof für Genetik an der Universität Genf)

**Da eine konvergente (unabhängige) Evolution von gleichen Regulationsgenen als äußerst unwahrscheinlich gelten muss** (**Gilbert SF** (2003) Developmental Biology. 7th ed. Sunderland, Mass. S. 753), **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 W** (2002) The emerging conceptual framework of evolutionary developmental biology. Nature 415, 757-764). Da viele grundlegend wichtige Regulationsgene in verschiedensten Tierstämmen nachgewiesen wurden, läuft dieser Befund auf einen unerwartet komplexen Vorläufer der Tierstämme (den sog. Urbilaterier, gemeinsamer Vorfahr aller zweiseitig symmetrischen Tiere) hinaus (**Carroll SB** (2005) Endless Forms Most Beautiful. The Science of Evo Devo and the Making of the Animal Kingdom. London S. 144).

**Wallace Arthur** ist ein auf evolutionäre Entwicklungsbiologie spezialisierter Zoologe. Er war Professor für Evolutionsbiologie an der englischen University of Sunderland.

**Gilbert** ist Professor für Biologie an der Universität Helsinki.

**Sean B. Carroll** ist ein amerikanischer evolutionärer Entwicklungsbiologe Er ist der Professor für Molekularbiologie und Genetik an der Universität von Wisconsin.

**Wird Evo-Devo die offenen Fragen der Evolutionsbiologie lösen können?**

**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, Professor für Theoretische Biologie an der Arizona State University:** „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 Fragestellungen, die derzeit mit keinem anderen Forschungsansatz gelöst werden können. Dazu gehören v.a. die fundamentalen Probleme der Innovation und der evolutionären Neubildungen. 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. (Das Forschungsprogramm der evolutionären Entwicklungsbiologie. In: Krohs U & Toepfer G (Hg) Philosophie der Biologie. Frankfurt/M, S. 322-337).

## Selektion

Der Grundgedanke der Selektionstheorie geht auf Charles Darwin zurück. Dem-nach erfolgt Selektion dadurch, dass in der Regel ein Überangebot an Nachkommen erzeugt wird, aus dem nur ein Teil überlebt. In der Regel werden das diejenigen sein, die am besten an die jeweiligen Umweltbedingungen angepasst sind. Diese können folglich besser überleben und mehr Nachkommen produzieren. Deren Merkmale bleiben also erhalten; die anderen gehen verloren und scheiden aus der Population aus: Als Voraussetzung für solche Veränderungen ist ein polyvalenter Genpool erforderlich, d. h. die Ausgangsgruppe, aus welcher selektiert wird, muss zum einen eine gewisse genetische Vielfalt aufweisen. Außerdem ist ein bereits vorgegebenes Variationspotential erforderlich, das, möglicherweise durch Umweltreize ausgelöst, in wenigen Generationen solche Änderungen hervorrufen kann, wie sie beobachtet wurden.

Als Selektionsfaktoren bezeichnet man alle abiotischen (Umweltfaktoren, an denen die Lebewesen nur bedingt beteiligt sind) und biotischen Umwelteinflüsse.

### **abiotische Selektionsfaktoren**

Trockenheit/ Feuchtigkeit/ Wärme/ Kälte/ Lichteinfall/ Nährstoffangebot/ Temperatur/ Wind

### **biotische Selektionsfaktoren**

Feinde/ Beute, Nahrung/ Konkurrenten/ Parasiten/ Symbionten/ Krankheiten/ Partnerwahl ( Sexuelle Auswahl ) Die **sexuelle Auswahl** 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

**Selektionsvorgänge sind in vielen Studien beobachtet worden und werden von keinem Wissenschaftler in Frage gestellt. Änderungen aufgrund von Selektionsvorgängen können wegen der hohen Zeitvorgaben bei Makroevolution naturgemäß nur im mikroevolutionären Bereich beobachtet werden, Es bestehen in der Biologie unterschiedliche Auffassungen, ob durch Selektion eine Höherentwicklung der Lebewesen erklärt werden kann, je es wird zum Teil auch darüber gestritten, was unter Höherentwicklung zu verstehen ist.**

Manche Wissenschaftler meinen, dass der Begriff "Höherentwicklung" stark relativiert werden muss. Ist eine Fliege höherentwickelt als ein Fisch? Sie schlagen daher vor, ein Vergleich der Entwicklungshöhe stets nur auf einzelne Organe, nicht aber auf den ganzen Organismus zu beziehen.

Andere Forscher kommen zu dem Ergebnis, dass natürliche Selektion eher mittelpunktsuchend wirkt, d.h. sie begünstigt Individuen, die nahe einer bestimmten Sorte stehen, auf Kosten derer, die davon abweichen. Einige weisen sogar darauf hin, dass die natürliche Selektion abweichende Typen sogar bekämpft. **Die Evolution stellt sich für sie eher als ein konservativer Prozess dar, der nicht nach neuem strebt, sondern der Erhaltung dessen, was schon vorhanden ist. Es ist daher fraglich, ob Evolution mit Selektion begründet werden kann.**

Verschiedene Wissenschaftler vertreten auch die Meinung, **dass Selektion lediglich eine Anpassung der Lebewesen an veränderliche Umweltbedingungen bewirkt. Anpassungsvorgänge und Höherentwicklung stünden in keinem erkennbaren Zusammenhang.** Wenn durch Selektionswirkung eine bessere Anpassung an die Umwelt erzielt wird, so

ist dies (bei Wechsel der Umweltbedingungen) grundsätzlich nur mit der Veränderung eines bereits vorhandenen Organs oder Merkmals verbunden. **Doch die Entstehung eines neuen Organs kann damit nicht erklärt werden, denn Selektion kann nur dort wirken, wo bereits eine Funktion ausgeübt wird, die verbessert werden kann. Anpassung spielt sich auf einem bestimmten Organisationsniveau ab, das durch Selektion nicht verlassen wird.** Der amerikanisch Biologe **Karl Ludwig von Bertalanffy** erklärte „Eine Amöbe, ein Wurm, ein Insekt oder nichtplazentales Säugetier ist ebenso angepasst wie ein Plazentatier; wären sie das nicht, so wären sie schon längst ausgestorben“ Und der Biologe Dr. Reinhard Junker erklärte: „Ein Wurm, der wechselnden Umweltbedingungen ausgesetzt ist, wird aufgrund der Selektionswirkung zu einem „besseren“ (besser angepassten) Wurm, nicht aber zu einem Insekt. (Gesellschaft)

**Ganz drastisch formuliert es Steven Jay Gould in seinem Buch Illusion Fortschritt Die vielfältigen Wege der Evolution (2004).** In seiner Rezension schreibt Johannes Kaiser: Er beginnt mit einem Zitat von Gould: „Wer glaubt, Fortschritt sei die Triebfeder der Evolution, der irrt. Wer die Entwicklung des Lebens auf der Erde nur als gradlinige und zielgerichtete Bewegung hin zu höheren, komplexeren Lebensformen ansieht, erliegt einer Illusion. Es gibt ihn nicht, den Fortschritt. Bei aller Vielfalt, die das Leben bislang hervorgebracht hat, eine Zielrichtung lässt sich nicht erkennen.“ Weiter schreibt er: Gould stößt Mensch wie Tier gleichermaßen vom Sockel der Evolution. Sie sind nicht mehr als ein kleiner Wurmfortsatz am Dinosaurierkörper des Lebens, entbehrlich wie der Blinddarm beim Menschen, ohne weitere Bedeutung für den Fortgang der Evolution. Mit dieser Idee stößt alles um, was die Biologiebücher seit Jahrzehnten lehren. Danach ist der Mensch Höhe- und Endpunkt der Entwicklung. Angeblich führen die beiden Grundprinzipien der Evolution, Mutation und Selektion, also genetische Veränderung und die Auswahl der besser Angepassten, zu dieser Höherentwicklung.

**Es gibt in der Evolution keine aufsteigende Leiter. Mutation und Selektion führen zwar zur besseren Anpassung eines lebenden Organismus an seine augenblicklichen Umweltbedingungen, aber nicht unbedingt auch zu seiner Höherentwicklung. Es hat bisher noch niemand die Erzeugung einer neuen Art einer höheren taxonomischen Kategorie durch Selektion von Mikromutationen beobachtet** Die Vielfalt nimmt zu und zwar in alle Richtungen. Die Evolution entspricht einem Busch, der sich in alle Himmelsrichtungen streckt, keine bevorzugt. **Es stimmt auch keineswegs, wie die alten Theorien behaupten, dass die höherentwickelten Arten im Überlebenskampf triumphieren und sich weltweit gegenüber primitiveren Formen durchsetzen. Ganz im Gegenteil zeigt die Erdgeschichte, dass bei allen Katastrophen die einfachen Lebensformen Sieger blieben. Je schlichter, desto erfolgreicher. Die am weitesten auf der Erde verbreitete Lebensform ist auch ihre einfachste, kleinste, älteste: die Bakterie. Sie übertrifft nicht nur zahlenmäßig alle anderen Lebensformen um das Milliardenfache, sie hat zudem sämtliche Bereiche der Erde erobert, findet sich im ewigen Eis ebenso wie in 265 Grad heißen Quellen auf dem Tiefseeboden, Die Anpassungsfähigkeit, die Formenvielfalt, der Überlebenserfolg der Bakterien ist unvergleichlich. Die Evolution hat sie zu ihrem erfolgreichsten Vertreter erkoren.**

Warum aber haben sich dann neben ihr zahlreiche andere Lebensformen gebildet? Nichts als statistische Wahrscheinlichkeit, meinen Stephen Gould und andere Evolutionsforscher. Sind die Bakterien die einfachste Grundform des Lebens, sein Startpunkt, gibt es für jede Entwicklung nur eine Richtung. Neues muss höher, komplizierter werden, denn auf der anderen Seite existiert nur noch tote Materie. Genetische Veränderungen und Auswahl bringen neben zahlreichen neuen Bakterienformen zwangsläufig auch kompliziertere Lebensformen hervor. Finden die in der Umwelt eine noch unbesetzte Nische, dann können sie überleben, sich vermehren und ausbreiten. Ihre weitere Entwicklung ist aber wieder rein vom Zufall abhängig. Die Evolution würfelt. Mal kommt dabei eine komplexere Lebensform, mal eine einfachere heraus. Eine eindeutige Tendenz fehlt. Nichts deutet daraufhin, dass die Evolution zielgerichtet voranschreitet. Sie schwankt, so wie der Zufall schwankt. Nicht der Mensch ist die Krone der Schöpfung, vielmehr gebührt diese Ehre der Bakterie. Allerdings können wir uns, so der amerikanische Paläontologe, dafür rühmen, eine eigene Evolution auf die Beine gestellt zu haben, die unserer Kultur.

**Der Zoologe Prof Gerd B. Müller und Leiter der Abteilung für Theoretische Biologie an der Uni Wien und der Biologe Prof. Stuart Alan Newman 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.)

**Ähnlich äußern sich auch** Zoologe Prof Lothar Kämpfe: Evolution und Stammesgeschichte der Organismen, Gustav Fischer Verlag Jena, 1992, 3. Auflage, S. 8 u. 73; Linder-Biologie S. 323, 2005; Linder/Hübner, S. 97; Genetiker und

Biologe Prof. Jerry Bergman; Biologe und Zoologe Prof. Remy Chauvin, La biologie de l'esprit, Editions du Rocher, S. 23f; Genetiker und Evolutionsbiologe Theodosius Dobzhansky, Evolution, Genetics and Man, New York, 1955, S. 83 u. 105; Gründer und Direktor der Instituts für Genetik an der Universität Bonn. Werner Gottschalk, Allgemeine Genetik, Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1994, 4. Auflage, S. 204 u.289; Encyclopedia Americana, dem zweitgrößten Lexikon in englischer Sprache, [www.britannica.com/science/mutation-genetics](http://www.britannica.com/science/mutation-genetics).

Auch der **Kieler Zoologe Professor Thomas Bosch** erklärte am 15.07.2006 in einem Interview mit der Unizeitung: **Die Evolutionstheorie kann vieles nicht erklären. Wir haben bis heute keine Erklärung dafür, wie komplexe Strukturen aus sich selbst heraus entstehen. Das ist eines der ganz großen Rätsel, die man mit den Grundgesetzen der Physik und der Biologie nicht beschreiben kann.**

**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 neodarwinistische Theorie der Evolution ausreichend ist oder ob man nach neuen Antworten auf die Frage suchen muss, welche Mechanismen den Evolutionsprozess möglicherweise angetrieben haben. 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.**

**Einige Wissenschaftler suchen daher nach Mechanismen, die eine Evolution von Lebewesen auch ohne Selektion ermöglichen soll**

**Der Entwicklungsbiologe und Zoologe Prof. Wallace Arthur** von der University of Sunderland **bezeichnete 2004 die Selektion nicht als kreativ, sondern destruktiv.** Für eine wirkungsvolle Selektion sei eine Art Vorsortierung der auszulesenden Varianten erforderlich. **Die Produktion der Varianten müsse selbst eine gewisse Richtung vorgeben. Entscheidend sei die Suche nach Quellen der Variabilität, die nicht von Zufallsmutationen gespeist werden, sondern eine interne Richtungsvorgabe während der Ontogenese bereithalten**

Unter der Überschrift „Evolution ohne Selektion“ veröffentlichte der bekannte Wissenschaftsjournalist Carl Zimmer in der viel gelesenen Zeitschrift Spektrum der Wissenschaft im Mai 2014 einen Artikel über eine neue Idee, wie Komplexität im Laufe der Evolution ohne Selektion entstehen könnte. Bereits im Jahr 1988 veröffentlichte A. Lima-de-Faria, Genetiker und emeritierter Professor an der Universität von Lund, Schweden ein Buch unter dem Titel „Evolution ohne Selektion“. Im Intro-Text des Buches wird ausgeführt: **„Nach Ansicht mancher Forscher können auch ohne Selektionskräfte komplexere biologische Strukturen und Lebewesen entstehen, quasi als Nebeneffekt von zunächst unbedeutenden Fehlentwicklungen.“** Lima-de-Faria akzeptiert die Evolutionstheorie, lehnt aber die Lehre von der natürlichen Auslese ab. Auch Zimmer meint, im Großen und Ganzen bestätige die moderne Biologie die Evolutionstheorie. Doch sei fraglich, ob Komplexität immer auf solche Weise entsteht. Zum einen gebe es eine dem

Leben innewohnende Tendenz zur Komplexitätssteigerung. Die Frage, was das sein soll und woher diese kommt, beantwortet er jedoch nicht. .

Im Jahre **2010** haben **Daniel W McShea**, Associate Professor für Biologie, und Professor für Philosophie an der Duke University und **Robert N Brandon** Professor für Biologie und Philosophie an der Harvard Universität, ein Buch mit dem Titel „*Das erste Gesetz der Biologie*“ geschrieben. : *Darin formulieren sie eine Theorie zur Vielfalt und Komplexität in der Evolution, die als „zero-force evolutionary law“*( kraftfreies Evolutionsgesetz)bezeichnet wird. Dem Buch lagen Testergebnisse an Laborstämmen der Taufliege *Drosophila* zugrunde. Die Theorie hat eine spezielle und allgemeine Formulierung. **Die spezielle Formulierung besagt, dass "in einem evolutionären System, in dem es Variation und Vererbung gibt, in Abwesenheit der natürlichen Selektion andere Kräfte oder Beschränkungen für Diversität oder Komplexität, Diversität und Komplexität im Durchschnitt zunehmen werden", während die allgemeine Formulierung besagt, dass In einem evolutionären System, in dem es Variationen und Vererbungen gibt, gibt es eine Tendenz zur Diversität und Komplexität, die immer präsent ist, aber durch natürliche Selektion, andere Kräfte oder Beschränkungen, die auf Diversität oder Komplexität wirken, entgegengesetzt oder verstärkt werden kann.** Die Begründung für die Behauptung ist, dass sich Replikatoren wie Gene replizieren und Fehler akkumulieren. Wenn sie nicht durch negative Selektion eliminiert werden, werden diese Variationen zu größerer Vielfalt und Komplexität führen.

**Der Freiburger Molekularbiologe, Neurobiologe und Arzt Prof. Joachim Bauer erklärt in seinem 2008 erschienen Buch *Das kooperative Gen, Abschied vom Darwinismus:*** „Die Evolution ist eine Entwicklung nicht etwa von kämpfenden Einzelwesen, sie ist auch nicht eine Entwicklung von kämpfenden Arten, sondern die Evolution ist eine Entwicklung von Systemen, die miteinander leben.“ **Die oberste Spielregel der Evolution wäre demnach nicht Kampf und Konkurrenz, sondern Kommunikation und Kooperation zwischen Lebewesen. Ein einfacher Vergleich: Die Evolution wäre demnach primär kein „Rausschmeiß-Spiel“** (wie etwa „Mensch ärgere dich nicht“), **sondern eher eine Art „Entwicklungs-Spiel“** (etwa wie „Die Siedler), bei dem die Teilnehmer durch **permanenten Austausch von einfachen zu komplexeren Lebensmodellen gelangen.** Er beruft sich dabei u.a. auf Erkenntnisse der modernen Gehirnforschung. „Die vollständige Entschlüsselung des Erbgutes des Menschen, und die vollständige Entschlüsselung des Erbgutes vieler weiterer Arten, zeigt, dass in jedem Erbgut kleine, genetische Instrumente vorhanden sind, die in der Lage sind, wie genetische Werkzeuge das eigene Erbgut umzubauen.“ Die DNA nutze also aktiv eine Art „Werkzeugkoffer“:

**Für Joachim Bauer bleibt Darwin jedoch der größte Biologe aller Zeiten.**

## Fossilien

**Die Evolutionstheorie beruht jedoch im Wesentlichen auf der Deutung von Fossilienfunden. Doch was sagen uns die Fossilien? Hier gibt es bei gleicher Faktenlage unterschiedliche Bewertungen durch Wissenschaftler.**

**Ein Grundpfeiler der Evolutionstheorie ist die sogenannte geologische Reihe. Nach der Evolutionstheorie wäre zu erwarten, dass in älteren Gesteinsschichten einfache Lebewesen zu finden sind und sich die Komplexität erhöht, je jünger die Gesteinsschichten werden, Und in der Tat wird dies durch die Fossilfunde grundsätzlich bestätigt. 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 war und dann in der heutigen Zeit wieder lebend entdeckt wurden. Evolutionswissenschaftler versuchen dies dadurch zu erklären, dass solche Fossilien während dieser Zeit in geologisch nicht überlieferten Lebensräumen existiert haben.

**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.****

**Und in der Tat hatte bereits Darwin das Auffinden solcher Fossilien als zwingende Voraussetzung für die Glaubhaftigkeit der Evolutionstheorie bezeichnet. Er erklärte: "Wenn Arten aus anderen Arten durch unmerkbare**

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 12 Tierarten und 2 Pflanzenarten gefunden. Evolutionsbiologen sprechen angesichts der fehlenden Fossilfunde daher oft von Missing-Links**

Tiere: Archaeopteryx, Quastenflosser, Panderichthys (fossil) Tiktaalik (fossil) Ichthyostega (fossil) Gerobatrachus (fossil) Seymouria (fossil) Therapsiden (fossil) Cynognathus (fossil) Yanoconodon (fossil) Heteronectes chaneti (fossil) Schnabeltier (rezent), Pflanzen: Oomycota (rezent) Volvox (rezent)

**Die beiden populärsten unter diesen Mosaikformen, der als Urvogel geltende Archaeopteryx und der Quastenflosser haben nach neueren Forschungsergebnissen diesen Status jedoch verloren.**

Obwohl der Archaeopteryx in aktuellen Biologiebüchern für Mittel- und Oberstufe und von Richard Dawkins im Jahre 2008 als Paradebeispiel für eine Mosaikform genannt werden, **sehen nahezu allen Evolutionsbiologen ihn aus folgenden Gründen nicht mehr als Übergangsform an.**

1. man müsste A 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 Reptiliengruppen. Ein Reptil, das alle Merkmale in sich vereinigt, wurde bisher nicht gefunden.
2. Die Entwicklung der Feder kann paläontologisch nicht nachgewiesen werden.

**Am 04.08.2011 veröffentlichten Wissenschaftler folgendes Forschungsergebnis: Ein neuer Fossilfund führt zu dem Ergebnis, dass Archaeopteryx in eine bestimmte Gruppe von Sauriern (Deinonychosauria) gestellt werden muss, die evolutionstheoretisch nicht als Vorläufergruppe der Vögel betrachtet werden können. Damit verliert Archaeopteryx seinen Status als „Urvogel“.**

Der 1938 erstmals lebend entdeckte **Quastenflosser** wurde als **Zwischenform zwischen einem Fisch und einem Amphibium angesehen. Dies musste 2013 revidiert werden.** 90 Forschergruppen verschiedener Universitäten, darunter der Evolutionsbiologe Axel Meyer von der Universität 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.

**Der Quastenflosser birgt ein weiteres Problem für die Evolutionstheorie. Er ist ein sogenanntes "Lebendes Fossil".** Das sind Tier- und Pflanzenarten, die als Fossilien nur in älteren Gesteinsschichten auftreten, - hingegen nicht in jüngeren - und deswegen als längst ausgestorben galten, aber heute noch in unveränderter Form leben. Die ältesten Fossilfunde des Quastenflossers sind ca. 400 Millionen Jahren, die letzten sind etwa 70 Millionen Jahren alt. In jüngeren Gesteinsschichten findet man keine Fossilien vom Quastenflosser. Wie diese „primitiven“ Tiere die Evolution überlebt haben und warum man sie in jüngeren Gesteinsschichten nicht findet bleibt ein Rätsel. 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.

**Oft wird auch das Schnabeltier als Mosaiktier genannt.** Es hat: Reptilieneigenschaften (legt Eier, schwankende Körpertemperatur) Säugetiermerkmale (Haarkleid und Milchdrüsen) Vogelegenschaften (Horn oder Entenschnabel) Zudem hat es einen Ruderschwanz und Schwimmhäute. Eine Einordnung ist daher schwierig.

**Dieses Problem wird auch von der Wissenschaft so gesehen**



„Trotz enormer Erkenntnisfortschritte sind viele Detailfragen zum Verlauf und den Mechanismen der Evolution noch ungeklärt, z. B. Lücken in vielen Fossilreihen.

**Kutschera, Evolutionsbiologe, Prof. an der Universität Kassel (Interview focus online)**

„Aber oft lassen uns Fossilfunde im Stich. Dann sind wir, was die Zwischenformen angeht, auf Vermutungen angewiesen.“

**Richard Dawkins**, (Der Gipfel des Unwahrscheinlichen - Wunder der Evolution, Rowohlt Taschenbuch, 1999, S. 106

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.

**Prof. Heribert Nilsson, Botaniker und Genetiker, Lund Universität Schweden** ( *Synthetische* Entstehung von Arten, 1953)

Tatsächlich liefern die zutage geförderten Fossilurkunden keinen einzigen überzeugten Beleg für den Übergang einer Art in eine andere

**Prof. Steven M. Stanley, einer der der bedeutendsten Paläontologen der heutigen Zeit** (Der neue Fahrplan der Evolution 1987)

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

**Prof. Niles Eldredge, Paläontologe, City Universität New York** N. Eldredge, and I. Tattersall, *The Myths of Human Evolution*, Columbia University Press, 1982, S. 45-46

"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 Beispiel, die man früher als Belege für Evolution ansah, inzwischen wieder aufgegeben oder revidiert werden musste.

**David M Raup, Professor für Geophysikalische Wissenschaft an der Universität von Chicago und einer der führenden Paläontologe.** (Field Museum Bulletin, Vol 50 (1), 1979, S. 22

## Die Kambrische Explosion

**Als kambrische Explosion, kambrische Artenexplosion) wird das 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. In diesen Gesteinsschichten befinden sich viele Millionen komplexer Lebewesen, wie Schwämme, Korallen, Würmer, Weich- und Krustentiere. In den älteren Gesteinsschichten findet sich nicht ein einziges mehrzelliges Fossil. 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.

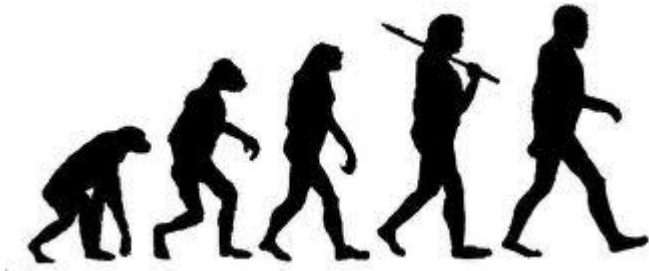
**Richard Dawkins**, gab dazu das folgende Eingeständnis ab: Es ist, als ob die kambrischen Lebensformen einfach so und ohne evolutionäre Entwicklung eingepflanzt worden wären. (R. Dawkins, *Der blinde Uhrmacher* 1986, Seite 229)

**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).

## Die Entwicklung des Menschen



### Was macht den Mensch zum Menschen?

#### 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.

Die aufrechte Körperhaltung musste schon frühzeitig eingesetzt haben, da sie grundlegend für die weitere Entwicklung zum Menschen war. Der aufrechten Laufhaltung geht ein langer Prozess der Selektion voraus. Die Lage des Gewichtsschwerpunktes spielt eine bedeutende Rolle beim aufrechten Gehen.

#### 2. Koordination von Hand und Auge und das Zusammenwirken von Daumen und Fingern

Dadurch wurde es möglich **Werkzeuge herzustellen** und zu gebrauchen. Hierbei ist besonders auf die Werkzeugherstellung zu achten, denn dies ist eine Eigenschaft, die nur der Mensch hat. Die ersten Werkzeuge, die er herstellte, 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. Entwicklung des Gehirns ( sehr kontroverse Diskussion ) und der Sprache

#### 4. Sozialverhalten

#### 5. künstlerische Fähigkeiten

#### 6. moralisches Empfinden

#### 7. Vorstellung von Zukunft und Vergangenheit

#### 8. Religiosität

#### 9. Rechtswesen

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

### Der "Stammbaum" des Menschen

Stammbäume werden heute aufgrund morphologischer Merkmale (Körperbau), als auch aufgrund genetischer Merkmale (DNA/Proteinsequenzen) aufgestellt.

Als Hilfsmittel, um die Zeitpunkte der Aufspaltung von Arten näherungsweise zu bestimmen, wird heute die sogenannte molekulare Uhr benutzt, die auf DNA-Analysen bei Individuen heute lebender Arten basiert. Man geht heute davon aus, dass jeder Mensch etwa 50 Basenveränderungen (Mutationen) in sich trägt, die in der Keimbahn der Eltern neu entstanden sind und damit nicht Teil des elterlichen Genoms waren. Daraus

ergibt sich eine Mutationsrate von etwa 50 Veränderungen pro Generation pro Genom. Wenn man annimmt, dass pro Generation etwa 25 Jahre vergehen, lässt sich anhand der genetischen Unterschiede zwischen zwei Populationen berechnen, wann sich diese voneinander getrennt haben müssen.“ Die Ergebnisse solcher Abschätzungen sind, nicht nur für die Frühphase der Primaten-Entwicklung, in Fachkreisen jedoch sehr umstritten, denn die exakte Ganggeschwindigkeit der molekularen Uhr, das heißt: die Häufigkeit von Mutationen in vergangenen Epochen, ist unbekannt, und ihre Kalibrierung ist auf verlässlich datierte Fossilienfunde angewiesen. Eine Zeitskala für die Evolution der Primaten aufgrund molekularbiologischer Modelle wurde erstmals 1967 publiziert und seither wiederholt geändert. Bei allen Berechnungen gab es jedoch deutliche Unterschiede zwischen der molekularen Berechnung und den Feststellungen aufgrund der Datierung von Fossilienfunden.

**Einen einheitlichen Stammbaum des Menschen gibt es nicht, sondern es wird eine fast unüberschaubare Zahl von Stammbäumen diskutiert. Ein Biologiestudent brachte es in einem Forum auf den Punkt, indem er feststellte: Mit jedem Buch oder jeder weiteren Vorlesung zur menschlichen Evolution wird man feststellen, dass jeder Autor/Professor seine "eigene" Auslegung des Stammbaums besitzt. 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.

Aufgrund der Vielzahl von Stammbäumen und aufgrund der Tatsache, dass es aus Sicht der katholischen Kirche

**Gibt es gemeinsame Vorfahren von Menschen und anderen Primaten? Eine kurze Übersicht der „Kandidaten“.**

**Propliopithecus** ist eine ausgestorbene Gattung von Primaten, deren rund 30 Millionen Jahre alte Überreste ausschließlich in Favrum in Ägypten gefunden wurden.

Vor mehr als 20 Millionen Jahren lebten in Afrika die **Dryopithecinen** (Baumaffen des Tertiäres), Durch den Bau des Arm- und Beinskeletts lässt sich erkennen, dass die Dryopithecinen noch nicht hangeln und schwingen konnten, so wie die Menschenaffen heute. Wahrscheinlich bewegten sie sich durch klettern oder kriechen auf Bäumen fort. Aus dem Bau der Zähne lässt sich schließen, dass sich die Dryopithecinen von Früchten, weichen Blättern, Blüten und Insekten ernährten. Zu der Zeit gab es noch keine Menschenaffen. Durch eine eiszeitliche Klimaveränderung vor ca. 17 Millionen starben die Dryopithecinen allmählich aus.

**Ramapithecus** ist eine ausgestorbene Gattung der Primaten aus der Familie der Menschenaffen (Hominiden). Die ersten Fossilien wurden in Indien gefunden. Sie werden auf ein Alter von 14 bis 8 Millionen Jahren datiert und weisen einige Ähnlichkeiten mit dem menschlichen Gebiss auf. Aufgrund der nur bruchstückhaft überlieferten Fossilien gibt es für Ramapithecus allenfalls grobe Schätzwerte für deren Hirnvolumen. Es hat vermutlich deutlich weniger als 400 cm<sup>3</sup> betragen hat. **Ramapithecus wird oft als unmittelbarer Vorfahr der Gattung Homo und als Missing Link interpretiert. Nachdem Pilbeam 1976 einen weiteren, intakten, aber nahezu V-förmigen Kiefer von Ramapithecus entdeckt hatte, zeigte sich jedoch, dass die Kieferfragmente der ersten Fossilien ungenau rekonstruiert worden waren und die Gattung keineswegs ein direkter Menschenvorfahr war. Der Status von Ramapithecus ist daher heute umstritten:**

**Unter den fossilen Menschenaffen gelten die sogenannten Australomorphen (vor allem Gattung Australopithecus und ähnliche Gattungen) weithin als geeignetste Kandidaten für eine Vorfahrenstellung zum Menschen.**



Von dieser vielgestaltigen Gruppe sind mittlerweile über 10 Arten entdeckt worden. Zu ihr gehören die Gattungen Australopithecus, Paranthropus, eventuell Ardipithecus und die sogenannten Habilinen (Homo habilis und Homo rudolfensis). **Die Habilinen wurden seit 1999 jedoch als Australopithecus habilis und seit 2003 als Kenyanthropus rudolfensis bezeichnet. In populären Darstellungen werden die Australomorphen häufig als „Urmenschen“ bezeichnet, da die Wissenschaft mehrheitlich die Auffassung vertritt, dass aus diesen Formen der Mensch evolutionär hervorgegangen sei.**

Die Australomorphen lebten nach herkömmlichen Datierungen über einen Zeitraum von ca. 4 Millionen Jahren auf einem Areal, das sich vom Kap der Guten Hoffnung über Ostafrika bis zur Sahelzone erstreckte. Ihre fossile Überlieferung überlappt zeitlich ab 2 Millionen Jahren herkömmlicher Datierung mit der Fossilüberlieferung des Menschen

Diesen Formen werden menschliche Merkmale zugeschrieben, vor allem ein zweibeinig-aufrechter Schreitgang 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 cm<sup>3</sup>, 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). Neuere Studien scheinen nahezu legen, dass das Volumen von 750cm<sup>3</sup> des bisher größten bekannten Gehirns einer Art aus dieser Gruppe, Kenyanthropus rudolfensis (ehemals *Homo*; s. o.), bisher deutlich zu hoch eingestuft wurde.

Die Australomorphen sind dem Menschen in der Tat ähnlicher als die heute lebenden Menschenaffen. Dieser Befund kann als Indiz für Evolution gewertet werden. 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, ist eine Einordnung der Australomorphen als eine Übergangsform vom Affen zum Menschen nicht unproblematisch. Ein einfacher Einbau in einen gedachten Stammbaum vom Affen zum Menschen ist schwierig. Das wird auch von manchen Evolutionstheoretikern eingeräumt, die deshalb nach geeigneteren Übergangsformen zwischen Menschenaffen und dem Menschen suchen .**

Menschenähnlich sind: Form des Darmbeins, die relative Gehirngröße, die Kieferform und die Proportionen der Gliedmaßen.

Affenähnlich sind: Gehirnstruktur, Schnauze, Brustkorb, Schulterblatt, gekrümmte Finger und Zehenglieder  
Weder Menschen- noch Affenähnlich sind: Breite des Beckens, große Backenzähne, kleine Schneidezähne, kräftige Jochbögen,

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. So sprechen die schon erwähnten Krümmungen der Finger- und Zehenknochen und Merkmale des Schultergürtels deutlich für eine Fortbewegung im Geäst

Erneut wurde ein interessantes Fossil aus der Gruppe der Australopithecinen gefunden. **2008** entdeckten Forscher um Lee Berger und Peter Schmid in Südafrika zwei Teilskelette, die neben zahlreichen Australopithecus-Merkmalen auch einige menschenähnliche Anpassungen aufweisen, die bislang von keinem anderen Australopithecinen bekannt sind. Deshalb wurde eine neue Art etabliert: **Australopithecus sediba**. **Trotz dieser interessanten Merkmalsmischung wird Australopithecus sediba selbst nicht als ein Bindeglied zum Menschen vorgeschlagen.**

**Die Merkmale von Australopithecus sediba erlauben keine genaue phylogenetische Positionsbestimmung zu den frühen Homo-Arten, und das radiometrische Alter ist für ein tatsächliches Bindeglied um einiges zu gering** (1,78 bis 1,95 Millionen Jahre). Die in ihrer taxonomischen Zuordnung zur Gattung Homo weiterhin umstrittenen Formen *rudolfensis* und *habilis* treten zeitlich früher auf als der neue Fund und auch der erste unbestrittene Vertreter unserer eigenen Gattung – Homo erectus – lebte zeitgleich mit der neuen Art. Die morphologische Kluft zwischen den beiden letzteren ist beträchtlich.

Zu Beginn des neuen Jahrtausends haben neue „Urmenschen“-Funde von sich reden gemacht. Zu ihnen gehört der sog. **Millenium-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.

Im Jahr 2001 wurde beim Turkanasee 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 (damals 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 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 dreiwurzig 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 anderen 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.** Möglicherweise kann *Kenyanthropus* in den Grundtyp der Australomorphen gestellt werden.

**Orrorin**, in der Tagespresse als „Millenium-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.** Sein wissenschaftlicher Name *Orrorin tugenensis* bedeutet soviel wie der „Ursprungsmensch von Tugen Hills“.

Wie schon der Name andeutet soll er die jüngeren Australomorphen als Vorfahren des Menschen ablösen. Damit würden diese zum Seitenast des menschlichen Stammbaums degradiert werden. Allerdings sind nur 13 Fragmente gefunden worden: Front- und Seitenzähne, drei Oberschenkelstücke und ein Oberarmknochen sowie Fingerknochen; sie stammen von mindestens fünf verschiedenen Individuen. Die Größe des Oberschenkelknochens lässt auf eine Körpergröße von ca. 1,50 m schließen, was nicht zum gängigen Bild über die kleine Statur früher Hominiden passt. Größe und Form der Zähne seien insgesamt intermediär zwischen Schimpanse und dem Menschen und weniger spezialisiert als die der Australomorphen.

Der Oberschenkelkopf ist um einiges größer als bei „*Australopithecus afarensis*“, wenn auch nicht ganz so groß wie beim Menschen. Daraus schließen die Beschreiber auf einen aufrechten Gang, der damit „menschlicher“ als *Australopithecus afarensis* gewesen sein müsse. Die Art des Gangs kann auf der Basis der gefundenen Fossilfragmente jedoch nicht sicher beurteilt werden. Der kräftige Oberarmknochen und leicht gebogene Handknochen weisen eher auf die Lebensweise eines Baumbewohners hin, ähnlich z. B. des Schimpansen. **Viele Forscher sind äußerst kritisch bezüglich der Vorfahrenschaft der menschlichen Linie. Orrorin könne genauso ein Vorfahre des Schimpansen oder ein ausgestorbener miozäner Menschenaffe sein.**

**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

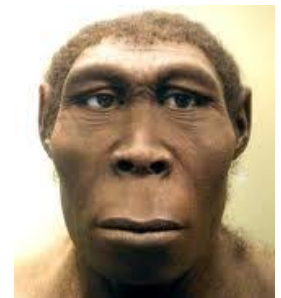
gilt er für viele inzwischen als ältester Hominide. **Einige Forscher, vor allem die Beschreiber von Orrorin, halten den neuen Fund für einen Proto-Gorilla, der nichts mit der Vorfahrenschaft zum Menschen zu tun habe. Diese neue Menschenaffenart aus dem Miozän lässt sich jedenfalls nicht leicht einordnen.** 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 Australopithecine, mit dickem Zahnschmelz und relativ großen Kauflächen. Dadurch bereitet der neue Fund beträchtliche Deutungsschwierigkeiten. Da vom poskraniellen Skelett nichts fossil überliefert ist, fehlen wichtige Informationen, um diesen Fund stammesgeschichtlich einzuordnen.

**Die ersten echten Menschen 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.** 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** entwickelte sich parallel zum Australopithecus und war dem heutigen Menschen sehr ähnlich. Die meisten Wissenschaftler halten Homo erectus für den ersten Menschen, der in Afrika beheimatet war und schließlich von dort auswanderte. 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 cm<sup>3</sup>), liegt aber doch meistens innerhalb der Variationsbreite des heutigen Menschen. Der Knochenbau des Rumpf- und Extremitätenskeletts 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. Galt der Neandertaler Anfang unseres Jahrhunderts noch als brutal aussehendes Wesen zwischen Mensch und Affe (dementsprechend wurde er auch in Zeichnungen dargestellt), mit nach vorne gebeugter Haltung (wurde nur bei einem Skelett festgestellt, heute erwiesen, dass es sich um eine Knochenerkrankung handelt) und tierischen Verhaltensweisen. Heute sehen ihn fast alle Anthropologen ausnahmslos als richtigen Menschen an. 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 gedrungenere 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.

Es ist erwiesen, dass Neandertaler Tote bestatteten, über Sozialstrukturen verfügten uns sich wie die heutigen Menschen verständigen konnten.



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.

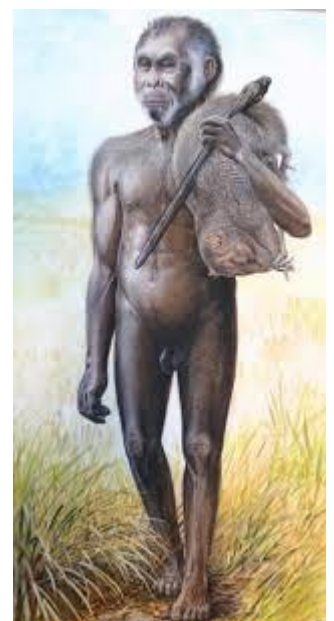
Vor etwa 40.000 Jahren tauchte dann unvermittelt ein Konkurrent auf: Der Homo Sapiens wanderte ebenfalls von Afrika nach Europa ein. Einige tausend Jahre später, war der Neandertaler offensichtlich verschwunden, Homo Sapiens hat als einzige Menschenart überlebt.

Die ursprüngliche Vorstellung vom Neandertaler als einem sehr primitiven Wesen lebt auch heute noch in der Vorstellung von Laien weiter, obwohl sie durch eine große Zahl von Veröffentlichungen widerlegt wurde. 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 floresiensis** („Hobbit“-Mensch)

Vor einigen Jahren wurden mehrere Individuen einer neuen „Zwergen“-Art – Homo floresiensis – gefunden, die eine Gehirngröße von nur ca. 400 cm<sup>3</sup> besaß. Wegen der geringen Körpergröße wurde sie auch als „Hobbit“-Mensch bezeichnet. Von fast allen Anthropologen wird diese Art aufgrund morphologischer 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

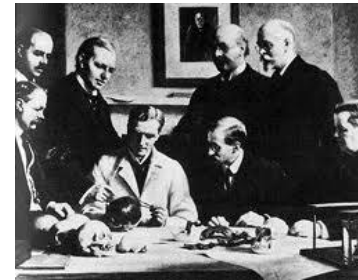


Gehirngröße für sich genommen ist also kein sicheres Maß für menschliche Intelligenz. Die strukturelle Architektur des Gehirns dagegen ist entscheidend für die Zugehörigkeit zur Gattung *Homo*.

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. 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

### Sackgassen

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.

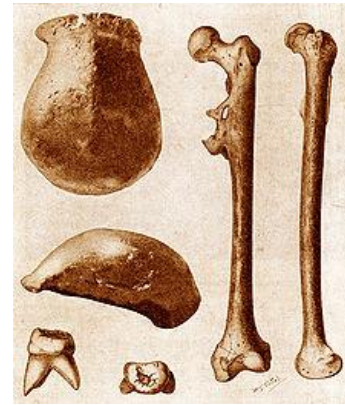


Ein anderer, der einstmals als Vorfahr der menschlichen Rasse gepriesen wurde, war der **Nebraskamensch**, mit seinem bedeutend klingenden wissenschaftlichen Namen **Hesperopithecus**, der 1922 in Nebraska gefunden wurde. Der Fund bestand nur aus einem einzigen Zahn, doch wurde daraus das Erscheinungsbild eines Menschen rekonstruiert. Der Fund wurde jedoch von einem großen Teil der wissenschaftlichen Gemeinschaft als nicht überzeugender angesehen. Weitere Untersuchungen auf dem Gelände deckten andere Teile des Skeletts auf. Es stellte sich heraus, dass der Zahn weder einem Menschen noch einem Affen, sondern einer ausgestorbenen Schweineart gehörte.





Der niederländische Arzt Eugène Dubois fand auf Java 1891 den berühmt gewordenen **Pithecanthropus erectus (Javamesch)**, den aufrechten Affenmenschen, der auch als Javamesch 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 Javamesch 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 Javameschen entstehen können.



### Wie ähnlich sind sich Mensch und Affe?

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.

Die Entschlüsselung des menschlichen Erbguts im Rahmen des Human-Genom-Projekts, ist ein wichtiger Fortschritt in der Wissenschaft. Jedoch werden einige Ergebnisse in manchen evolutionistischen Publikationen verdreht dargestellt. **Diese behaupten, dass die Gene der Schimpansen mit den Genen der Menschen eine Ähnlichkeit von 98,7% haben und dass hierdurch die Verwandtschaft der Affen mit den Menschen erwiesen sei.** Um dies behaupten zu können, müsste zuerst, ebenso wie bei den Menschen, auch die genetische Landkarte der Affen entschlüsselt werden. Dies ist bisher nicht vollständig erfolgt. Es wäre jedoch nicht verwunderlich, wenn tatsächlich große Gemeinsamkeiten in den genetischen Merkmalen von Mensch und Schimpanse vorhanden wären.

Steuern die Gene doch den Aufbau und die Funktion des Körpers. Der Körperbau eines Affen ist grob mit dem eines Menschen durchaus vergleichbar. Auch der Aufbau und die Funktion der Organe sind ähnlich. Man sollte hierbei auch bedenken, dass 1,3 Prozent unterschiedliche Gene zu fast vierzig Millionen!! Möglichen Abweichungen der Genfunktionen führen. Nur der Mensch hat im Laufe seiner Entwicklung geistige Fähigkeiten wie Sprache, Kultur und planmäßiges Handeln entwickelt. Der Mensch nutzt seine Gene im Gehirn anders als der Affe. Forscher fanden fünfmal mehr Unterschiede, als die Evolution vermuten ließ.

Weitere Ähnlichkeiten der menschlichen DNS mit anderen Tieren erstaunen. So bestehen laut Veröffentlichung im New Scientist auch Ähnlichkeiten mit der DNS von Würmern, Fliegen oder Hühnern, Ein anderes Problem stellt die Verteilung der Gene auf den Chromosomen dar. Der Mensch besitzt 46 Chromosomen, die Schimpansen und Gorillas aber 48. Trotzdem sehen die Evolutionisten den geringen Unterschied in der Chromosomenzahl als ein proevolutionistisches Merkmal an. Wenn jedoch diese von den Evolutionsbiologen angewandte Logik richtig wäre, müsste der Mensch einen vor dem Schimpansen näherstehenden Verwandten haben:

Die Kartoffel! Denn die Kartoffel hat dieselbe Chromosomenzahl wie der Mensch: 46.

**Christian Schwabe**, Professor an der Universität South Carolina erklärt: Als ein Molekular-Evolutionist muss ich eingestehen, dass die molekularen Ähnlichkeiten, die eine regelmäßige Weiterentwicklung der Arten zeigen müssten, zu viele Ausnahmen besitzen. .

Der bekannte Biochemiker **Prof. Michael Denton** macht nach den in der molekularen Biologie entdeckten Ergebnissen, folgende Anmerkungen: **Im molekularen Niveau ist jede Klasse der Lebewesen einzigartig, verschieden und mit den anderen nicht in Verbindung stehend. Deshalb haben die Moleküle, genauso wie die Fossilien gezeigt, dass die von den evolutionistischen Biologen seit langer Zeit gesuchten theoretischen Verbindungsglieder nicht existieren... Im molekularen Niveau ist kein einziger Organismus von dem anderem abstammend oder auch primitiver oder weiter entwickelt...Wenn diese molekularen Beweise vor einem Jahrhundert existiert hätten... dann würde der Gedanke für organische Evolution bestimmt niemals aufgegriffen.**

### Sichtweise der Katholischen Kirche

**Für die katholische Kirche sind Stammbäume, morphologische oder genetische Unterschiede von untergeordneter Bedeutung. Für sie spielen nicht körperliche, sondern geistige Aspekte eine Rolle. Im Buch Genesis heißt es: Gott schuf den Mensch nach seinem Bilde (Gen 1,27).**

Ebenbild Gottes zu sein bedeutet, dass wir gemacht wurden, um Gott ähnlich zu sein, jedoch nicht in dem Sinne, dass Gott Fleisch und Blut besitzt. Die Schrift sagt: "Gott ist Geist" (Johannes 4:24) und das Er deshalb ohne einen Körper existiert. **Das Ebenbild Gottes bezieht sich auf den unkörperlichen Teil des Menschen (Seele). Dies hebt den Menschen von der Tierwelt ab, und ermöglicht es ihm, seinen Schöpfer zu erkennen, mit ihm zu kommunizieren und ihn zu lieben.** Weil er nach dem Bilde Gottes geschaffen ist, hat der Mensch die Würde, Person zu sein; er ist nicht bloß etwas sondern jemand (s. KKK 355ff) **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).**