

Heribert Franz Köck, Herbert Kohlmaier - Hg.

Gedanken christlichen Glaubens unserer Zeit

zuvor: Gedanken zu Glaube und Zeit

Nr. 330

4. April 2020

In dieser Schriftenreihe kommen jene Menschen zu Wort, die dem überholten, aber nicht änderungswilligen Regime in der römisch-katholischen Kirche nicht mehr in jeder Hinsicht folgen können, die aber den unverzichtbaren Wert der Frohbotschaft in krisenhaften Zeiten durch ihr Bekenntnis und ihr Beispiel sichtbar machen wollen. Sie sind davon überzeugt, dass nur durch solches Bemühen aus verantworteter christlicher Freiheit die Kirche aus ihrem beklagenswerten und bedrohlichen Zustand gerettet werden kann. Alle, die sich dieser Auffassung anschließen, sind eingeladen, dazu einen Beitrag zu leisten – in welcher Form auch immer.

Die Aussendung erfolgt unentgeltlich per E-Mail namentlich adressiert dzt. an Empfänger in mehreren Ländern, insbesondere in Österreich, Deutschland und der Schweiz, mit deren Einverständnis. Häufig erfolgt eine Weiterverbreitung. Jede Verwendung der Texte ist frei, sofern Quelle und Verfasser angegeben und keine sinnstörenden Veränderungen oder entstellende Kürzungen vorgenommen werden.

Die bisher in der Reihe „Gedanken zu Glaube und Zeit“ und danach erschienene Texte sind im [Austria-Forum - das Wissensnetz aus Österreich](http://austria-forum.org/af/Wissenssammlungen/Essays/Glaube_und_Zeit) abrufbar:
http://austria-forum.org/af/Wissenssammlungen/Essays/Glaube_und_Zeit.

Bitte zu beachten:

Sollen Zuschriften an uns vertraulich behandelt werden, ersuchen wir, dies ausdrücklich anzuführen!

Wolfgang Oberndorfer

Gott und die Schöpfung unserer Welt

Teil II: Biologische Evolution

Einleitung

In diesem Beitrag wird die Entstehung von Leben und Menschen auf unserer Erde im Zuge der biologischen Evolution, wie sie, begonnen von Darwin, bis heute erforscht und entwickelt wurde, behandelt. Sein Ziel ist, in einer knappen Form verständlich zu machen, dass die Geschichte von der Erschaffung des Menschen durch Gott im Alten Testament eine faszinierende Metapher für das, was

wahrscheinlich wirklich geschehen ist, darstellt.

Unsere Erde ist ein Planet im Sonnensystem unseres Universums, welches mit dem Urknall vor ca. 13,8 Mrd. Jahren entstand. Nach ca. 9,3 Mrd. Jahren, also vor ca. 4,5 Mrd. Jahren entstand die Milchstraße, mit ihr unsere Sonne und unsere Erde¹ und etwa 1 Mrd. Jahre später begann das Leben und die biologische Evolution.

Im *Katechismus der Katholischen Kirche* (1993), Rz 279 – 373 wird die Schöpfung ohne jeden Bezug auf die kosmische und biologische Evolution, wie wir sie heute verstehen, dargelegt. Daher gehe ich zunächst kursorisch auf Grundlagenwissen ein. Um nämlich die Komplexität aller dieser Vorgänge auch nur annähernd zu verstehen, ist ein gewisses Mindestverständnis für die chemischen und biologischen Gesetzmäßigkeiten, die die Entstehung von Leben und Menschen auf unserer Erde erst ermöglichten, notwendig. Der guten Ordnung halber halte ich fest, dass die Katholische Kirche zwar die Evolution nicht mehr, wie noch bis 1950, leugnet, aber bisher in ihrer Lehre auch noch nicht darauf eingeht.

Ich bringe nun im folgenden Kapitel eine Rekapitulation wesentlicher Begriffe und Prozesse zur Entstehung des Lebens und des Menschen mit dem Ziel, Verständnis für den unfassbar genialen, aber auch teilweise bisher undurchschaubaren Prozess der biologischen Evolution zu wecken.

Vorab: Ausflug in Grundlagenwissen

Begriff Lebewesen

Als erstes rekapituliere ich, was eigentlich Leben ist. Um keine philosophische Frage daraus zu machen, hänge ich mich an eine phänomenologische Beschreibung von Lebewesen an, was für diesen Beitrag genügt. Im Allgemeinen geht man davon aus, dass Lebewesen über nachstehende Fähigkeiten bzw. Eigenschaften verfügen:

- Lebewesen können Informationen aus ihrer Umwelt aufnehmen und auf diese reagieren (Reizbarkeit),
- Lebewesen sind in der Lage, sich fortzupflanzen und sich zu vermehren,
- Lebewesen besitzen einen (eigenen) Stoffwechsel,
- Lebewesen wachsen und entwickeln sich,
- Lebewesen können sich selbst bewegen oder zeigen zumindest innerhalb ihres Körpers bzw. innerhalb ihrer Zellen Bewegungen (Mobilität),
- die kleinste lebende Einheit aller Lebewesen ist die Zelle.

Nach dieser und allen ähnlichen Definitionen sind Bakterien bereits Lebewesen, Viren aber noch nicht, da letztere kein Wachstum und keinen Stoffwechsel besitzen.

Unbestritten ist, dass menschliches Leben mit der Befruchtung (Vereinigung von Ei- und Samenzelle zur Zygote) beginnt. Nicht ganz unumstritten ist das Ende menschlichen Lebens. Die Mehrheit der Wissenschaftler definieren das Ende des Lebens mit dem Hirntod, für eine Minderheit besteht Leben auch noch bei einem irreversiblen Totalausfall des Gehirns, da Leben den Organismus als Ganzes betrifft. Es wird in Erinnerung gerufen, dass der Tod eine zentrale Bedeutung für das Leben und die Evolution hat. Einzeller können nämlich durch Zellteilung weiterleben, während Fortpflanzung und damit Evolution von Vielzellern ohne Tod nicht möglich gewesen wäre.

¹ Gott und die Schöpfung der Welt, Teil 1, GGZ Nr. 329.

Begriff Genom

Lebewesen sind dadurch ausgezeichnet, dass sie eine für das Leben notwendige Information in sich tragen, und war in den sog. Genen, die in der DNA stecken. Die DNA (Desoxyribonukleinsäure) ist ein Riesenmolekül aus Zucker, Phosphat und vier Basenpaaren, die mit vier Buchstaben bezeichnet werden, ist Träger von Erbinformationen und ist in Form einer Doppelhelix (doppelsträngiges DNA-Kettenmolekül in Schraubenform) organisiert. Ein Gen ist nun ein Abschnitt auf der DNA und jeder Abschnitt enthält eine Erbinheit (Grundinformation). Die Reihenfolge der Buchstaben (Basenpaare) in den Genen legt fest, welche Proteine produziert werden, und bestimmt so den Aufbau und die Funktion der Zellen der Lebewesen.

Bei den Eukaryoten, das ist eine Domäne von Lebewesen mit Zellkern, Kernmembran und mehreren Bereichen im Kern, und zu denen die Pflanzen, die Tiere und die Menschen gehören, sind die Gene in fadenförmigen Strukturen im Zellkern, genannt Chromosomen, „verpackt“. Der Mensch besitzt 26 Chromosomen und in ihnen ca. 24 Tsd. bis 25 Tsd. Gene.

Aber auch noch einfachere Lebewesen als die Eukaryoten haben schon ein Genom wie z.B. die Prokaryoten. Das sind einzellige Mikroorganismen ohne echten Zellkern mit umgebender Membran, die sich durch Zellteilung vermehren; zu ihnen gehören z.B. die Bakterien. Sogar Viren haben bereits ein Genom, obwohl sie noch keine Lebewesen gem. 2.1 sind.

Der vollständige Satz der Gene eines Organismus wird Genom (Erbgut) genannt. In einer reduktionistischen, aber sehr treffenden Sichtweise wird deshalb oft formuliert, dass Leben „Materie (Stoff) plus Energie (Vitalität) plus Information (Genom)“ ist.

Das „molekularbiologische Dogma“ der Molekularbiologie

Dieses Dogma, das eigentlich ein Lehrsatz ist und nur aus historischen Gründen so bezeichnet wird, besagt, dass im Prozess des Lebens genetische Information immer von der Speicherung in der DNA in Richtung Produktion von Proteinen (Eiweiß) fließt. Dies geschieht im Wesentlichen in zwei Schritten, in denen das Vier-Buchstaben-Alphabet der DNA in das 20-Buchstaben-Alphabet der Aminosäuren übersetzt wird, wodurch Proteine entstehen. Der Vorgang wird „genetische Codierung“ genannt und ist bis heute nicht reproduzierbar. Letztlich erzeugt ein Gen typischerweise Moleküle von einem oder mehreren Proteinen und so wird in gesamtheitlicher Sicht aus der Information der DNA ein Protein. Proteine sind ungeheuer spezialisierte und komplizierte aus Aminosäuren zusammengesetzte Makromoleküle, Grundbausteine des Lebens und verleihen den Zellen nicht nur ihre Struktur, sondern sind auch „molekulare Maschinen“, die eine Fülle spezieller Funktionen haben können.

Etwas vereinfacht, aber sehr treffend ausgedrückt: Hauptaufgabe der DNA ist die Speicherung von Information, Hauptaufgabe der Proteine ist die Steuerung von Funktionen in Lebewesen. Beide sind ganz früh entstandene Lebensmoleküle.

Biologische Evolution von Lebewesen

Unter biologischer Evolution versteht man die Veränderung der vererbbaaren Merkmale einer Population von Lebewesen von Generation zu Generation. Diese Merkmale sind in Form von Genen, die bei der Fortpflanzung kopiert und an den Nachwuchs weitergegeben werden, kodiert.

Die Weitergabe erfolgt im Regelfall durch sexuelle Rekombination, worunter die Verteilung und Neuordnung von genetischem Material bei der Fortpflanzung durch Austausch von Abschnitten der

Chromosomen bei der zygotischen Fortpflanzung, das ist die Fortpflanzung durch Vereinigung von Spermium und Eizelle, verstanden wird. Damit kommt es in den Keimzellen zu neuen Merkmalskombinationen bei Lebewesen derselben Art, das sind solche, die sich nur jeweils mit einem Angehörigen des anderen Geschlechtstyps dieser Art zur Fortpflanzung vereinigen können.

Evolution kann auch durch genetische Mutationen erfolgen, das sind spontan-zufällige oder induzierte Veränderungen der Erbfaktoren in Keimzellen (Zellen, die in den Fortpflanzungsorganen erzeugt werden). Dadurch entstehen unterschiedliche Varianten dieser Gene, die veränderte oder neue Merkmale verursachen können. Sie führen zu erblich bedingten Unterschieden zwischen Individuen.

Evolution findet aber auch statt, wenn sich die Häufigkeit unterschiedlicher Varianten in einer Population ändert, diese Merkmale in einer Population also seltener oder häufiger werden. Dies geschieht entweder durch natürliche Selektion (unterschiedliche Überlebens- und Reproduktionsrate auf Grund dieser Merkmale) oder zufällig durch sexuelle Rekombination (s.o.) oder durch die sog. Gendrift (zufällige Veränderung innerhalb des Genpools einer Population ohne Höherentwicklung). Selektion bedeutet in evolutionärer Hinsicht damit auch, gewonnene positive Erfahrungen zu speichern und im Laufe der Generationen zu akkumulieren.

Sexuelle Rekombination, Mutation und Gendrift bewirken genetische Variabilität innerhalb einer Population, was wiederum die Basis für die Anpassung an wechselnde Umweltbedingungen im Evolutionsprozess ist.

Gesamtheitlich gesehen ist Evolution heute ein empirisch gut belegter Vorgang der Selbstorganisation im gesamten Universum bis herab in kleinste Teilbereiche. (Unter Selbstorganisation in der Systemtheorie verstehen wir eine Form der Systementwicklung, bei der formgebende oder gestaltende Einflüsse von den Elementen des Systems selbst ausgehen. In Prozessen der Selbstorganisation werden höhere strukturelle Ordnungen erreicht, ohne dass äußere steuernde Elemente vorliegen.) Dieser Prozess ist zufallsgetrieben und gedächtnisbehaftet, d.h. mit der Entstehung und Weitergabe von Information verbunden.

In wenigen Sätzen folgt einiges über

Fehlerhafte Veränderungen der DNA

Sie sind eine Besonderheit bei der Evolution, die ich nicht einfach übergehen möchte, vor allem, weil sie als Phänomen gar nicht so geläufig ist. Neben den Veränderungen der DNA bei der Weitergabe im Zuge der Fortpflanzung, siehe 2.4, wird die DNA eines Menschen im Laufe seines Lebens im Zuge von Zellteilungen laufend reproduziert, entweder für Wachstum und Heilen oder für Zellerneuerung im Zuge des Alterns. Damit unterliegt sie auch immer wieder Veränderungen. Beide Arten der Veränderungen, also sowohl bei der Fortpflanzung als auch bei der Zellerneuerung, sind nicht nur entweder wirkungslos oder führen zu einer Höherentwicklung, sondern können auch nachteilig sein und damit aus molekularbiologischer Sicht für den Menschen Leid verursachen. Dieses Leid äußert sich in Tod, in nachteiligen Mutationen (z.B. genetische Krankheiten oder Anlagen hierzu) und in persönlichem Untergang von weniger fitten Individuen oder ihrer Nachkommen. Diese Mutationen entstehen entweder spontan-zufällig oder werden induziert, z.B. durch Strahleneinwirkung. Die Natur kennt zwar autonome Reparaturmechanismen, die aber nur teilweise greifen. Das damit ausgelöste Leid trifft den Menschen zum allergrößten Teil schuldlos und löst die Frage aus, warum es so etwas überhaupt gibt und das Leben für manche Menschen derartiges Leid mit sich bringt.

In diesem Abschnitt geht es mir darum, etwas Einblick in die so fehleranfällige Kopierung der DNA

bei der Fortpflanzung bzw. Zellerneuerung zu vermitteln. Ich greife deshalb auf *Schreiner*² zurück, der drei Veränderungsarten unterscheidet:

- Punktmutationen, bei denen nur einzelne Basen im DNA-Abschnitt verändert werden. Sie können jede Menge von Konsequenzen verursachen, aber auch nur das Potential für weitere Konsequenzen in sich bergen.
- Vorgänge, bei denen mittelgroße Sequenzabschnitte der DNA durch Einfügungen, Deletionen (Verluste) und Kopiervorgänge, teils innerhalb einzelner Chromosomen, teils zwischen unterschiedlichen Chromosomen, verändert werden.
- Große Umorganisationen, bei denen ganze Chromosomen oder Chromosomensätze überschüssig entstehen oder ganze Chromosomentile verschoben, kopiert oder neu verschmolzen werden. Das können Fehler bei der genetischen Codierung oder Kopierung von Genom-Abschnitten sein, die gewaltige Effekte haben können, da das gesamte Protein funktionsunfähig werden kann. (Hier sind die Trisomien zu verorten.)

Mit dieser exemplarischen und verkürzten Aufzählung von Fehlern geht es mir nur darum, dem Leser eine Ahnung zu geben, wie erratisch Zellteilung und Zellreproduktion stattfinden kann. Die festgestellten Fehlerarten warfen unter den Molekularbiologen die Frage auf, warum der Kopiervorgang der DNA so fehleranfällig ist. Da sich darauf keine Antwort finden lässt – die Natur ist eben so –, wird dieser Umstand von den Theologen wegen ihrer Leidgenerierung manchmal als molekularbiologische Theodizee³ bezeichnet.

Epigenetische Prägungen

Neben der Weitergabe der Erbinformation über Gene entdeckten die Forscher auch eine Weitergabe von Erbinformation über sog. Epigene. Neuere Forschungen zeigten nämlich, dass es Zelleigenschaften gibt, die auf Tochterzellen vererbt werden und nicht in der DNA festgelegt sind. Bei epigenetischen Prägungen handelt es sich um Veränderungen an den Chromosomen, wodurch Chromosomenabschnitte oder ganze Chromosomen in ihrer Aktivität beeinflusst werden. Sie manifestieren sich als Verpackungsmuster des Genfadens in jeder Zelle und werden in ihrer Gesamtheit Epigenom bzw. epigenetischer Code genannt. Die epigenetischen Veränderungen finden in den (zeitlichen) epigenetischen Prägefenstern eines Menschen, und zwar hauptsächlich in der Schwangerschaft, in den ersten Lebensjahren und in der Pubertät, statt. Epigenetik ist damit das Studium der erblichen Veränderungen in der Genomfunktion, die ohne eine Änderung der DNA-Sequenz auftreten. In einer reduktionistischen, aber wieder sehr treffenden Sichtweise kann man sagen: Epigenetik beschreibt die Wechselwirkung zwischen „Genen und ihrer Umwelt“.

Inwieweit diese epigenetischen Veränderungen weiter vererbt werden, ist noch nicht restlos geklärt. Es mehren sich jedoch die Hinweise, dass es neben der genetischen Evolution auch eine schneller wirksame Adaptionstrategie gibt, nämlich die eben erwähnte gerichtete Verpackung der Gene, deren Aktivität den akuten Bedürfnissen der Umwelt rascher Rechnung trägt als zufällig sich ereignende Mutationen. Die Tatsache, dass erworbene Eigenschaften als epigenetische Prägung weitervererbt werden und nach Generationen, wenn der Bedarf nach dieser Prägung sinkt, wieder verschwinden, lassen das Modell einer adaptiven Mutation als intellektuell redlich erscheinen.

An dieser Stelle möchte ich eine ergänzende Anmerkung zu den in 2.4 erwähnten Mutationen machen: Was dogmatisch bei der Mutation als reiner Zufall interpretiert wurde, könnte nach Ansicht mancher Wissenschaftler hintergründiger sein. Möglicherweise orientiert sich die Evolution, lange bevor sie eine entstandene Art dem Überlebenskampf überlässt, über die epigenetische Prägung an

² Wolfgang Schreiner ist Univ.Prof. für Biosimulation und Bioinformatik an der MedUni Wien.

³ S. Theodizee, GGZ Nr.312.

der Umwelt, welche ihrerseits im Zuge der Entwicklung des Kosmos entstanden ist. Das würde bedeuten, dass die dazu gehörigen menschlichen Eigenschaften umweltbedingt entstehen und auch wieder vergehen könnten. Jedenfalls ist die Frage, ob die (nicht induzierten) Mutationen eine konkrete Ursache haben (directed mutations) oder zufällig auftreten (mutations per random), noch nicht für alle Wissenschaftler restlos geklärt.

Emergente Eigenschaften

Unter Emergenz versteht man in der Evolution die spontane Herausbildung von neuen Eigenschaften oder Strukturen eines Systems infolge des Zusammenspiels seiner Elemente. Dabei lassen sich die emergenten Eigenschaften eines Systems nicht – oder jedenfalls nicht offensichtlich – auf Eigenschaften seiner Elemente, die letztere für sich aufweisen, zurückführen („reduzieren“). Beispielsweise wird in der Biologie gefragt, ob nicht Leben eine emergente Eigenschaft einer mit Wasserstoff, Methan, Kohlendioxid und anderen Molekülen gefüllten Uratmosphäre ist. Oder es wird in der Philosophie des Geistes von einigen Philosophen die Meinung vertreten, dass Bewusstsein eine emergente Eigenschaft des Gehirns sei. Das Kennzeichen einer Neubildung (Emergenz) ist, dass sie etwas nicht reduzierbar Neues ist, was sich nicht nur auf die Eigenschaften des Neuen, sondern auch auf das Neue selbst bezieht.

Um der Emergenztheorie zu entkommen, gehen die meisten Theologen davon aus, dass die emergenten Eigenschaften des Menschen eines eigenen Schöpfungsaktes Gottes bedürfen. Der Vitalismus ist die Hypothese (Lehre), dass Gott einen „Lebensgeist“ in die Materie eingehaucht hat. Er wird zwar mangels Möglichkeit von Experimenten nicht schlüssig widerlegt werden können, wird aber unter den Naturwissenschaftlern als intellektuell unredlich angesehen. Da weder das eine noch das andere beweisbar ist, bleibt die Frage über, was die vernünftigere Erklärung ist.⁴

Um die Emergenz etwas verständlicher zu machen, ein Beispiel: Die Funktionsfähigkeit eines Motors ist eine emergente Eigenschaft seiner korrekt zum System Motor zusammengebauten Teile. Wenn man einen Motor zerlegt und alle Teile ohne System auflegt, kann man daraus nicht ableiten, dass beim Zusammenbau aller Teile ein funktionsfähiger Motor entsteht, wenn man nicht weiß, wie die Teile zusammengebaut werden müssen. Die Frage ist, ob das bei sehr komplexen Systemen mit Milliarden Versuchen zufällig gelingen kann oder nicht.

Entstehung von Lebens

Entstehung der Urzelle

Die Evolutionswissenschaftler bezeichnen den Prozess der Entstehung von Biomolekülen aus anorganischen und organischen Stoffen, der chemischen Grundlage von Leben, als chemische Evolution. In einer ersten Phase entstanden unter bestimmten physikalisch-chemischen Bedingungen, vermutlich in heißen Vulkangewässern in der Tiefsee, die anorganisches Pyrophosphat und Schwefelwasserstoff enthielten, in einem chemischen Reaktionsweg organische Makromoleküle, vor allem Aminosäuren. Dieser Vorgang ist experimentell nachvollziehbar.

In einer zweiten Phase entstanden in sehr komplexen Prozessen die DNA und die Proteine und schlussendlich eine Zelle, die zur Selbstreplikation und zum Stoffwechsel im Stande war. Diese Zelle wird heute die Urzelle LUCA („last universal common ancestor“, auch Urvorfahr genannt). Sie ist ein hypothetischer Organismus mit den Merkmalen einer heutigen Zelle, nämlich Zellstruktur mit Zellkern und Zellmembran, DNA, moderner genetischer Code und Fähigkeit von Proteinerzeugung

⁴ S. Wie allmächtig und allwissend ist Gott? GGZ Nr. 301.

und die letzte gemeinsame Stammform aller heutigen (rezenten) zellulären Organismenarten. Diese zweite Prozessphase ist bisher noch nicht nachvollziehbar. Manche Wissenschaftler bezeichnen eine solche Zelle als irreduzibel komplex um damit auszudrücken, dass ihre Entstehung möglicherweise nie nachvollziehbar sein wird. Der gesamte Prozess der Entstehung von Leben dauerte sehr, sehr lange (s. unten) und wurde begleitet vom Entstehen der

- Archaeen, das sind Urbakterien, einzellige Wesen ohne Zellkern mit Zellmembran, die die ersten Lebewesen waren, dann
- Protisten, das sind ein- bis wenigzellige Lebewesen, die bereits komplexere Zellen mit Zellkern und Zellmembran hatten, z.B. Amöben; der Zellkern enthielt das Genom, den Träger der vererbaren Information, gespeichert auf Chromosomen, und schließlich
- Eukaryoten (s. 2.2, zweiter Absatz).

Der steigende Sauerstoffgehalt der Erdatmosphäre spielte dabei eine wesentliche Rolle dafür, dass diese Entwicklung stattfinden konnte, weil fast alle Lebewesen Sauerstoff zum Leben benötigen.

In letzter Zeit wird auch als denkmöglich angesehen, dass das Leben durch einen Kometen auf unsere Erde kam.

Entstehung des Menschen

Es ist heute unbestritten, dass der Mensch nicht als solcher von einem Schöpfergott geschaffen wurde („Kreationismus“), sondern sich aus der Tierwelt, konkret aus den Primaten (auch: Herrentiere) heraus, durch Evolution und auf Grund von Vererbungsgesetzen entwickelt hat (biologische Evolutionslehre). Der Mensch ist ein Evolutionsprodukt wie alle anderen Arten auch, seine biologische und anthropologische Entwicklung ist größtenteils nachvollziehbar.

Um ein gewissen Verständnis für den zeitlichen Ablauf der Menschwerdung zu wecken, bringe ich eine kurze Übersicht, ohne dass auf biochemische Details eingegangen wird. Nachdem unser Sonnensystem vor etwa 4,55 Mrd. Jahren, also etwa 9 Mrd. Jahre nach dem Urknall, entstanden war, fand die Wissenschaft folgendes heraus:

- Vor etwa 3,5 Mrd. Jahren ist Leben in Form von Mikroben (Bakterien) entstanden (s. 3.1).
- Vor etwa 2 Mrd. Jahren entstanden dann Protisten (s. 3.1).
- Vor etwa 1,5 Mrd. Jahren entstanden die ersten mehrzelligen Eukaryoten (s. 2.2).
- Vor etwa 1 Mrd. Jahren oder etwas später tauchten vielzellige Lebensformen auf und es entstanden die ersten Pflanzen und bald darauf die ersten Pilze.
- Vor etwa 600 Mio. Jahren ist die Entstehung der wirbellosen Tiere (Invertebraten) und damit auch die Etablierung der Sexualität anzusetzen. Ihnen folgten
 - vor 500 Mio. Jahren die Fische,
 - vor 400 Mio. Jahren die Amphibien,
 - vor 300 Mio. Jahren die Reptilien,
 - vor 225 Mio. Jahren die Säugetiere und
 - vor 150 Mio. Jahren die Vögel.
- Vor etwa 70 Mio. Jahren entstanden innerhalb der Säugetiere die Primaten, die heute etwas über 400 Affenarten in mehreren Ebenen umfassen und zu denen entwicklungsgeschichtlich auch die Hominiden (Menschenaffen) und der Mensch gehören. Irgendwann danach verschmolzen die beiden Chromosomen 2A und 2B des Menschenaffen zum Chromosom 2, womit die Chromosomen des Menschen, wie wir sie heute kennen, begannen zu existieren.
- Vor etwa 9,6 Mio. Jahren trat, als Folge einer erheblichen Veränderung des Klimas in Europa und im nördlichen und östlichen Afrika, ein abrupter Wechsel von Flora und Fauna ein, der Veränderungen der Artenzusammensetzung mit sich brachte und unter anderem für die Säugetiere belegt ist (die sog. Vallesium-Krise).
- Vor etwa 7 Mio. Jahren entstanden die Hominiden, aus denen schließlich der Mensch

hervorging.

Die entwicklungsgeschichtlichen Stationen bis hierher sind von erstaunlichen Ereignissen gesäumt:

- Zu den Vorfahren der Knochenfische gehören die Chordatiere, die die Ära des Kambriums vor ca. 500 Mio Jahren und die Konkurrenz der besser ausgestatteten Gliederfüßler nur um Haaresbreite überlebten.
- Zu den Vorfahren der Reptilien gehören die Knochenfische, die vor ca. 360 Mio. Jahren durch die Konkurrenz der besser ausgestatteten Knorpelfische fast ausgestorben wären.
- Zu den Vorfahren der Primaten gehören die zu den Reptilien gehörigen Synapsida, die vor ca. 200 Mio. Jahren durch die Konkurrenz der besser ausgestatteten Dinosaurier fast ausgestorben wären.
- Vor 66 Mio. Jahren stürzte ein Asteroid mit ca. 10 km Durchmesser vor der Küste von Yucatan/Mexiko ins Meer und vernichtete in der Folge ca. 70% des Lebens auf der Erde, darunter praktisch alle Dinosaurier mit Ausnahme einiger Vogelarten.
- Zu den Vorfahren der Menschenaffen gehören die Primaten, die vor 45 Mio. Jahren durch die Konkurrenz der besser ausgestatteten Nagetiere fast ausgestorben wären.
- Unsere Vorfahren, die Menschenaffen, wären vor ca. 15 Mio. Jahren durch die Konkurrenz der besser ausgestatteten Kleinaffen fast ausgestorben.

Dass ganze Arten immer wieder ausstarben, ist an Hand der Trilobiten (meeresbewohnende Gliederfüßler) nachweisbar, die vor ca. 250 Mio. Jahren durch Vulkanismus verschwanden; sie bildeten die divergenteste Art der ausgestorbenen Lebewesen. Diese entwicklungsgeschichtlichen Ereignisse indizieren eindrücklich, dass Zufälle zweifellos eine tragende Rolle in der biologischen Evolution spielen.

Die Entstehung der Menschheit in Afrika wird heute nicht mehr in Zweifel gezogen. Der älteste Fund ist der sog. Toumai-Mensch, der vor ca. 7 Mio. Jahren lebte und 2002 im Tschad gefunden wurde.

Vor etwa 3 Mio. Jahren begann ein stetiges Anwachsen des Gehirnvolumens des Hominiden, bis er vor etwa 2,5 Mio. Jahre zuerst als Paranthropus („nahezu Mensch“) und dann als Mensch („homo erectus“) bezeichnet wurde. In diese Periode fiel der Übergang vom vierbeinigen zum zweibeinigen Gang, der unter den örtlichen Gegebenheiten einen Selektionsvorteil bot.

Eine erste Auswanderungswelle aus Afrika in die damalige Welt, etwa vor 2 Mio. Jahren, hinterließ zwar Spuren, aber keine Menschen, die bis heute überlebten. Die permanente Zunahme des Gehirnvolumens ging weiter und bescherte den Menschen geschicktere Hände, die zur Werkzeugherstellung genutzt wurden; ein weiterer Selektionsvorteil.

Eine zweite Auswanderungswelle aus Afrika begann vor etwa 500 Tsd. Jahren und brachte zuerst die Neandertaler hervor, die ebenfalls wieder ausstarben, und zwar vor etwa 27 Tsd. Jahren, und dann den homo sapiens (den vernunftbegabten Menschen), den einzigen Überlebenden des Abenteuers Menschwerdung.

Nach dem aufrechten Gang und der Entwicklung des Gehirnvolumens stellen die Wanderungsbewegungen das dritte Stadium der Menschwerdung dar. Dabei hatten widrige Umweltbedingungen zweifellos wiederum großen Einfluss auf die natürliche Selektion.

Vor etwa 400 Tsd. Jahren oder auch noch früher begann sich beim homo erectus, eine vor ca. 70.000 Jahren ausgestorbene Art des homo, die Sprache zu entwickeln. Voraussetzung hierfür war die Bildung der Gens FOXP2. Vor etwa 200 Tsd. Jahren erreichte das Gehirnvolumen des Menschen in

etwa das heutige Ausmaß (*homo sapiens*). Die folgenden drei Absätze dienen nur der Darstellung, was die Wissenschaft heute schon alles an ziemlich gesicherten Erkenntnissen liefern kann, ohne Anspruch auf Nachvollziehbarkeit.

Vor ca. 150 Tsd. Jahren, die Zeitschätzungen der Wissenschaftler schwanken erheblich, ereignete sich im Herzen Afrikas etwas ganz Entscheidendes: Durch vergleichende Sequenzanalysen menschlicher Mitochondrien-DNA ließ sich eine sog. „Eva der Mitochondrien“ rekonstruieren, eine einzige Vormenschenfrau, die damals irgendwo im Herzen von Afrika lebte. Die mitochondriale Eva ist ein Begriff aus der Archäogenetik und bezeichnet eine Frau, aus deren mitochondrialer DNA die mitochondriale DNA aller heute lebenden Menschen durch eine direkte Abstammungslinie hervorgegangen ist. (Das Mitochondrium ist ein Teil einer Zelle, das unter anderem genetisches Material, nämlich ein eigenes Genom, besitzt und nur von der Mutter vererbt wird.)

Ähnliche Untersuchungen am ausschließlich männlichen Y-Chromosom führten zu einem „Y-Adam“, der ebenfalls damals in Afrika zuhause war. Der Y-Adam, oder Adam des Y-Chromosoms, ist eine Bezeichnung aus der Archäogenetik für jenen urzeitlichen Mann, der mit allen zu einem bestimmten späteren Zeitpunkt lebenden Männern über eine ununterbrochene Abstammungslinie ausschließlich männlicher Nachkommen verwandt ist. Er war Träger des nur über Männer vererbten Y-Chromosoms und stammesgeschichtlich der jüngste Mann, auf den die menschlichen Y-Chromosome zurückgehen.

Es geht hier allerdings nicht um ein bestimmtes Menschenpaar, sondern um zwei nicht genau bekannte Individuen, von denen man auf Grund theoretischer Berechnungen annimmt, dass sie zu einer Ausgangspopulation von ca. 5.000 bis 10.000 Menschen beiderlei Geschlechtes gehörten. Der Y-Adam paarte sich mit ziemlicher Sicherheit nie mit der Eva der Mitochondrien. Aber definitiv ausschließen, dass sich der Y-Adam mit der Eva der Mitochondrien paarte, kann die Wissenschaft auch nicht.

Vor etwa 100-50 Tsd. Jahren erwarb dann der Mensch die Fähigkeit der Sprache, eine weitere ganz entscheidende Eigenschaft, und entwickelte abstraktes und symbolisches Denken. Man geht davon aus, dass er vor etwa 70 Tsd. so weit war, sich etwas zu denken, was es nicht gab.

Vor etwa 74 Tsd. Jahren explodierte der Mount Toba auf Sumatra und löste eine globale klimatische Katastrophe aus. Der Vulkanausbruch war ca. dreitausend Mal so groß wie der Ausbruch des Mount Saint Helen 1980, reduzierte die mittlere Jahrestemperatur um ca. 5 Grad Celsius und die Menschheit auf ca. 1.000 bis 10.000 fortpflanzungsfähige Paare.

Der Cro Magnon-Mensch (*homo sapiens sapiens*, Benennung nach seinem Fundort in Frankreich), der vor etwa 30 Tsd. Jahren lebte, war dann schon ein Mensch, so wie wir uns den Menschen heute vorstellen. Vor 10 Tsd. Jahren, als die Menschen die ersten dauerhaften Siedlungen gründeten, waren etwa 5 bis 10 Mio. Menschen über die ganze Erde verstreut. Vor etwa 7 Tsd. Jahren wurde die Schriftsprache entwickelt; sie war Voraussetzung für den Ideenaustausch. Seit dieser Zeit kletterte die Anzahl der Menschen unaufhaltsam auf etwa 7,7 Mrd. heute.

Die folgende Übersicht dient der Rekapitulation der zeitlichen Einordnung der Entwicklung des Materialeinsatzes für Werkzeug durch den *homo sapiens* in Mitteleuropa, was stellvertretend für die Entwicklung der Vernunft herangezogen werden kann:

- Altsteinzeit: bis ca. 40.000 v. Chr.
- Jungsteinzeit: ca. 40.000 – 2.200 v. Chr.
- Bronzezeit: ca. 2.200 – 800 v. Chr.
- Eisenzeit: ca. 800 – 500 v. Chr.

Der Mensch ein Zufallsprodukt?

Bevor ich auf diese Frage näher eingehe, bringe ich eine Idee in Erinnerung, und zwar das vor einigen Jahrzehnten viel diskutierte sog. „intelligent design“. Damit bezeichnete man Ende des 20. Jahrhunderts die Hypothese, dass sich bestimmte Eigenschaften des Universums und des Lebens auf der Erde am besten durch einen intelligenten Urheber erklären lassen und nicht durch einen Vorgang ohne Leitung, wie Selbstorganisation und natürliche Mutation und Selektion. Mit letzteren könne man nicht alles erklären und bestimmte Evolutionsschritte hätten sich auf natürliche Weise überhaupt nicht vollziehen können, sondern nur mit Hilfe übernatürlicher Eingriffe. In anderen Worten: Es wird davon ausgegangen, dass Leben Komponenten von irreduzibler Komplexität hat, und dass es einen „intelligent designer“ – man meinte damit den christlichen Gott – gibt, der den komplexen Entwurf des Lebens erklärt. Diese Hypothese wird heute von der Wissenschaftsgemeinde einhellig einer Pseudowissenschaft zugeordnet, die einem Lückenbüßergott Vorschub leistet.

Die Mehrheit der Naturwissenschaftler, insbesondere der Physiker, Biologen und Chemiker, stimmen heute überein, dass Evolution tatsächlich stattfindet und nicht eine Theorie im Sinne einer hypothetischen Spekulation ist. Evolution ist die Bahn, auf der Leben entsteht und weiterschreitet, und ein dynamischer Prozess in Richtung höhere Komplexität, der untrennbar mit Zufall, Gesetzmäßigkeiten und sehr, sehr viel Zeit verbunden ist. Geologie, Paläontologie, radiometrische Datierung, vergleichende Anatomie, Biogeographie, Embryologie, Genetik und andere Wissenschaftszweige stellen genügend Evidenz für die Korrektheit (intellektuelle Redlichkeit) der Evolutionstheorie bereit. Damit geht es auch um die Frage, ob der Mensch genau so geplant oder ein Zufallsprodukt ist. Dieser Frage möchte ich mich jetzt etwas näher widmen.

Die erste Frage ist, ob die Entstehung von Leben und Genom, genauer: der intelligente Ursprung der Beschaffenheit des genetischen Materials (DNA), durch Zufall erklärbar ist. Dazu existieren mangels Beobachtungsmöglichkeiten naturgemäß zwei konträre Ansichten: Die Anhänger des Naturalismus sagen ja, die Anhänger eines Schöpfungsgottes sagen nein und setzen einen Eingriff Gottes in die Evolution an. Die Entstehung von Leben und Genom konnte jedenfalls, wie bereits in 3.1 erwähnt, bisher noch nicht restlos erklärt werden. Derzeit ist es intellektuell nicht unredlich zu denken, in anderen Worten: es kann nicht ausgeschlossen werden, dass das Genom als emergente Eigenschaft (s. 2.7) der Bausteine der DNA in der so lange dafür zur Verfügung stehenden Zeit (ca. 1 Mrd. Jahre [sic!]) durch sehr, sehr viele Zufälle entstanden ist.

Die Frage der Weiterentwicklung des Lebens über die Urzelle bis zum homo sapiens sapiens wird heute mit der von *Darwin* begründeten Evolutionstheorie als beantwortet angesehen. Ein direkter Eingriff Gottes in die Evolution des Menschen wird von den Naturwissenschaftlern kategorisch ausgeschlossen, die Bedeutung des Zufalls für die Evolution des Menschen wird nicht mehr in Frage gestellt.

Die nächste Frage ist die Frage, wie der Geist, also die kognitiven Fähigkeiten, im Menschen entstanden sind. Einige Gedanken hierzu: Neben der Entwicklung des menschlichen Körpers entwickelte die Natur auch die Gehirnfunktionen und damit die sprachlichen, mathematischen und kulturellen Fähigkeiten der Menschen. Das Gehirn des Menschen besteht aus 100 Mrd. Nervenzellen und Synapsen, das sind biochemische Schaltstellen, deren Anzahl mit jener der Sterne in unserer Milchstraße vergleichbar ist. Jeder dieser Schalter kann beliebig verschiedene Stellungen einnehmen. Die geballte Ladung der Gehirnzellen schwimmt in einer mit über tausend Chemikalien angereicherten Flüssigkeit. Dieses komplexe Gebilde variiert in Abhängigkeit von Alter, Jahreszeiten, Belastung, Ernährung, Temperatur und vielen anderen Einflüssen, die im Laufe von Millionen Jahren optimiert wurden. Das Gehirn bildet die Umwelt optimal ab, weil eine solche Übereinstimmung ein bestmögliches Überleben ermöglicht. Die Hirnforscher mühen sich redlich ab, das Gehirn zu

verstehen, aber wie die kognitiven Fähigkeiten entstanden sind, wissen sie (noch) nicht. *Rabner* formulierte es einmal so: „Nur wenn das seinsmäßig Höhere (der Geist) immer schon in der Materie gegenwärtig ist, kann er schrittweise aus dieser erwachen oder sich aus ihr entfalten, nicht aber aus ihr entstehen.“ Heute greifen manche Wissenschaftler auf die Emergenztheorie zurück, um das Entstehen des Geistes begreiflich zu machen, und folgen damit den Spuren *Rabners*.

Die letzte Frage ist, ob wir Menschen so, wie wir heute sind, entstehen mussten. Oder anders gefragt: hätten wir auch eine etwas andere Entwicklung nehmen können? Es ist heute unbestritten, dass der *homo sapiens sapiens* die einzige noch existierende Art der sonst durchgehend ausgestorbenen Arten der Gattung *Homo* aus der Familie Menschenaffen, die zur Ordnung der Primaten gehört, ist. Die zuletzt ausgestorbenen *Homo*-Arten sind der Neandertaler und der Denisova-Mensch, der bis ca. 50.000 v. Chr. in Zentralasien lebte. Dies indiziert klar, dass es offensichtlich vieler Versuche der Natur bedurfte, um uns heutige Menschen als Produkt der biologischen Evolution zu erhalten. Dem halten Wissenschaftler wie *Schreiner* entgegen, dass ein derart labiles System, wie der Mechanismus der Kopiervorgänge der DNA mit seiner Fehleranfälligkeit (s. 2.5), als labiles System zu bezeichnen ist und mit einem Roulette-System, bei dem ja der Zufall provoziert wird, verglichen werden kann. Insbesondere gleicht der Fluss der genetischen Information von der DNA zum Protein einem Roulette-Spiel und der Mechanismus der Genomänderungen lässt keinen wie immer gearteten Plan erkennen. Kein Ingenieur, der planend gestalten möchte, würde sich derartigen Mechanismen anvertrauen und sie so entwerfen, wenn er irgendein vorgegebenes Ziel erreichen möchte, es sei denn, dass der inszenierte Zufall zum Plan gehört.

Darüber hinaus haben die Wissenschaftler auch herausgefunden, dass der Mensch als Produkt der Evolution alles andere als perfekt ist. Die biologische Evolution läuft wie in einem chaotischen System ab und erfolgt an lebenden Menschen. Sie hat zwar Bewusstsein, Verstand, Vernunft, freien Willen und die Fähigkeit zur Liebe hervorgebracht, aber auch ein vorher nicht gekanntes Potential für Leid und Böses.

Deshalb schließen die Wissenschaftler heute nicht mehr aus, dass der Mensch als Resultat der Evolution kontingent entstanden ist, d.h. seine Entwicklung war so möglich, aber nicht genau in dieser Form zwingend notwendig. Weil der Zufall dabei eine so dominante Rolle spielt, bezeichnen manche Wissenschaftler die kosmische und biologische Evolution auf unserer Erde als Spiel („Evolutionsspiel“): Die Regeln dieses Evolutionsspiels sind die Naturgesetze, der Spielverlauf wird aber vom Zufall dirigiert.

Zusammenfassung

Ich möchte daran erinnern, dass unser evolutionsbiologisches Wissen natürlich noch nicht vollständig ist – möglicherweise nie vollständig erschlossen werden wird – und dass die von mir in diesem Beitrag zusammengestellten Aussagen der Wissenschaftler teilweise bewiesen, teilweise intellektuell redlich und teilweise intellektuell nicht unredlich sind. Ich habe mich bemüht, von spekulativen Ansichten Abstand zu halten. Meine nun folgende Zusammenfassung ist mit diesem Vorbehalt zu verstehen:

Naturwissenschaftler, die an einen monotheistischen Schöpfergott glauben oder ihn zumindest nicht ausschließen und die sich nicht damit zufrieden geben, dass Leben, Geist und Vernunft nur zufällig aus Materie entstanden sind, sehen in der Selbstorganisation der Materie mit Hilfe der Information, die unter dem dominierenden Einfluss des Zufalls letztlich den Menschen hervorbrachte, ein überwältigendes Indiz dafür, dass dieser Schöpfergott ein unbegreiflich und unendlich genialer und kreativer Gott ist.

Meine Überlegungen geben nur wieder, was ich in der wissenschaftlichen und neueren theologischen Literatur gelesen habe. Ich habe es einer (hoffentlich) kohärenten Zusammenschau unterzogen mit dem Ziel, eine vernünftige Darstellung der biologischen Evolution vorzulegen, die ausdrücklich Platz für einen ganz wesentlichen Teil unseres Glaubens lässt, nämlich den Glauben an einen über allem stehenden Schöpfergott. Mit dem Ziel, die Größe, Kreativität und Weisheit dieses Gottes etwas erahnbar zu machen. So betrachtet sind sie ein Beitrag zum Nachweis, dass Glaube und Naturwissenschaft nicht in Widerspruch stehen müssen.

Der leichten Lesbarkeit halber vermied ich, in meinem Beitrag alle meine Quellen zu zitieren. Sie können in ausgiebigem Umfang in meinem Manuskript *Katholischer Glaube 2.0*. gefunden werden, und zwar im Kapitel 3.1, 5.1.1 und 5.1.2.

(www.wolfgang-oberndorfer.at/manuskript-katholischer-glaube-2.0.html).

Der Verfasser, Dipl.Ing. Dr. Wolfgang Oberndorfer, ist Ordentlicher Universitätsprofessor i.R. der Technischen Universität Wien und Freiberuflicher Wissenschaftler, Gutachter, Schriftsteller und Publizist. Ein Schwerpunkt seine Arbeiten ist die Kompatibilität von Glauben und naturwissenschaftlichem Erkenntnisstand.

Kontakt:

Em. Univ. Prof. Dr. Heribert Franz Köck, 1180 Wien, Eckpergasse. 46/1, Tel. (+43 1) 470 63 04,
heribert.koeck@gmx.at

Volksanwalt i. R. Dr. Herbert Kohlmaier, 1230 Wien, Gebirgsgasse 34, Tel. (+43 1) 888 31 446,
kohli@aon.at

Unter diesen Adressen ist auch eine Abbestellung der Zusendungen möglich!