

Die Entstehung des Lebens und seiner Vielfalt - naturwissenschaftliche und theologische Aspekte ¹

Peter Rüst

CH-3148 Lanzenhäusern, Schweiz

paraske@aneste.ch

Eine voll harmonisierte Interpretation der Bibel und der Natur ist grundsätzlich möglich, wenn diese als komplementäre Erkenntnisquellen gesehen werden. Sowohl atheistischer Evolutionismus als auch Jung-Erde-Antievolutionismus ist unrealistisch. Makroevolution im Sinne der Entstehung grundsätzlich neuer Funktionen ist zwar noch völlig spekulativ, die bekannten Evolutionsmechanismen genügen dafür nicht, und Evolutionsbeweise wären nur unter atheistischen Voraussetzungen eindeutig. Die transastronomische Grösse des kombinatorischen Raumes der möglichen Genomsequenzen und die Zufälligkeit der Elementarereignisse stellen fundamentale Grenzen für die empirische Forschung dar. Andererseits aber erlaubt das Zeugnis der Bibel die Möglichkeit biologischer Evolution. Die göttliche Vorsehung umfasst alles und hat eine andauernde Wirkung. Die Menschen wurden mit Persönlichkeitswürde erschaffen. Es wird vorgeschlagen, dass diese beiden theologischen Erkenntnisse Hinweise darauf darstellen, dass Evolution Gottes Schöpfungsmethode sein könnte.

1. Weltanschauungen und Axiome	1
2. Lebensentstehung und Evolution - komplementär gesehen	2
3. Mikroevolutionsmechanismen und Makroevolution	4
4. Semantische Information - ist spontane Entstehung plausibel?	6
5. Ist Makroevolution möglich?	9
6. Indikationen für Evolution - Evolutionsbeweise?	11
7. Zufall in der Hand des Schöpfers	13
8. Paradigma "Konflikt" ist unglaubwürdig	14
9. Paradigma "Harmonie" ist eine glaubwürdige Interpretation	16
10. Schöpfung - Offenbarung und Freiheit	17

1. Weltanschauungen und Axiome

Die Frage nach dem Ursprung des Lebens kann von verschiedenen Gesichtspunkten aus angegangen werden. In diesem Bereich entsteht viel Verwirrung, weil oft Voraussetzungen nicht genannt, Begriffe ohne eine klare Definition verwendet oder unterschiedliche Denkkategorien vermischt werden.

Ich glaube, dass es eine objektive Realität oder Wahrheit gibt, und dass wir auf verschiedenen Wegen Teilaspekte der Wahrheit erkennen können. Gemäss Altem und Neuem Testament der Bibel ist Gott der Schöpfer, und alles andere, was existiert, verdankt seine Existenz letztlich ihm. Dies ist die *theistische* Sicht der Schöpfung. Im Gegensatz zur *deistischen* Sicht umfasst sie auch den Glauben an Gottes fortdauernde schöpferische Tätigkeit des Aufrechterhaltens und Regierens der erschaffenen Welt. Im Gegensatz zur *pantheistischen* Sicht insistiert sie auf der absoluten Verschiedenartigkeit von Schöpfer und Schöpfung - ohne natürlich zu verneinen, dass es im Belieben des Schöpfers steht, die gewünschten Beziehungen mit seiner Schöpfung zu haben. Auch der *Atheismus* (und, in der Praxis, der Agnostizismus) ist eigentlich eine religiöse Weltanschauung. Er scheint eng verwandt zu sein mit gewissen Arten des Pantheismus. Materie-Energie könnte als sein Götze bezeichnet werden. Religion ist offenbar eine angeborene Tendenz aller Menschen.

¹ Rüst, P., "How has Life and its Diversity been Produced?" (1992), *Perspectives on Science and Christian Faith* 44 (Nr.2), 80-94, ins Deutsche übersetzt und geringfügig ergänzt vom Autor (Dez.2001); vgl. Rüst, P. (1994), "Die Herkunft des Lebens - Wissen und Glauben", VBG-Dokumentation 1/94 (VBG-Sekretariat, Zeltweg 18, CH-8032 Zürich), 46 S.

Christen glauben, dass die Bibel eine spezielle göttliche Offenbarung darstellt, aber sie behaupten nicht, dass Gottes Geist sie irgendwie auf mechanische Weise diktiert hätte. Das zentrale Thema der Bibel ist eindeutig theologisch: Gottes Beziehungen zur Menschheit. Wer aus biblischen Aussagen nichttheologische Dinge ableiten möchte, muss dabei ihren primären theologischen Brennpunkt im Auge behalten. Dennoch ergibt sich aus der göttlichen Inspiration der Bibel, dass es unangemessen wäre, sie wie irgendein anderes Buch zu behandeln. Sie ist Gottes Wort in menschlichen Worten. Als solches übersteigt sie den menschlichen Verstand, und wir sind nicht in der Lage, über diesen "Input von oben" ein letztlches Urteil zu fällen.

Soweit wären wahrscheinlich alle Christen einverstanden, aber viele scheinen die Tatsache nicht zu würdigen, dass wir in der Folge nicht über die nötigen Kriterien verfügen, um in den biblischen Texten das Menschliche vom Göttlichen zu trennen. Ist es denkbar, dass Gott bereit wäre, in diese Schriften eingebrachte menschliche Irrtümer zu tolerieren, solange diese seinen Absichten nicht in die Quere kämen? Da er absolut wahrhaftig und liebevoll ist, will er sicher nicht, dass aufrichtige Leser seines Wortes durch Unwahrheiten verwirrt würden. Seine Offenbarung im Wort kann in dieser Beziehung mit seiner natürlichen Offenbarung in der Schöpfung verglichen werden. Naturwissenschaftler erwarten nicht, in der Natur irgendwelche echten Unvereinbarkeiten zu finden. Wenn sie auf scheinbare Widersprüche stossen, sind sie deshalb überzeugt, dass sie die Zusammenhänge noch nicht genügend verstanden haben. Daher glaube ich, dass auch die Bibel (in ihren Originaltexten) fehlerfrei ist, genau wie die Natur widerspruchslos ist.

Obschon die Hauptstossrichtung der Bibel eindeutig theologisch ist, nicht wissenschaftlich, berührt sie gelegentlich Aspekte der Natur. Ich trete nicht dafür ein, solche Aussagen zur Grundlage für Untersuchungen im Bereich der Naturwissenschaften zu machen, aber ich erwarte, dass wir keine Fehler finden, wenn wir den Text einmal richtig verstanden haben. Sicher waren die Autoren weder unfehlbar noch in moderner Naturwissenschaft versiert, aber Gott bewahrte sie davor, irgendwelche Fehler in die biblischen Texte einzubringen.

2. Lebensentstehung und Evolution - komplementär gesehen

Gelegentlich scheinen biblische Aussagen dem zu widersprechen, was wir von der Natur wissen. Zwei unangemessene philosophische Reaktionen darauf wären eine Konfliktmentalität mit Feindbildern und ein Isolationismus mit Abschottung. Die Konfliktmentalität meint entweder, die Bibel sei überholt oder die Wissenschaftler seien blind, während der Isolationismus meint, es bestünde keinerlei Beziehung zwischen biblischen Texten und aussertheologischer Wirklichkeit. Vertreter solcher Ansichten haben meist wenig Geduld mit dem "Bibilizismus" derjenigen, welche biblische Bemerkungen über die Natur mit den naturwissenschaftlichen Modellen zu harmonisieren versuchen.

Wenn aber der Interessenschwerpunkt der Bibel theologisch ist, weshalb sollten wir sie dann überhaupt in Betracht ziehen wollen, wenn wir uns über die Natur Fragen stellen? Eine Motivation dafür ist apologetisch. Es ist wichtig zu zeigen, dass die Behauptung falsch ist, die empirische Realität widerspreche der Bibel, dass sie auf fehlerbehafteten Interpretationen auf der einen oder anderen Seite beruht, und dass es daher keine Entschuldigung dafür gibt, die Bibel nicht ernst zu nehmen. Es muss ersichtlich werden, dass es durchaus möglich ist, jede biblische Aussage als wahr zu akzeptieren, ohne sich in eine Verfälschung der Wissenschaft zu verstricken. Andererseits erwarte ich, dass ein gründliches Verständnis der wirklichen biblischen Lehre über Schöpfung und Natur uns sogar für unsere wissenschaftlichen Untersuchungen wichtige erkenntnistheoretische Leitlinien geben wird. Da Gott uns den Auftrag gegeben hat, die Erde zu bebauen und zu bewahren, dürfen wir darauf vertrauen, dass uns sein Wort in dieser Aufgabe nicht behindert, sondern unterstützt. Die aktuelle Debatte über die Ethik der Gentechnologie ist ein typischer Fall. Und sie wird eindeutig durch unsere Glaubensansichten über Schöpfung und Evolution beeinflusst werden.

Da unsere Einsicht in die Natur wie in die Bibel begrenzt ist, werden sowohl die naturwissenschaftlichen als auch die theologischen Modelle Annäherungen an die Wahrheit bleiben, und gelegentliche Unstimmigkeiten zwischen verschiedenen Teilen unserer Sicht der Realität sind wahrscheinlich vorläufig unvermeidlich. Aber solche Schwierigkeiten enthalten oft den Samen eines tieferen Verständnisses,

wenn man richtig damit umgeht. Wenn sie nach sorgfältiger Untersuchung der Fakten auf beiden Seiten bestehen bleiben, könnten sie sich als komplementäre Aspekte der Wahrheit erweisen.²

Physiker haben sich auf das Prinzip der Komplementarität berufen, um die sich scheinbar widersprechenden Aspekte des Lichts als Welle und Teilchen zu beschreiben. Diese unerwartete Erkenntnis half ihnen, die Quantenmechanik zu verstehen, welche sich als ein Instrument erwies, das eine tiefere Einsicht in die physikalische Realität ermöglichte. Die Spannung zwischen den scheinbar gegensätzlichen Konzepten von Gottes Heiligkeit und Gnade führte die Theologen zu einer tieferen Würdigung der Bedeutung des stellvertretenden Opfers Christi am Kreuz. Komplementarität kommt also in der Naturwissenschaft wie in der Theologie vor.

Der Gedanke der Komplementarität könnte aber auch auf Fragen wie diejenigen der Lebensentstehung oder des Wesens des Menschen anwendbar sein, wo komplementäre Aspekte der Realität aus unterschiedlichen Disziplinen, wie Naturwissenschaft und Theologie, überlappen. Dabei müssen Unterschiede zwischen den Sprachkonventionen sorgfältig beachtet werden. Beispielsweise könnten frühe Fossilien von Homo sapiens zwar von Menschen im naturwissenschaftlichen Sinn stammen, die aber im theologischen Sinn noch nicht Menschen waren. Verschiedene Aspekte der gleichen Realität müssen jedoch voll miteinander vereinbar sein.³ Komplementarität zwischen Natur und Bibel beinhaltet die folgenden Grundsätze:

- (1) Da Gott der Autor sowohl der Schöpfung als auch der Offenbarung ist, muss letztlich eine *Harmonie* bestehen zwischen den Gegebenheiten, Fakten oder Daten aus beiden Bereichen, selbst wenn wir nicht immer in der Lage sind, diese Harmonie befriedigend zu *beschreiben*. Es gibt keine Widersprüche zwischen verschiedenen Bereichen oder Aspekten der einen Wahrheit oder Realität.
- (2) Naturwissenschaftliche und theologische *Gegebenheiten* müssen sorgfältig von ihrer *Interpretation* unterschieden werden. Interpretationen sind immer vorläufig und bedürfen gelegentlich der Korrektur. Es gibt keine absolut objektive Interpretation.
- (3) Wissenschaftliche Beobachtungen und biblische Aussagen (die Gegebenheiten) dürfen bei der Interpretation nicht aus dem *Zusammenhang* gerissen werden, sonst riskiert man, einen scheinbaren Widerspruch zu erzeugen. Es gibt keine zusammenhangsfreien Gegebenheiten.
- (4) *Offene Fragen* stellen nicht unbedingt Widersprüche dar. Wo wir nicht in der Lage sind, alle Beobachtungen zu harmonisieren, müssen unsere Interpretationen entweder fehlerhaft oder unvollständig sein. Es gibt keine abgeschlossene Erkenntnis.

Obwohl das Phänomen des Lebens sich wissenschaftlich untersuchen lässt, verbleibt es bis heute ein weitgehend unergründetes Geheimnis. Die einfachsten autonom lebensfähigen Wesen, die Bakterien,⁴ sind so komplex, dass sie noch nicht einmal vollständig analysiert worden sind - geschweige denn synthetisiert. Und zu begreifen, wie sie durch das Wechselspiel von Zufallsereignissen auf einer ursprünglich lebensfreien Erde entstanden sein konnten, ist eine noch anspruchsvollere Aufgabe. Vielzellige Organismen stellen noch enorm viel kompliziertere Strukturen dar und kommen in vielen grundlegend verschiedenen Formen vor. Wie entstanden sie?

Das Modell einer Schöpfung vor wenigen tausend Jahren ist unvereinbar mit den heute bekannten Beobachtungsdaten.⁵ Der Kurzzeitkreationismus ist daher eindeutig nicht mehr akzeptabel (wenn er es überhaupt je war). Diverse Schöpfungsmodelle mit einer alten Erde sind von diesem Problem nicht betroffen, aber sie schlagen keine spezifischen detaillierten Schöpfungsmechanismen vor. Evolution ist heute das einzige Schöpfungsmodell, welches für die naturwissenschaftliche Prüfung zur Verfügung steht. Da die Möglichkeit einer externen Verursachung und Beherrschung der Schöpfung nicht ausgeschlossen werden kann, darf man aber trotzdem nicht stillschweigend voraussetzen, der Anfang des

² MacKay, D.M. (1974), "Complementarity in Scientific and Theological Thinking", *Zygon* 9 (No.3), 225-244; Poythress, V.S. (1987), "Symphonic Theology. The Validity of Multiple Perspectives in Theology" (Grand Rapids, MI: Zondervan); Rohrbach, H. (1990), "Schöpfung - Mythos oder Wahrheit?" (Wuppertal, Germany: Brockhaus).

³ Newman, R.C. & Eckelmann, H.J. (1977), "Genesis One and the Origin of the Earth" (Leicester, England: Inter-Varsity Press); Claey's, K. (1979), "Die Bibel bestätigt das Weltbild der Naturwissenschaft" (Stein am Rhein, Switzerland: Christiana); Blocher, H. (1984), "In the Beginning. The Opening Chapters of Genesis" (Leicester, England: Inter-Varsity Press).

⁴ Ausser den eigentlichen Bakterien gibt es die Archaea, die äusserlich ähnlich, aber im molekularen Aufbau grundlegend von ihnen verschieden sind.

⁵ Wonderly, D. (1977), "God's Time-Records in Ancient Sediments" (Flint, MI: Crystal); Young, D.A. (1982), "Christianity and the Age of the Earth" (Grand Rapids, MI: Zondervan).

Lebens und seine Weiterentwicklung seien notwendigerweise auf rein autonome Vorgänge zurückzuführen. Beim Modell der biologischen Evolution müssen zwei Hauptfragen beantwortet werden:

- (1) Gibt es im wissenschaftlichen Bereich, also ohne spezifische göttliche Leitung, *hinreichende Mechanismen* für Evolution? Funktioniert sie? Ist die Wahrscheinlichkeit, dass auf diese Weise wenigstens einmal in unserem Universum irgendeine Art von Leben entstehen und sich entwickeln konnte, genügend gross, dieses Szenario plausibel zu machen?
- (2) Gibt es *unzweideutige Beweise* für Evolution? Atheisten sind natürlich in ihrem Glauben davon abhängig, dass es mindestens einmal irgendwo im Universum Evolution gegeben hat. Aus dieser Zwangslage gibt es für sie keinen Ausweg, unabhängig davon, wohin die Fakten weisen. Atheisten sind also in ihrem Denken nicht frei! Theisten dagegen sind frei, rational die Beweislage zu erwägen.

Die Frage der Herkunft von Bedeutungsinformation in der Biologie ist von ausschlaggebender Wichtigkeit. Im Allgemeinen ist dies ein sehr schwieriges Problem, das in den meisten Zusammenhängen aufgrund der heutigen beschränkten Kenntnisse nicht behandelt werden kann. Deshalb möchte ich mich auf einige wenige Aspekte beschränken, von denen ich glaube, dass sie einer Untersuchung einigermaßen zugänglich sind. Demgemäss sollen dabei einige ausgewählte Fragen behandelt, andere nur nebenbei erwähnt werden.

3. Mikroevolutionsmechanismen und Makroevolution

Um realistisch beurteilen zu können, ob die vorgeschlagenen Mechanismen zur Erklärung der Evolution genügen, muss klar unterschieden werden zwischen *Mikroevolution* und *Makroevolution*. Ich definiere hier einen Schritt der Makroevolution als einen Übergang, der eine fundamental neuartige Struktur und Funktion erzeugt. Ich betrachte eine neu auftretende Struktur (oder Funktion) als fundamental neuartig, wenn sie vorher in der gesamten Biosphäre noch nie vorhanden war.

Im einfachsten Fall beruht eine biologische Struktur (und damit deren Funktion) auf einer Desoxyribonukleinsäure (deoxyribonucleic acid, DNA), die ein Protein codiert. Normalerweise entsteht eine neue DNA-Sequenz durch eine oder mehrere Mutationen aus einer schon bestehenden. Unter natürlichen Bedingungen geschieht jede Mutation rein zufällig, aber die "Brauchbarkeit" oder Adaptiertheit des resultierenden, allenfalls neuen Proteins in der vorgegebenen Umwelt bestimmt die Wahrscheinlichkeit ihres Überlebens. Dies ist die Wirkung der "natürlichen Selektion" auf die neue DNA. Solange jedes Zwischenprodukt einer Reihe von Mutationen im Vergleich zur vorherigen Variante bestehen bleibt, geht es um Mikroevolution, mit relativ hohen Wahrscheinlichkeiten, der natürlichen Selektion zu widerstehen oder gar durch sie bevorzugt zu werden.

Wenn aber eine neuartige Funktion entstehen soll, die noch nicht existierte, kann die natürliche Selektion der neuen Funktion erst dann angreifen, wenn diese Funktion bereits in einem minimalen Umfang realisiert ist. Bis zu diesem Zeitpunkt kann also die DNA aus einer vorbestehenden nicht über eine Folge von selektierten Mutationsschritten erreicht werden, sondern nur über einen Zufallsweg von Mutationen, wobei keines der Zwischenprodukte selektierbar ist. Da die Selektion wegfällt, ist das Überleben jedes Zwischenproduktes ebenso zufallsbedingt wie die Mutationen selbst. In dieser Weise definiere ich hier einen Makroevolutionsschritt. Aufgrund der fehlenden natürlichen Selektion besteht ein solcher Makroevolutionsschritt daher nicht aus eigentlichen Mikroevolutionsschritten.

Diese Definition ist nicht die konventionelle,⁶ aber sie weist auf einen kritischen Unterschied hin. Die Annahme, dass jeder makroevolutive Übergang aus einer Folge von Mikroevolutionsschritten bestehe, wird gewöhnlich als Axiom vorausgesetzt und daher nicht hinterfragt. Es wird ohne jegliche Diskussion angenommen, dass jedes Zwischenprodukt der natürlichen Selektion unterliege. Wenn diese Annahme zuträfe, wäre die Unterscheidung zwischen den beiden Evolutionsweisen grundsätzlich belanglos. Ein Argument dafür, dass sie *nicht* zutrifft⁷ wird in der Folge zusammenfassend dargestellt werden.

Der Mechanismus der *Mikroevolution* besteht aus drei verschiedenen Schritten:

⁶ Gemäss der üblichen Definition ist Mikroevolution auf die Entwicklung innerhalb einer biologischen Art beschränkt, während Makroevolution sich auf die Übergänge zwischen verschiedenen Arten oder höheren taxonomischen Einheiten bezieht. Da aber neue biologische Arten (biologisch definiert durch Unfruchtbarkeit zwischen den Arten) oft problemlos durch reine Mikroevolutionsschritte entstehen können, weicht diese Definition dem Problem der echten Neuerungen einfach aus, indem sie es ignoriert.

⁷ Rüst, P. (1988), "The unbelievable belief that almost any DNA sequence will specify life", Konferenz "Sources of Information Content in DNA", Tacoma, WA.

- (1) Genome können *mutieren* und produzieren so genotypische Varianten.⁸
- (2) Wenn diese im Organismus zum Ausdruck gebracht werden, können sie phänotypische *Varianten* erzeugen.⁹
- (3) Natürliche (oder künstliche) Selektion begünstigt die Vermehrung von Individuen, die besser an ihre Umwelt angepasst sind. Auf diese Weise werden relative Tauglichkeitswerte (fitness) der phänotypischen Varianten im Hinblick auf ihre aktuelle Umwelt definiert.

Somit kann sich der Genpool, der alle genetischen Komponenten einer Population umfasst, unter Umständen mit der Zeit verändern. Die drei Beobachtungen (1) bis (3) sind notwendige Bedingungen dafür, dass Evolution geschieht. Aber sind sie auch *hinreichend*? Die Selektion setzt an diejenigen Varianten an, welche tatsächlich entstehen. Können wir aber darauf zählen, dass immer irgendeine Variante, die einer vorgegebenen Umwelt gewachsen ist, innerhalb einer vernünftigen Zeitspanne verfügbar ist? Könnten alle vorhandenen Funktionen durch diese Prozesse entstehen? Die Möglichkeit von Makroevolution setzt folgende drei weiteren Anforderungen voraus:

- (4) Gelegentlich müssen *neue Funktionen* entstehen.
- (5) Diese Funktionen müssen im Laufe der Zeit *verbessert* werden.
- (6) Es muss *fortlaufende Folgen* weiterer Funktionen und deren Verbesserungen geben.

Diese zusätzlichen Anforderungen sollen besprochen werden. Doch zuerst bedarf die Mikroevolution einiger zusätzlicher Anmerkungen.

Ausser den Punktmutationen gibt es noch weitere Evolutionsmechanismen, also Mechanismen, die Varianten erzeugen, aber diese schaffen gewöhnlich keine neue *funktionelle Information*. Eine Definition der funktionellen (konstruktiven oder semantischen) biologischen Information soll noch gegeben werden. Das Ausschneiden und die meisten Fälle des Einfügens von DNA-Sequenzen zerstören solche Information; das Herumbewegen von Sequenzen durch genetische Rekombination, Transposition, Duplikation und andere Mechanismen bewirken bestenfalls eine Verschiebung vorbestehender Information. Diese anderen Genomveränderungen können natürlich tiefgreifende funktionelle Folgen haben, oft im Regelbereich, aber mögliche konstruktive Wirkungen, die sie auf ihre Zielgene oder grössere Zusammenhänge haben könnten, werden wahrscheinlich noch sehr viel seltener vorkommen als konstruktive Wirkungen von Punktmutationen.

Bei neuen Merkmalen muss man unterscheiden zwischen solchen, die durch Herumschieben oder Kombinieren von *bereits existierenden* Funktionalitäten entstanden, und solchen, die *noch nie vorher existierten*, sondern in Sequenzen entstanden, die keine oder eine andere Funktion hatten. Wie oben beschrieben, betrachte ich nur diese als echte Neuheiten. Obschon es in gewissen Fällen schwierig sein mag, diese beiden Arten von Neuheiten zu unterscheiden, ist es klar, dass viele grundsätzlich neue Merkmale in der Biosphäre als Ganzem einmal entstehen mussten. Leider wird der Begriff "evolutionäre Neuheit" manchmal unterschiedslos für beide Möglichkeiten verwendet. Die echten Neuheiten aber, welche ich makroevolutiv nenne, sind sicher von grosser Bedeutung für die Herkunft biologischer Information. Die Anzahl grundlegend verschiedener Familien von funktionellen Protein-Untereinheiten ist auf 1000 bis 7000 geschätzt worden.¹⁰

Sehr wichtig für die Beurteilung der Evolutionsmechanismen sind auch Erwägungen der *Populationsgenetik*. Eine Mutation, die einen selektiven Vorteil bewirkt, nützt ihrem Träger sofort, aber es wird einige Zeit dauern, bis diese Mutante die ganze Art durchdrungen hat. Und ihr Fixiertwerden, durch Verlorengang des vorherigen Wildtyps, dauert noch länger. Durchdringungs- und Fixierungszeiten werden nicht nur mit abnehmendem selektivem Vorteil länger, sondern auch mit zunehmender Grösse der Population. Da die selektiven Vorteile einzelner Mutationen typischerweise recht klein sind, bedeutet dies, dass grosse Populationen genetisch sehr stabil sind: die natürliche Selektion wirkt hier stabili-

⁸ Der Genotyp bezeichnet das gesamte Genom, d.h. die Gesamtheit aller Gene, eines Organismus.

⁹ Der Phänotyp bezeichnet die Erscheinungsweise des gesamten Organismus, welche durch die Gesamtheit aller seiner Bestandteile und ihr Zusammenwirken gegeben ist. Eine Änderung im Genotyp, d.h. in der DNA, kann (muss nicht unbedingt) zu einer Änderung in einem Protein führen, und diese ihrerseits kann (muss nicht unbedingt) zu einer Änderung im Phänotyp führen.

¹⁰ Dorit, R.L., Schoenbach, L. & Gilbert, W. (1990), "How Big Is the Universe of Exons?", *Science* **250**, 1377-1382; Gibbons, A. (1990), "Calculating the Original Family - of Exons", *Science* **250**, 1342.

sierend und erschwert Veränderungen.¹¹ Eine Mutation, die sich negativ auf ihren Träger auswirkt, wird gewöhnlich rasch eliminiert. Die Häufigkeit einer selektiv neutralen Mutante wird zufällige Auf- und Abwärtsbewegungen erfahren. In einer grossen Population wird sie oft verloren gehen. Im Durchschnitt werden diese und andere Komplikationen (gegenseitige Abhängigkeit zwischen verschiedenen Genen, veränderliche Umgebung, usw.) dazu führen, dass auch die Ausnützung vorteilhafter oder adaptiver Mutationen *schwieriger* wird. Wenn man also nur einzelne neutrale und adaptive Punktmutationen in Betracht zieht, statt ganze Prozessketten aufeinanderfolgender Mutationen, wird man die Erfolgchancen einer progressiven Evolution überschätzen.

4. Semantische Information - ist spontane Entstehung plausibel?

Die Menge aller möglichen DNA-Sequenzen einer gegebenen Länge von N Nukleotidpaaren definiert einen *kombinatorischen* Raum von 4^N Konfigurationen, da es 4 Sorten von Nukleotidpaaren gibt. Für N=133, kaum genügend für eine kleine funktionelle Proteindomäne,¹² überschreitet diese Zahl bereits die Anzahl der Nukleonen im Universum! Aber *semantische*, bedeutungstragende, funktionelle oder konstruktive biologische Information ist nicht durch diesen kombinatorischen Raum aller möglichen Sequenzen definiert, denn es kann ja Sequenzen geben, welche bezüglich ihrer biologischen Funktion bedeutungslos, bei gleicher Funktion variabel, oder mit anderen synonym und damit eventuell redundant sind.

Die "Bedeutung" eines Genoms oder eines Gens ist durch seine biologische Funktion definiert. Die menschliche symbolische Sprache liefert eine lehrreiche Metapher für die DNA-"Sprache". Nur ein beschränkter Teil der Menge aller möglichen Zeichenketten hat überhaupt eine Bedeutung, und die Bedeutung ist durch verschiedene Faktoren bestimmt, wie den Zusammenhang einer bestimmten menschlichen Sprache, wie sie durch ihre Sprecher und ihre Literatur ausgedrückt wird. Wie gross ist der semantische Informationsgehalt eines bestimmten Satzes? Dies hängt von den Konventionen ab, welche die gegebene Sprache regeln, von den Absichten des Sprechers, und möglicherweise von der Situation des Mitteilungsempfängers. Zwei Wörter können synonym sein, also dasselbe bedeuten, oder in ihrer Bedeutung teilweise überlappen. Es ist wahrscheinlich nicht allzu schwierig, die durchschnittliche Menge an Synonymität zwischen zwei Wörtern abzuschätzen. Aber wie steht es mit der "Synonymität" zwischen Sätzen, Zusammenfassungen, persönlichen Meldungen, Abhandlungen, Diskussionen, usw.? Es ist wahrscheinlich unmöglich, den Informationsgehalt solcher stark personenabhängiger sprachlicher Ausdrücke zu messen. Ebenso werden wir kaum hoffen können, viel mehr als angenähert geschätzte Unter- und Obergrenzen für die Menge an semantischer Information zu finden, die in bestimmten biologischen "Meldungen" wie Genen oder Proteindomänen enthalten ist.

Kann biologische semantische Information spontan erzeugt werden? Kann sie entstehen ohne eine Informationsquelle von mindestens gleichwertigem semantischem Gehalt? Es wird behauptet, dass sie in einer langen Folge von Mikroevolutionsschritten durch "*Selbstorganisation*" - also eigentlich aus nichts - produziert werde. Die Umwelt ist sicherlich in der Lage, einen Genpool zu modifizieren. In einem gewissen Sinn "stellt" der Genpool "Fragen" bezüglich seiner Genomvarianten, und durch die natürliche Selektion "beantwortet" sie die Umwelt. Auf diese Weise wird durch die Übereinstimmung zwischen Genpool und Umwelt eine gewisse *Information* aus der Umwelt in den Genpool übertragen, oder - bei alleiniger Betrachtung des letzteren - erzeugt. Solche Ereignisse setzen sich zu einem Zufallsweg zusammen, welcher den Genom-Konfigurationsraum, der einer Art zur Verfügung steht, erkundet.

Aber die Informationsmenge, die auf diese Weise gesammelt werden kann, ist grundsätzlich eingeschränkt durch die Reichweite der Variantenmenge, die produziert werden kann. Gewiss besteht eine

¹¹ Eldredge, N. & Gould, S.J. (1972), "Punctuated equilibria: An alternative to phyletic gradualism", in: Schopf, T.J.M. (ed.), "Models in Paleobiology" (San Francisco, CA: Freeman, Cooper), 82-115; Gould, S.J. & Eldredge, N. (1977), "Punctuated equilibria: the tempo and mode of evolution reconsidered", *Paleobiology* **3**, 115-151; Stanley, S.M. (1979), "Macroevolution: Pattern and Process" (New York, NY: Freeman); Gould, S.J. (1982), "Darwinism and the expansion of evolutionary theory", *Science* **216**, 380-387; Stanley, S.M. (1982), "Macroevolution and the Fossil Record", *Evolution* **36**, 460-473; Cope, J.C.W. & Skelton, P.W. (eds.) (1985), "Evolutionary case histories from the fossil record", *Special Papers in Palaeontology* **33**, 1-203.

¹² Die Länge einer gewöhnlichen, also doppelsträngigen DNA wird in Nukleotidpaaren angegeben, diejenige einer einsträngigen in Nukleotiden. Das Produkt eines Gens wird nur durch einen der beiden DNA-Stränge codiert. Je 3 Nukleotide codieren eine Aminosäure. Eine DNA der Länge 132 reicht daher (ohne Regulationselemente) für ein Protein der Länge 44, was kleiner ist als praktisch alle Proteindomänen (Teilproteine gewöhnlich einheitlicher Funktion).

unbeschränkte Menge an verschiedenen möglichen Mutationswegen, aber die schädlichen Mutationen führen zum Verschwinden ihres Produktes und liefern damit keinen Beitrag zu der anschliessend gespeicherten Information. Im denkbaren Extremfall eines optimal an seine Umwelt angepassten Genoms könnten alle Mutationen schädlich sein, und dann könnte keine weitere Information mehr aus der aktuellen Umwelt geerntet werden.

Aber selbst weit weg vom Optimum wird der Evolutionsfortschritt oft zunichte gemacht werden. Der makroevolutive Pfad, der zu einer selektierbaren besseren Anpassung an die Umwelt führt, könnte Zwischenstufen von geringerem Anpassungswert enthalten, oder Verzweigungsstellen mit zu vielen gleichwertigen Alternativen. Man glaubt, dass die meisten nichtlethalen Mutationen selektiv neutral sind. Manche alternative nichtlethale Verzweigungen der Mutationspfade könnten zu Sackgassen führen, was die Anzahl nichtselektierter Schritte erhöht, die nötig sind - parallel und aufeinanderfolgend -, um die "Wellenfront" der Erkundungsmutationen schliesslich zu einem selektierbaren Punkt zu bringen. Wo es zu viele nichtlethale Sackgassenzweige hat, werden zu viele Versuche an diese verschwendet. Mit einer Mutationsrate von 10^{-8} pro repliziertes Nukleotid treten Zweischritt-Mutationen bereits zu selten auf, als dass sie bei Bakterienkulturen in grossen Chemostaten beobachtbar wären. Nichtselektierte Pfade müssen sehr kurz sein, um mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit begangen zu werden, bevor der nächste uninteressante Gleichgewichtszustand einer grossen, stabilisierten Population ohne echte Neuheiten erreicht wird. Diese widrige Situation stellt nun aber nicht einen Extremfall dar, sondern ist wohl typisch für Makroevolutionswege.

Natürliche Selektion einer neuen Funktion setzt voraus, dass eine *minimale Funktionalität* bereits vorhanden ist: wo nichts selektierbar ist, kann nichts selektiert werden. Diese minimale Funktionalität muss deshalb durch Zufallsprozesse erreicht werden. Die Wahrscheinlichkeit ihrer spontanen Entstehung hängt von ihrem semantischen Informationsgehalt ab, oder von der Grösse der minimalen Beschreibung, die zu ihrer Definition nötig ist,¹³ aber nicht von den Mutationspfaden, die zu ihr führen können. Es ist jedoch schwierig, die Grösse solcher Minimalbeschreibungen abzuschätzen.

Eine Möglichkeit wäre es, die *Invariante* einer Familie von Proteinen zu betrachten, welche in verschiedenen Organismen die gleiche Funktion ausüben. Man findet, dass bestimmte Sequenzpositionen in allen bekannten Versionen eines Proteins mit einer gegebenen spezifischen Funktion je mit der gleichen Aminosäure besetzt sind. Es wird dann angenommen, dass diese bestimmten Besetzungen unabdingbar für diese Funktion benötigt werden. Ein analoges Argument gilt für Positionen, welche jeweils eine Aminosäure aus einer beschränkten Gruppe verlangen. Obendrein könnte man zu jeder dieser Gruppen von erlaubten Besetzungen noch alle Aminosäuren hinzufügen, die den effektiv beobachteten chemisch ähnlich sind.¹⁴ Die Gesamtheit dieser eingeschränkten Besetzungen, die man für eine bestimmte Proteinfunktion findet, definiert deren Invariante. Diese Invariante ist eine geschätzte Untergrenze für die minimale Funktionalität, wenn man gegenseitige Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Sequenzpositionen, sowie artspezifische Anforderungen vorläufig ignoriert. Diese Untergrenze kann man mit der geschätzten Obergrenze vergleichen, welche man für den längsten nichtselektierten Mutationspfad berechnet, der noch plausibel sein könnte.

Eine solche Abschätzung zeigt, dass eine Invariante von zwei spezifischen Aminosäuren unter optimistischen Voraussetzungen durch einen zufälligen Mutationenpfad innerhalb von Minuten erreicht werden könnte, dass aber bereits mit einer Invariante von drei spezifischen Aminosäuren 40 Milliarden Jahre benötigt würden.¹⁵ Diese Schätzung setzt im Mittel 3,05 Nukleotidtriplette (Codons) pro Aminosäure voraus (neben 3 Stopcodons ($4^3=64$)-3=61 Codons für 20 Aminosäuren), 2,16 Mutationen pro spezifischer Aminosäuren-Ersetzung (geometrisches Mittel) und eine Mutationsrate von 10^{-8} pro repliziertes Nukleotid in der DNA. Sie basiert ferner auf der äusserst optimistischen Annahme, dass in der irdischen Biosphäre jährlich 10^{16} Mol C umgesetzt werden (die heutige totale Produktion an Biomasse), dass dies vollständig in Bakterien geschieht, mit 5×10^6 Nukleotidpaaren im Genom und 10^{-14} Mol C pro Bakterium, und dass alle diese DNA ununterbrochen an dieser bestimmten Zufallssuche teilnimmt.

¹³ Kolmogorov, A.N. (1965), "Three approaches to the notation 'amount of information'", Probl.Peredatchi Inf. **1**, 3-10, zitiert in: Volkenstein, M.V. (1987), "Punctualism, non-adaptionism, neutralism and evolution", BioSystems **20**, 289-304.

¹⁴ Yockey, H.P. (1977), "A Calculation of the Probability of Spontaneous Biogenesis by Information Theory", Journal of Theoretical Biology **67**, 377-398.

¹⁵ vgl. Fussnote 7.

Doch *bekannte Invarianten* umfassen nicht 3, sondern ungefähr 30 *Aminosäuren* für Grundfunktionen von Enzymen (katalytischen Proteinen) wie Cytochrom c oder Ribonuklease,¹⁶ oder mindestens 5 Aminosäuren für zusätzliche Anpassungen eines bestimmten Enzyms an besondere Umstände für bestimmte Gruppen von Organismen.¹⁷ Diese Anforderungen bewegen sich sogar unterhalb des Minimums für Funktionalität, denn sie umfassen nur die völlig unveränderlichen Besetzungen. Es ist vorläufig unbekannt, ob irgendwelche kleineren Invarianten gewisse Minimalfunktionen abdecken könnten. Die Sequenzeinschränkungen für funktionelle Strukturen wie Enzyme sind derart, dass alle Mutationen, die wir heute beobachten, schädlich oder bestenfalls neutral sind. Dass dies in früheren Organismen anders gewesen sein könnte, ist Spekulation.

Der Entstehung der enormen Mengen an funktioneller Information in der Biosphäre durch Zufallsprozesse stehen also absurde Unwahrscheinlichkeiten entgegen.¹⁸ Es braucht gar nicht in Betracht gezogen zu werden, dass irgendeine der bekannten Invarianten durch Zufallsprozesse entdeckt worden wäre - es sei denn, es gebe jeweils viele andere, unbekannte Konfigurationen mit der gleichen Funktionalität. Es wäre dann für eine gegebene Funktionalität nicht nur die eine, in der Natur tatsächlich gefundene Gruppe von Proteinen derselben Konfiguration möglich, sondern viele, die trotz völlig verschiedener Konfiguration dieselbe Funktion ausüben würden.

In diesem Fall entspräche die ausschliessliche Existenz einer einzigen all dieser möglichen Konfigurationen einem "eingefrorenen Zufall". Dies würde ein gewichtiges Argument dafür liefern, dass Evolution tatsächlich geschieht. In diesem Fall könnte nämlich die Invarianz nicht darauf zurückgeführt werden, dass die dadurch gegebene Konfiguration für die Funktion unabdingbar sei. Der Selektionsdruck könnte die Invarianz nicht erklären, und die einzig mögliche Erklärung für die Ähnlichkeit zwischen verschiedenen Arten von Organismen wäre eine gemeinsame Abstammung. Dies würde aber gleichzeitig auch zeigen, dass es recht schwierig ist, eine neue Funktionalität zufällig zu entdecken, denn sonst wären in der Biosphäre für jede Funktion mehrere Konfigurationen gefunden worden, nicht nur je eine. Dann aber wäre es schwer verständlich, warum überhaupt so viele verschiedene Funktionen gefunden werden konnten. Die Zahl funktioneller Sequenzen müsste dann transastronomisch hoch sein, denn sonst dürfte man keine glücklichen Zufallstreffer erwarten. Dennoch müsste die Häufigkeit einer bestimmten Funktion unter allen möglichen Sequenzen sehr klein sein, denn sonst hätten verschiedene Abstammungslinien viele verschiedene Lösungen für jedes Problem gefunden. Beide Annahmen, nur eine oder viele Konfigurationen gleicher Funktionalität, führen also zu Problemen und scheinen wenig plausibel, solange nur Zufall und Selektion in Betracht gezogen werden.

Sind die in der Biosphäre gefundenen funktionellen Invarianten *eingefrorene Zufälle* oder Hinweis auf eine *Planung*? Stellt jede von ihnen nur gerade eine von zahllosen möglichen Konfigurationen dar oder die einzige, die funktioniert? Tritt Funktionalität im Konfigurationsraum eher häufig auf oder extrem selten? Ich kenne keine Anhaltspunkte dafür, dass sie häufig sein könnte; die wenigen Beobachtungen, die für diese Frage von Bedeutung sind, zeigen in der anderen Richtung.¹⁹ Leider scheint es keine Möglichkeit zu geben, Antworten auf diese Fragen zu finden. Der konfigurationelle Raum aller möglichen Genome ist von weit transastronomischer Grösse.

¹⁶ Beintema, J.J. & Lenstra, J.A. (1982), "Evolution of Mammalian Pancreatic Ribonucleases", in: Goodman, M. (ed.), "Macromolecular Sequences in Systematic and Evolutionary Biology" (New York, NY: Plenum), 43-74.

¹⁷ Perutz, M.F. (1983), "Species Adaptation in a Protein Molecule", *Molecular Biology and Evolution* **1**, 1-28; Stewart, C.B., Schilling, J.W. & Wilson, A.C. (1987), "Adaptive evolution in the stomach lysozymes of foregut fermenters", *Nature* **330**, 401-404.

¹⁸ vgl. Fussnote 7.

¹⁹ Rigby, P.W.J., Burleigh, B.D. & Hartley, B.S. (1974), "Gene duplication in experimental enzyme evolution", *Nature* **251**, 200-204; Adams, J. et al. (1985), "Physiological characterization of adaptive clones in evolving populations of the yeast, *Saccharomyces cerevisiae*", *Genetics* **110**, 173-185; Horwitz, M.S.Z. & Loeb, L.A. (1986), "Promoters selected from random DNA sequences", *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **83**, 7405-7409; Oliphant, A.R. & Struhl, K. (1988), "Defining the consensus sequence of *E. coli* promoter elements by random selection", *Nucleic Acids Research* **16**, 7673-7683; Abelson, J. (1990), "Directed Evolution of Nucleic Acids by Independent Replication and Selection", *Science* **249**, 488-489; Chao, L. (1990), "Fitness of RNA virus decreased by Muller's ratchet", *Nature* **348**, 454-455; Hermes, J.D., Backlow, S.C. & Knowles, J.R. (1990), "Searching sequence space by definably random mutagenesis: Improving the catalytic potency of an enzyme", *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **87**, 696-700; Kleina, L.G. & Miller, J.H. (1990), "Genetic Studies of the *lac* Repressor XIII. Extensive Amino Acid Replacements Generated by the Use of Natural and Synthetic Nonsense Suppressors", *Journal of Molecular Biology* **212**, 295-318; Schöniger, M., Hofacker, G.L. & Borstnik, B. (1990), "Stochastic Traits of Molecular Evolution - Acceptance of Point Mutations in Native Actin Genes", *Journal of Theoretical Biology* **143**, 287-306.

Ein ausserirdischer Ursprung biologischer Information könnte die Wahrscheinlichkeiten höchstens um wenige Zehnerpotenzen erhöhen. Sogar wenn man jeden der etwa 10^{22} Sterne im Universum mit einem lebensfreundlichen Planeten versehen könnte - eine Annahme, die sicher zu optimistisch ist²⁰ -, würde dies nicht reichen, einen solchen Ursprung plausibel zu machen.

Sogar für eine einzige Domäne von 100 Aminosäuren gibt es 10^{130} verschiedene Proteinsequenzen, codiert durch 10^{180} mögliche DNA-Sequenzen von 300 Nukleotiden. In Analogie zu Yockeys²¹ Schätzung könnte man für höchstens eines unter 10^{64} Proteinen dieser Länge eine vorgegebene enzymatische Aktivität der eher geringen Komplexität eines Cytochroms c erwarten. Wenn es 10^5 verschiedene Enzyme gibt, hätte nur eines von je 10^{59} Proteinen der Länge 100 überhaupt irgendeine enzymatische Aktivität. Um für jedes dieser 10^{59} Proteine auch nur ein einziges DNA-Molekül zu liefern, das es codieren könnte, bräuchte es 10^{19} Planeten von der Grösse der Erde, je mit einem 1 km tiefen, den Planeten bedeckenden Ozean einer konzentrierten Lösung (10 millimolar an Nukleotiden) von einsträngigen DNA-Sequenzen der Länge 300.

Da keine "primitiven" Enzymaktivitäten bekannt sind, gibt es gegenwärtig keinen denkbaren Weg, diese Vielfalt zu reduzieren. Auf der andern Seite ist jedoch das kleinste Virusgenom 10-mal grösser, das kleinste Genom eines selbständig lebensfähigen Organismus 10'000-mal. Dies bedeutet, dass es grundsätzlich unmöglich ist, einen nennenswerten Anteil des Konfigurationsraumes der Genome zu erforschen, und zwar durch irgendeine Methode - sei es experimentell, durch Computersimulation oder anderswie. Das Informationsproblem kann wissenschaftlich nicht beantwortet werden.

5. Ist Makroevolution möglich?

Ich habe für Makroevolution drei Anforderungen genannt, zusätzlich zum Mikroevolutions-Mechanismus: Entstehen neuer Funktionalitäten, Verbesserung vorhandener Funktionen durch positive Mutationen, und eine vernünftige Häufigkeit solcher konstruktiver Mutationen zur Bildung progressiver Ketten von Verbesserungen.

Wenn eine *neue Funktion* auftreten soll, muss ihre minimale Funktionalität zufällig entstehen, bevor sie selektiert werden kann. Das mögliche Entstehen einer neuen Funktionalität in einem verborgenen Zustand (in einem temporären Pseudogen oder von einer anderen Funktion verdeckt) ändert diese Anforderung nicht, da die Entwicklung einer nicht aktiv in Erscheinung tretenden Funktion nicht anders als auf einem Zufallsweg geschehen kann. Die weitere schrittweise Evolution einer einmal vorhandenen Minimalfunktionalität durch einzelne Mutationen ist, unter dem Einfluss der natürlichen Selektion, denkbar. Aber mindestens das ursprüngliche Auftreten dieser neuen Funktion muss einem Makroevolutionsschritt entsprechen, was - wie gezeigt wurde - viel schwieriger ist. Jede einzelne der vielen verschiedenen biologischen Funktionen musste mindestens einmal in der Biosphäre neu entstehen.

Um zu erklären, wie neue funktionale Information entstehen konnte, wurde das Konzept einer Komplexitätshierarchie vorgeschlagen. Nach dieser Ansicht könnte eine grundsätzlich neue, höhere Ebene an Funktionalität entstehen, wenn die Komplexität der Strukturen auf der tieferen Ebene einen bestimmten Grad erreicht hat. Diese Ideen beschreiben zwar eine biologische Realität,²² liefern aber keine Erklärung für die Entstehung der Information durch die einzelnen Hierarchieschritte. Zudem beziehen sie sich hauptsächlich auf höhere Ebenen biologischer Komplexität als diejenigen, welche hier zur Diskussion stehen. Der niedrigste und einfachste Hierarchieschritt beschreibt den Zufallspfad der Mutationen in einer DNA-Sequenz. Die Untersuchung dieses Schrittes dürfte am erfolversprechendsten sein, wenn die Herkunft von Information in Frage steht, denn bezüglich der höheren hierarchischen Ebenen ist viel zu wenig bekannt. Deshalb verzichte ich darauf, weiter auf die Hierarchietheorie einzutreten.

Jede der neu aufgetretenen Minimalfunktionen muss durch Zufallsmutationen *verbessert* werden können - bis zu dem annähernd perfekten Zustand, den man gewöhnlich in heutigen Organismen findet. Es scheint, dass dies einfacher zu verwirklichen ist als die Erzeugung einer neuen Funktionalität, aber dennoch ist es nicht selbstverständlich, dass es möglich ist. Nicht einmal eine einzige "positive" oder

²⁰ Barrow, J.D. & Tipler, F.J. (1986), "The Anthropic Cosmological Principle" (Oxford, England: Clarendon); Ross, H. (1988), "Design and the Anthropic Principle", Vortrag an der Konferenz "Sources of Information Content in DNA", Tacoma, WA; Rüst, P. (2000), "Das Weltall - auf den Menschen abgestimmt", VBG-Fachaufsatz 1/00 (VBG-Sekretariat, Zeltweg 18, CH-8032 Zürich), 32 S., auch abrufbar auf <http://www.iguw.de>.

²¹ vgl. Fussnote 14.

²² Wilcox, D.L. (1990), "The Creation: Spoken in Eternity; Established in Time", Manuskript.

adaptive Mutation, im Sinne einer verbesserten Funktion, die in keinem früheren Organismus verfügbar war, ist bisher dokumentiert worden.

Die Übernahme von Funktionen anderer Organismen mittels Episomen, Transduktion, genetischer Rekombination, Allelaustausch und Ähnlichem kann nicht als ein Entstehen einer neuen oder verbesserten Funktion in der Biosphäre als Ganzem gerechnet werden, ebensowenig das Wiedererlangen einer vorher verlorenen Funktion oder die Aktivierung einer zeitweise nicht verwendeten Funktion unter Stress. Eine Funktion, die grundsätzlich verfügbar ist, aber normalerweise nicht verwendet wird, kann unter Stress induziert werden; aber bei der Rückkehr in eine natürlichere Umgebung geht sie wieder verloren, vermutlich weil sie dem Organismus eine zusätzliche Bürde auferlegt. Beobachtete Allele mit leicht unterschiedlichen Funktionalitäten mögen tatsächlich über ein paar Mutationen miteinander verwandt sein. Aber da sie nebeneinander existieren, haben wir keinerlei Anhaltspunkt dafür, dass das eine oder andere von ihnen einen evolutiven Fortschritt beinhaltet. Beide könnten nötig sein für eine volle Flexibilität in verschiedenen Umgebungen, anatomischen oder entwicklungsständigen Zusammenhängen. Auf jeden Fall ist ihre Verwandtschaft durch Abstammung eine Schlussfolgerung, nicht eine dokumentierte evolutionäre Verbesserung.

Es braucht *laufend weiterführende Folgen* von Verbesserungen. Dies bedingt, dass Verbesserungen häufig auftreten, nicht als seltene Ausnahmefälle. Jeder makroevolutive Mutationspfad *zwischen* positiv selektierbaren Konfigurationen muss sehr kurz sein und aus einer Zufallsauswahl ausschliesslich neutraler Mutationen bestehen, denn eine negativ mutierte DNA verschwindet meist. Eine enorme Zahl von Mutationen muss erfolgreich funktionelle Verbesserungen bewirkt haben, um die heutige Biosphäre zu erzeugen. Zudem müssen alle Teile des Konfigurationsraumes, die von der DNA irgendeiner biologischen Art verwendet werden, miteinander verbunden sein, da die Evolutionsprobleme multipliziert werden, wenn die Biosphäre nicht monophyletisch ist.

Brauchbare Konfigurationen müssen rasch gefunden werden, mindestens in *einer* Art irgendwo auf der Erde. Es bestand nicht viel Gelegenheit für Suchprozesse. Im Vergleich zu der immensen Zahl möglicher DNA-Sequenzen wären sogar die maximal zur Verfügung stehenden vier Milliarden Jahre eine viel zu kurze Zeit und die gesamte irdische Biomasse viel zu klein! Wenn nun der *Leben ermöglichende* Bereich im Konfigurationsraum einen verschwindend kleinen Teil des Ganzen ausmacht, wird der bei weitem grösste Teil der möglichen Mutationen in jedem Organismus schädlich sein. Dies entspricht auch den Ergebnissen von Mutationsexperimenten. In der freien Natur sieht man diese negativen Mutanten normalerweise nicht, da sie wegselektiert werden. Der bei weitem grösste Teil der übrigen Mutationen ist praktisch neutral, und nur der winzige Rest könnte für die Evolution möglicherweise von Interesse sein. Die überwiegende Mehrzahl aller Erkundungssuchen im Konfigurationenraum wird verloren sein - in Übereinstimmung mit den relevanten Beobachtungen.²³ Die enorme Menge an raffinierter funktioneller Information in der Biosphäre stellt damit ein Rätsel dar.

Um aber andererseits Evolution plausibel zu machen, müsste ein ansehnlicher Anteil des kombinatorischen Raumes lebensfähige Genome enthalten. Dies trifft sicher zu für die Region des kombinatorischen Raumes, die vom Leben erkundet wurde. Aber besteht ein Grund zu glauben, dass diese verschwindend kleine Ecke grundsätzlich verschieden sei von allen anderen Gebieten? Wenn aber nicht, müssten viele *Zufallssequenzen* von DNA sinnvolle Stücke enthalten! Ist dies eine vernünftige Erwartung? Huxleys Gedankenexperiment mit den maschinenschreibenden Affen weist in einer anderen Richtung, wenn man eine entsprechende Berechnung anstellt: die Affen werden nicht zufällig Sonnette von Shakespeare schreiben.

Obwohl kaum eine Abhandlungen über Evolution solche Probleme auch nur erwähnt, ist von *keinem* dieser Vorgänge gezeigt worden, dass er wirklich einer Realität entspricht. Zudem ist von der Anforderung (4), der Herkunft neuer Funktionen, gezeigt worden, dass sie wahrscheinlich ungeheure Unwahrscheinlichkeiten einschliesst. Sie ist aber eine absolute Vorbedingung für die Möglichkeit von (5) und (6). Solange keine harten Fakten für eine mögliche Lösung dieser Probleme verfügbar sind, darf diese grundlegende Schwierigkeit nicht ignoriert werden!

Die bekannten Evolutionsmechanismen erklären also nur die Mikroevolution, während die Makroevolution gegenwärtig unglaubwürdig aussieht²⁴ (überzeugend wirft Denton die gleiche Problematik auf,

²³ vgl. Fussnote 19.

²⁴ Rüst, P. (1984), "Spezielle und allgemeine Evolutionstheorie. Fakten und Spekulation", in: Gutsche, E., Hägele, P.C. & Hafner, H. (eds.), "Zur Diskussion um Schöpfung und Evolution", Porta-Studie (Nr. 6) (Marburg, Germany: Symon & Wagner), 59-115; überarbeitete Version (1998), Porta-Studie (Nr. 6, 4. Auflage), 51-112, auch abrufbar

ohne aber eine Lösung anzubieten). Sind also diese Mechanismen überhaupt keine Evolutionsmechanismen? Wenn keine Makroevolution erfolgt, sollte man "Mikroevolution" überhaupt nicht Evolution nennen. Sie wäre dann bloss ein Mechanismus zur Aufrechterhaltung von Stabilität mit einer gewissen Variabilität. Eine gewisse beschränkte Veränderbarkeit und Diversifizierung, einschliesslich Artbildung, im Rahmen eines beschränkten Merkmalsraums wäre nicht ausgeschlossen. Eine biologische Art, Gattung oder Familie ist damit besser in der Lage, mit wechselnden Umständen fertigzuwerden.

6. Indikationen für Evolution - Evolutionsbeweise?

Die zweite Art, die Frage anzugehen, ob es Evolution tatsächlich gibt, ist es, die Beweise unter die Lupe zu nehmen, die zu ihrer Stützung angeführt werden. Es gibt eine Unmenge bestätigter Beobachtungen, die im Rahmen der Evolution interpretiert werden können. Manche dieser Beobachtungen erweisen sich in statistischen Tests als *hoch signifikant*. Aber der springende Punkt bei all diesen Beobachtungen ist es, dass sie als Evolutionsbeweise *zweideutig* sind. Gelegentlich ist behauptet worden, die Evolutionstheorie habe tatsächlich kritische Tests im Sinne von Poppers²⁵ starkem Kriterium der Falsifizierbarkeit wissenschaftlicher Theorien bestanden. Aber in den meisten Fällen wurde nur Mikroevolution getestet.²⁶ In anderen wurde gegen die nicht plausible Nullhypothese vollständiger Zufälligkeit getestet.²⁷ Wie im Folgenden gezeigt werden soll, sind alle diese Beobachtungen als Evolutionsbeweise zweideutig, weil es plausible Alternativerklärungen gibt, welche diese Beobachtungen für die Evolution irrelevant machen würden. Es mag schwierig sein, jeweils schlüssig zu zeigen, ob Evolution oder die alternative Interpretation zutrifft - oder möglicherweise beide. Aber da die Behauptung, es gebe keinen Schöpfer, nicht bewiesen werden kann, muss die Möglichkeit, dass Evolution eine Illusion darstellt, ernst genommen werden.

(1) Dass hoch signifikante *Ähnlichkeiten* zwischen den Merkmalen verschiedener Organismen existieren, ist durch umfangreiches Beobachtungsmaterial eindrücklich bewiesen. Einige dieser Ähnlichkeiten ziehen sich durch die gesamte Biosphäre, und es überrascht nicht, dass Dobzhansky fand, nichts in der Biologie mache Sinn ohne die Evolution.²⁸ Doch in jedem einzelnen Fall könnten diese Ähnlichkeiten auf *funktionelle Anforderungen* zurückzuführen sein. Genau genommen müssten die betreffenden Merkmale dann analog genannt werden, nicht homolog.²⁹ In der Praxis ist es unmöglich, zu beweisen, dass eine Eigenschaft eines Organismus absolut funktionslos ist, und zwar in jeder Situation. Aber wenn sie irgendeine nützliche Funktion abdeckt, steht sie unter Selektionsdruck, und es könnte sehr wohl sein, dass das betreffende Merkmal in verschiedenen Organismen ähnlich sein *muss*, um zu funktionieren. Weshalb postuliert man in so vielen Zusammenhängen "konvergente" oder "parallele" Evolution?³⁰ Offensichtlich gibt es viele Ähnlichkeiten, welche selbst in einem evolutiven Erklärungsrahmen nicht durch eine gemeinsame Abstammung erklärt werden können. Solche Überlegungen zur Funktionalität mögen selbst bei schwachen Ähnlichkeiten, deren funktionelle Bedeutung schwer eruierbar ist, zutreffen. Noch ist sehr wenig bekannt über zusammenhangs- oder artspezifische Funktionalitäten, oder über gegenseitige Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Merkmalen. Immer wieder werden Funktionseinflüsse von DNA-Sequenzen entdeckt, die man bisher für funktionslos hielt; die er-

auf <http://www.iguw.de>; Hayward, A. (1985), "Creation and Evolution. The Facts and the Fallacies" (London, England: Triangle SPCK); Denton, M. (1986), "Evolution: A Theory in Crisis" (Bethesda, MD: Adler & Adler).

²⁵ Popper, K.R. (1962), "Conjectures and Refutations" (New York, NY: Basic Books); Popper, K.R. (1976), "Unended Quest" (London, England: Fontana).

²⁶ Williams, M.B. (1973), "Falsifiable Predictions of Evolutionary Theory", *Philosophy of Science* **40**, 518-537; Ruse, M. (1977), "Karl Popper's Philosophy of Biology", *Philosophy of Science* **44**, 638-661.

²⁷ Penny, D. et al. (1982), "Testing the theory of evolution by comparing phylogenetic trees constructed from five different protein sequences", *Nature* **297**, 197-200.

²⁸ Dobzhansky, T. (1973), "Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution", *American Biology Teacher* **35**, 125-129.

²⁹ Homolog bedeutet ähnlich aufgrund gemeinsamer Abstammung von derselben Struktur; analog bedeutet ähnlich trotz Abstammung von verschiedenen Strukturen.

³⁰ Peacock, D. & Boulter, D. (1975), "Use of Amino Acid Sequence Data in Phylogeny and Evaluation of Methods using Computer Simulation", *Journal of Molecular Biology* **95**, 513-527; DeJong, W.W. (1982), "Eye Lens Proteins and Vertebrate Phylogeny", in: Goodman, M. (ed.), "Macromolecular Sequences in Systematic and Evolutionary Biology" (New York, NY: Plenum), 75-114; Rieppel, O. (1983), "Kladismus oder die Legende vom Stammbaum" (Basel, Switzerland: Birkhäuser), 190 pp; Levinson, G. et al. (1985), "Cross-hybridizing Snake Satellite, Drosophila, and Mouse DNA Sequences May Have Arisen independently", *Molecular Biology and Evolution* **2**, 494-504; Stewart et al. (1987), vgl. Fussnote 17; Woese, C.R. (1987), "Bacterial Evolution", *Microbiological Reviews* **51**, 221-271.

sten Anzeichen dafür sind gewöhnlich Merkmalswerte, die von der reinen Zufälligkeit abweichen. Nach den synonymen Codons, nichtcodierenden Sequenzen auf 5'- und 3'-Seite der Gene und Intronen sind dieser Liste die dritte Codonposition und mindestens gewisse Pseudogene³¹ beigefügt worden.

(2) Ein Merkmal, das messbare Aspekte hat, kann dazu verwendet werden, einen Ähnlichkeitsbaum (oder kladistischen Baum) zu berechnen, dessen Verzweigungen den Grad der Ähnlichkeit zwischen den Werten dieses Merkmals bei verschiedenen Organismen anzeigt. Oft findet man, dass verschiedene Merkmale der gleichen Gruppe von Organismen *ähnliche kladistische Bäume* ergeben. Beweist dies Evolution, wie behauptet worden ist? Nein, denn es wurde gegen eine Nullhypothese rein zufälliger Ähnlichkeit zwischen den Bäumen getestet,³² was selbst im Rahmen der Evolutionstheorie unvernünftig ist, weil es die *funktionellen Abhängigkeiten zwischen* den Merkmalen ignoriert. Wenn verschiedene Funktionen voneinander abhängig sind, müssen ihre kladistischen Bäume notwendigerweise ähnlich sein. Solche Abhängigkeiten stellen aber keine Ausnahmen dar, sondern die Regel! Es ist erstaunlich, dass die Möglichkeit völliger Unabhängigkeit zwischen verschiedenen Merkmalen eines funktionierenden Organismus überhaupt in Betracht gezogen wird.³³ Natürlich braucht die Korrelation zwischen funktionellen Abhängigkeiten und der Baumähnlichkeit nicht absolut zu sein, da ein und dasselbe Problem gelegentlich auf unterschiedliche Weise gelöst ist - möglicherweise sogar aufgrund anderer funktioneller Korrelationen.

(3) Die Geschichte des Lebens scheint eine Tendenz *zunehmender Komplexität* der Organismen zu zeigen. Es ist schwierig oder unmöglich, einen Fortschritt in der Komplexität der Lebensformen objektiv zu definieren. Aber könnte nicht diese tendentielle Komplexitätszunahme auf Evolution hinweisen? Nicht notwendigerweise. Sie könnte ebensogut die Erfordernisse einer funktionierenden Ökologie in Gegenwart einer zunehmenden Mannigfaltigkeit der Lebensformen widerspiegeln. Solch eine zunehmende Mannigfaltigkeit könnte aber evensogut zu einem nichtevolutiven Paradigma passen.

(4) *Fossilien* sind *sehr alt*, bis zu fast einer Milliarde Jahre für Mehrzeller und möglicherweise drei Milliarden für Einzeller. Dies kann vernünftigerweise nicht bestritten werden.³⁴ Es muss akzeptiert werden, dass Leben und Tod lange vor dem Auftreten des Menschen existierten. Doch dies schließt nichtevolutionäre Modelle mit einer *alten Erde*, wie dasjenige des "progressiven Kreationismus" nicht aus. Beweis für eine lange Geschichte des Lebens ist kein Beweis für Evolution.

(5) Die Fossilien dokumentierung zeigt viele offensichtliche *Abstammungslinien*, gewöhnlich auf der taxonomischen Ebene der Familie oder der Gattung. Es ist eine auffallende Eigenschaft der Fossilien dokumentierung, dass die Herkunft praktisch keiner dieser Linien genau bekannt ist.³⁵ Wir sehen keinen "Lebensbaum", sondern etwas wie ein "Bambusdickicht". Evolutionsbiologen haben diese Tatsache lange vernachlässigt, und erst vor verhältnismässig kurzer Zeit ist das Modell der "unterbrochenen Gleichgewichte" vorgeschlagen worden.³⁶ Die in der Fossilien dokumentierung *beobachteten* Abstammungslinien stellen die Perioden des *Gleichgewichts* oder gar Stillstands dar, während die den *Unterbrüchen* dieses Modells entsprechenden Übergänge *unsichtbar* bleiben (abgesehen von einigen angemessen dokumentierten aber uninteressanten Übergängen auf tieferen taxonomischen Ebenen). Plausible populationsdynamische Modelle erklären, warum gewöhnlich keine Übergangsfossilien gefunden werden müssten. Aber um herauszufinden, ob Evolution real ist, brauchen wir positive Beweise, nicht Erklärungen für ihr Fehlen. Gibt es Evolution oder gibt es Gleichgewichte ohne Übergänge?

Wir müssen also schliessen, dass die wissenschaftlichen Indizien für Evolution trotz vieler gegenteiliger Behauptungen zweideutig sind.³⁷

³¹ McCarrey, J.R. & Riggs, A.D. (1986), "Determinator-inhibitor pairs as a mechanism for threshold setting in development: A possible function for pseudogenes", Proceedings of the National Academy of Sciences USA **83**, 679-683; Wagner, M. (1986), "A consideration of the origin of processed pseudogenes", Trends in Genetics **2**, 134-137; Leung, S., Proudfoot, N.J. & Whitelaw, E. (1987), "The gene for theta-globin is transcribed in human fetal erythroid tissues", Nature **329**, 551-554; Reynaud, C.A., Dahan, A. & Weill, J.C. (1987), "A gene conversion program during the ontogenesis of chicken B cells", Trends in Genetics **3**, 248-251.

³² vgl. Fussnote 27.

³³ vgl. Fussnote 27.

³⁴ vgl. Fussnote 5.

³⁵ Harland, W.B. et al. (eds.) (1967), "The Fossil Record" (London, England: Geological Society of London); Carroll, R.L. (1988), "Vertebrate Paleontology and Evolution" (New York, NY: Freeman).

³⁶ vgl. Fussnote 11.

³⁷ vgl. Fussnote 24.

7. Zufall in der Hand des Schöpfers

Zufall beschreibt eine Beobachtung, die in Verbindung mit natürlichen Ereignissen regelmässig gemacht wird. Der wissenschaftliche Begriff der Zufälligkeit weist darauf hin, dass es manchmal nicht möglich ist, aufzuzeigen, warum ein bestimmtes von mehreren möglichen Ereignissen eintrat. Das kumulative Ergebnis vieler solcher Einzelereignisse kann durch die stochastische Theorie oft beschrieben werden, aber das Ergebnis der einzelnen Ereignisse ist unbekannt; es kann nicht bestimmt werden. Das grundlegende Einzelereignis, ein Elementarereignis, bezieht sich auf ein Elementarteilchen, wie z.B. ein Elektron.

Bezüglich der Wissenschaft ist die Ursache eines solchen Ereignisses in der unsichtbaren Welt. Es kann wissenschaftlich nicht untersucht werden. Theologisch betrachtet könnte es als Einzelereignis vom Schöpfer gewollt und verursacht worden sein - oder auch nicht. Wenn man annimmt, dass die bewahrende und hegende Aktivität des Schöpfers hinter allem "natürlichen" Geschehen steht, kann man sich verschiedene Möglichkeiten vorstellen, wie dies geschehen könnte. Entweder bestimmt er das Ergebnis jedes Elementarereignisses individuell, oder er lenkt sie kollektiv, z.B. durch Spezifikation einer Gauss'schen Normalverteilung mit Mittelwert und Standardabweichung, oder durch Prinzipien auf einer höheren Ebene, wenn die Einzelereignisse als solche bedeutungslos sind. Oder er könnte chaotische dynamische Systeme mittels weniger Lenkeingriffe völlig unbemerkt leiten. Der Zufall ist keine Alternative zu Gottes Tätigkeit: er könnte die übliche Art darstellen, wie sich uns Gottes schöpferische Tätigkeit "manifestiert".

Es ist wichtig, zu beachten, dass der Theismus keinen "Lückenbüsser-Gott" kennt. Gottes Aktivität ist nicht auf Ereignisse beschränkt, welche die Wissenschaft nicht erklären kann, wie etwa die Ursachen von Urknall oder Elementarereignissen, sondern es steht auch hinter allem gewöhnlichen Geschehen. Kann man sagen, dass natürliches Geschehen, welches man meist für deterministisch hält, eine Folge göttlichen Handelns sei? Ja, die Annahme eines absoluten Determinismus ist verfehlt. Es besteht keine Möglichkeit, herauszufinden, was individuelle Elementarereignisse verursacht oder bestimmt. Aber jedes makroskopische Ereignis ist letztlich zusammengesetzt aus (und abhängig von) Elementarereignissen, die als einzelne einer wissenschaftlichen Erforschung nicht zugänglich sind.

Traditionell glaubt man, dass Schöpfung notwendigerweise ein Wunder bedingt. Aber was ist ein Wunder? Gott ist in seinem erschaffenen Universum ununterbrochen aktiv. Es ist nicht leicht, seine Tätigkeit als Schöpfer von derjenigen als Erhalter zu trennen. Gott kann "*Wunder*" bewirken, die keine gewöhnliche Ursache haben. Aber was auch immer gemäss "*Naturgesetzen*" geschieht, ist ebenso sehr sein Wirken. Naturwissenschaftler erfassen sein normales Wirken als "naturgesetzlich", weil es normal, reproduzierbar und verständlich ist. Wenn es sein gewöhnliches Wirken nicht gäbe, könnten seine "ausserordentlichen" Taten nicht als solche erkannt werden. Zudem kann Gott auch "*Wunder*" vollbringen, die sich völlig im Rahmen der "*Naturgesetze*" bewegen. Ein biblisches Wunder ist ein theologisches Konzept: sein Wesen ist nicht mangelnde Übereinstimmung mit irgendwelchen Gesetzen, sondern die geistliche Botschaft, die Gott damit den davon betroffenen Menschen sendet. Der Begriff des Wunders hilft uns damit nicht unbedingt, Schöpfung zu verstehen. Er könnte sogar Verwirrung stiften.

Bezüglich Gottes Schöpfungsmethode dürfte es angebracht sein, die weit verbreitete Tendenz, drei ganz unterschiedliche Fragestellungen zu vermischen, kurz zu erwähnen:

- (1) Liegt die Urheberschaft des Universums bei Gott oder bei einer autonomen Materie?
- (2) Ist die Erde alt oder jung?
- (3) Gibt es Makroevolution oder nicht?

Die erste Frage erachte ich für einen Theisten als gelöst, ebenso die zweite für einen Naturwissenschaftler, während die dritte offen bleibt. Der Glaube an die Autonomie von Materie-Energie macht Evolution unvermeidlich, Glaube an eine junge Erde macht sie unmöglich, aber Glaube an Schöpfung bedingt kein Vorurteil bezüglich Evolution.

Mutationen in einzelnen genetischen Molekülen sind der Schlüsselpunkt in der Evolution, denn jede denkbare evolutive Entwicklung basiert letztlich auf ihnen. Eine natürliche Mutation in einem DNA-Molekül ist die Folge eines Elementarereignisses, wie z.B. eines C^{14} -Zerfalls oder eines eintreffenden Photons kosmischer Strahlung. Doch es kann Konsequenzen für einen ganzen Organismus haben, der sich aus einer Keimzelle mit dieser DNA entwickelt, und möglicherweise für eine ganze biologische Art. Die physikalische Ursache für einen bestimmten Evolutionsschritt kann daher nie erforscht werden, und es gibt grundsätzlich keinen Ausweg aus dieser Unkenntnis.

Gewöhnlich hält man irgendeinen Selektionsdruck für die Ursache einer bestimmten evolutionären Entwicklung. Indem man dies tut, nimmt man stillschweigend an, dass jede benötigte Struktur automatisch früher oder später durch Mutationen erzeugt werde. Aber das entscheidende Glied in der Kette von Ursache und Wirkung ist nicht die natürliche Selektion, sondern die spezifischen Mutationen, welche die selektierbare Variante erzeugen. Es einfach einen Zufallstreffer zu nennen, bedeutet ein Bekenntnis zur Unwissenheit über die Ursache: der Evolutionsschritt bleibt damit unerklärt.

Der Nachweis einer stochastischen Verteilung zur Charakterisierung von Zufallsereignissen kann die Möglichkeit nicht ausschalten, dass der Schöpfer das präzise Ergebnis vorausbestimmen kann, sollte er dies wollen. Auf jeden Fall hat die Wissenschaft keine Möglichkeit, herauszufinden, was einzelne Elementarereignisse verursacht. Die Behauptung, es gebe "nichts als den Zufall" hinter den Mutationen, ist unwissenschaftlich. Es ist eine Frage des persönlichen Glaubens. Eine derartige Verwendung des Begriffs des Zufalls, die sich als Wissenschaft ausgibt, ist ein Missbrauch des populären Wissenschaftsrespektes.

8. Paradigma "Konflikt" ist unglaublich

Das "Konfliktmodell", d.h. der Glaube, dass Schöpfung und Evolution sich gegenseitig ausschließen, wird gleichermaßen vertreten von den beiden Extrempositionen des dogmatischen Atheismus und des "Kurzzeitkreationismus". Aber trifft es zu? Beide Positionen weisen schwerwiegende Mängel auf. Während die entscheidenden Schwierigkeiten für die *Atheisten* im *naturwissenschaftlichen* Bereich liegen, haben sie die *Kurzzeitkreationisten* mit der *biblischen Theologie*. Das Leugnen eines Schöpfers macht zwar Evolution notwendig, aber das Entstehen von Information, und damit Evolution, eindeutig unglaublich. Auf der anderen Seite macht eine Kurzzeitschöpfung zwar einen Schöpfer notwendig und jegliche Evolution unmöglich, koppelt aber die Schöpfung von der Naturwissenschaft ab und macht damit die biblische Theologie unglaublich.

Es gibt ernsthafte *wissenschaftliche* Argumente gegen die Evolution. Im Wesentlichen laufen sie darauf hinaus, dass natürliche Informationsquellen für die Biosphäre nicht genügen. Allerdings ist dieses Problem nur in einem atheistischen Axiomsrahmen von Bedeutung, nicht in einem theistischen. Wenn nämlich Gott die Quelle aller biologischen Information ist, kann er sie zur geeigneten Zeit auch einfügen. In der Natur findet sich eine enorme Menge an Hinweisen auf Gottes wunderbare Tätigkeit, aber keiner von ihnen hat die Qualität eines mathematischen Beweises. Wahrscheinlichkeitsabschätzungen liefern erstaunliche Resultate, aber die unvermeidbare Unsicherheit bei den benötigten Parametern lässt denjenigen ein Schlupfloch, die sich entschließen, nicht an Gott zu glauben. Gott will aus einer freien Entscheidung geliebt werden, nicht einer erzwungenen. Die *Evidenz für Erschaffung durch Gott* ist zwar logisch *nicht eindeutig*, aber sie ist *überzeugend* für aufrichtig Suchende; sie durchzieht die ganze Schöpfung:

(1) Das anthropische *kosmologische* Prinzip wurde von agnostischen und atheistischen Wissenschaftlern formuliert, die über die kosmologischen Konstanten staunten, welche "gerade genau richtig" waren, um irdisches Leben zu ermöglichen.³⁸ Nur um wenig höhere oder niedrigere Werte von über einem Dutzend Konstanten hätten die Entstehung von Galaxien, Sternen, der Erde, oder der für das Leben benötigten Elemente verhindert. Dieses Prinzip wurde "anthropisch" genannt, um anzudeuten, dass Menschen nicht existieren würden, um diese Tatsache zu beobachten, wenn auch nur eine dieser Konstanten nicht innerhalb einer geringen Toleranzbreite so wäre, wie sie ist.

(2) Ebenso weisen die Umweltbedingungen auf der *Erde* während ihrer ganzen Geschichte eine bemerkenswerte Ansammlung von "Glücksfällen" auf, welche für das Leben förderlich sind.³⁹ Geringe Veränderungen in irgendeinem dieser Parameter könnten die Erde unbewohnbar gemacht haben, wie Venus oder Mars.

(3) Vor allem die Entstehung des *Lebens*, aber auch seine Weiterentwicklung, bedingt eine derart unglaubliche Serie spezifischer molekularer Ereignisse, dass die Wahrscheinlichkeit ihres Eintreffens verschwindend klein ist. Dies trifft bereits für die Funktion der einfachsten Proteindomänen zu, in zunehmend höherer Masse für ganze Enzyme, makromolekulare Komplexe, Organellen, Zellen, Organe und Organismen, ganz zu schweigen von Realitäten wie Seele und Geist.

³⁸ vgl. Fussnote 20.

³⁹ vgl. Fussnote 20.

Vielen Wissenschaftlern sind diese Tatsachen geläufig, und selbst Agnostiker und Atheisten wundern sich. Um ihr statistisches Gewissen zu beruhigen, nehmen einige zu metaphysischen Spekulationen wie der "Viel-Universen-Hypothese" Zuflucht: es könnte eine Vielzahl von Universen ausserhalb des unsrigen geben, und dann müsste, glauben sie, selbst die Entstehung von Leben und Menschen "mit Sicherheit irgendwo vorkommen", selbst wenn die Wahrscheinlichkeit dafür in jedem einzelnen Universum verschwindend klein wäre. Diese grundsätzlich nie überprüfbaren Spekulationen sind natürlich unnötig und irrelevant, wenn ein Schöpfer existiert.

Auf der andern Seite beruhen die üblichen *kreationistischen* Argumente gegen die Evolution auf fragwürdigen Interpretationen der Natur und der Bibel, und oft auf einer deistischen Philosophie. Sie nehmen fälschlicherweise an, Schöpfung und Evolution seien *alternative* Erklärungen innerhalb *derselben*, wissenschaftlichen Kategorie. Aber ein Modell, das statt dessen Schöpfung und Evolution als *komplementäre* Erklärungen aus *unterschiedlichen* Kategorien sieht, könnte sowohl mit der biblischen Theologie als auch mit der Naturwissenschaft verträglich sein.

Gott hat Adam das sogenannte "Kulturmandat" gegeben, indem er ihn beauftragte, seine Herrschaft über die Erde bebauend und bewahrend auszuüben. Es liegt nahe, die Anwendung der wissenschaftlichen Methodik als eine Voraussetzung zur Erfüllung dieses Auftrags anzusehen. Wir sind grundsätzlich in der Lage, die Naturordnung zu verstehen, weil Gott den menschlichen Verstand so schuf, dass er seinem Plan des Universums angemessen ist. Es ist nicht zufällig, dass der Aufbruch der modernen beobachtenden und experimentellen Wissenschaft und Technologie im Kielwasser der Reformation und der Erfindung des Buchdrucks folgte, die zu einem weiterverarbeiteten sorgfältigen Schriftstudium führten.⁴⁰ Daher ist es angemessen, von wissenschaftlichen Untersuchungen übereinstimmende, zuverlässige und wahre Ergebnisse zu erwarten. Aber es wäre nicht vernünftig, in der Natur irreführende, scheinbare Resultate wie ein zu hohes Erdalter zu erwarten, welche durch biblische Offenbarung korrigiert werden müssten. Gott erwartet von Wissenschaftlern nicht, mit Wundern umzugehen, welche die Naturgesetze verletzen.

Es gibt viele Beweise für ein hohes Alter des Universums, der Erde und der Fossilien. Welche Folgen haben sie für die Theologie? Gott wäre sicher in der Lage, auf übernatürliche Weise einen Anschein solcher Alter zu erzeugen, auch wenn die Welt jung wäre. Aber da er - nicht nur in der Offenbarung, sondern auch in der Schöpfung - wahrhaftig ist, dürfen wir solches nicht erwarten. Da viele voneinander unabhängige Beobachtungszusammenhänge auf übereinstimmend hohe Alter hinweisen,⁴¹ ergibt sich eine kumulative Beweiskraft, die wir nicht ignorieren dürfen. Zu behaupten, Gott habe etwas erschaffen, das einen falschen Anschein gibt, würde seine Wahrhaftigkeit in Frage stellen.

9. Paradigma "Harmonie" ist eine glaubwürdige Interpretation

Ist theistische oder kreative Evolution ein Widerspruch in sich selbst, wie es die Kurzzeitkreationisten behaupten? Wenn man die *biblischen* Gegebenheiten sorgfältig untersucht, sind die Argumente *gegen* die Evolution eher schwach.⁴² Dies mag manche Christen, welche der biblischen Offenbarung treu bleiben möchten, überraschen - und ebenso Atheisten, welche sich ihres Anspruchs entledigen wollen. Aber Viele lassen sich eindeutig durch bestimmte Übersetzungen und traditionelle Interpretationen der biblischen Texte irreführen.⁴³ Natürlich stellt dies für das Verständnis der zentralen Inhalte des christlichen Glaubens kein Problem dar, denn diese sind vielerorts in der Bibel in reichlichem Ausmass klargestellt. Es ist offensichtlich, dass Gott als der Schöpfer proklamiert wird. Seine Erschaffungsprozeduren dagegen sind nicht so offensichtlich - sie sind aber geistlich auch nicht lebenswichtig.

Eine sehr bedeutsame Frage, welche in diesem Zusammenhang oft aufgeworfen wird, ist die Irrtumslosigkeit der Schrift. Wenn gezeigt werden könnte, dass die Bibel sich irrt, wenn sie von der Schöpfung spricht, - so wird argumentiert -, könnte man sich auch nicht auf sie verlassen, wenn sie über die Erlösung spricht. Dies ist wahr, denn der christliche Glaube ist von der Wirklichkeit von Gottes

⁴⁰ Jeeves, M.A. (1969), "The Scientific Enterprise and Christian Faith" (London, England: Tyndale); Hooykaas, R. (1973), "Religion and the Rise of Modern Science" (Edinburgh, Scotland: Scottish Academic Press); Miles, S.J. (1985), "The Roots of the Scientific Revolution: Reformed Theology", *Journal of the American Scientific Affiliation* **37**, 158-168; Russell, C.A. (1985), "Cross-currents. Interactions between science and faith" (Leicester, England: Inter-Varsity Press); etc.

⁴¹ vgl. Fussnote 5.

⁴² vgl. Fussnote 3.

⁴³ vgl. Fussnote 3.

Offenbarung abhängig - und daher auch von der Zuverlässigkeit ihres Ausdrucks in der Bibel. Aber dies beantwortet die Frage, ob Schöpfung mit Evolution vereinbar sei, noch nicht. Eine Bewertung gegensätzlicher Behauptungen in diesem Gebiet muss die biblischen Zusammenhänge berücksichtigen, die Originalsprachen, sowie alle Wissenschaften, die vom Thema betroffen sind. Die Wissenschaft zu berücksichtigen bedeutet nicht, dass man fehlbare menschliche Aktivitäten mit Gottes unfehlbarer Offenbarung auf die gleiche Ebene stellen würde. Die Gültigkeit gewisser Interpretationen wie den Kurzzeitkreationismus zu bestreiten heisst nicht Gottes Wort in Frage zu stellen. Die Schöpfung ist ebenso sehr Gottes Werk wie die Bibel. Eine Beurteilung von Modellen der Naturwissenschaft und Bibelinterpretation führt mich dazu, folgende Vereinbarkeiten zwischen den Konzepten der beiden verschiedenen Kategorien zu postulieren:

(1) *Schöpfung* könnte sehr wohl mit *Evolution* vereinbar sein. Die Behauptung, Schöpfung beinhalte notwendigerweise einen momentanen Schöpfungsakt, ohne Verwendung von Ausgangsmaterialien oder vermittelnde Prozesse, steht im Widerspruch zu verschiedenen biblischen Beispielen. Gott ist in den sogenannten "natürlichen" Ereignissen ständig am Werk. Dies wird sogar gelegentlich mit dem hebräischen Wort "bara" (oder griechisch "ktizo") beschrieben, das ausdrücklich Gottes Schöpfungswirken bezeichnet. Die Idee, Schöpfung sei ausschliesslich reines Wundergeschehen, beschränkt Gottes Tätigkeit auf das Erschaffen aus nichts und ignoriert sein Erhalten, Lenken und seine Fürsorge. Sie ist daher deistisch, nicht theistisch.

(2) Die Schöpfungs-"Tage" von 1. Mose 1 könnten sehr wohl *Epochen* unbestimmter Länge darstellen, möglicherweise überlappend. Dies kann angenommen werden, ohne im Geringsten den Text weniger "wörtlich" zu lesen.⁴⁴ Wenn man 1. Mose 2,4 (im unmittelbaren Zusammenhang!) und andere Schriftaussagen in Betracht zieht, erweist sich die Kurztage-Interpretation als eine willkürliche, welche zudem die Verwerfung empirischer Beobachtungen verlangt.⁴⁵

(3) Göttliche *Vorsehung* könnte sehr wohl mit dem Vorkommen von *Zufalls*-Ereignissen vereinbar sein. Zufall im wissenschaftlichen, nicht philosophischen Sinn ist eine Beschreibung des natürlichen Funktionierens der Schöpfung, so wie der Schöpfer es gegeben hat. Als Erhalter oder Versorger verwendet Gott eindeutig Geschehnisse, welche wir auf der wissenschaftlichen Ebene nur als Zufallsergebnisse bezeichnen können.

(4) Gottes *Güte* könnte sehr wohl mit der *natürlichen Selektion* vereinbar sein. Zwar ist geschöpfliches Leiden untrennbar mit dem täglichen Funktionieren der Biosphäre vermengt. Aber dies hat mit Evolution an sich nichts zu tun. Wir mögen es als unvereinbar mit Gottes Güte ansehen - und es daher dem Fall eines Geschöpfes mit Willensfreiheit zuschreiben. Aber wir dürfen in dem, was in der Natur geschieht, auch Gottes vorausschauende Fürsorge nicht verneinen. Zudem ist das populäre Konzept der natürlichen Selektion mehr durch die seit dem 19. Jahrhundert übliche atheistische Philosophie geprägt als durch die Wissenschaft.⁴⁶ Wir müssen die einseitige philosophische Metapher des "Kampfes ums Überleben" durch das wissenschaftliche Konzept der differentiellen Fortpflanzung ersetzen. Und Turniere zwischen Computerprogrammen zeigten sogar, dass die "blinde" natürliche Selektion etwas fördern kann, was wir als nettes und faires Verhalten bezeichnen würden.⁴⁷

(5) Gottes *Schöpfungs*-Tätigkeit könnte sehr wohl mit der Existenz des biologischen *Todes* vereinbar sein. Theologisch hat der Tod zwar eine negative Bedeutung. Aber dies trifft sicher nicht zu auf den Tod von Pflanzen oder den programmierten Zelltod (Apoptose), der mit der Individualentwicklung und der körperlichen Erneuerung in Tieren und Menschen untrennbar verbundenen ist. Da es schon seit Hunderten von Jahrtausenden tierisches Leben gegeben hat, ist auch der individuelle Tod von Tieren logisch unvermeidbar. Können wir uns aber darauf verlassen, dass unser Gefühl, der tierische Tod sei schlecht, auch der Sicht Gottes entspricht? Wir können sicher nicht behaupten, die Zubereitung der irdischen Umwelt für den Menschen sei nicht von Gott geplant gewesen, obwohl sie durch natürliche Prozesse geschah und einige Milliarden Jahre dauerte. Was immer nach diesen Ausnahmen an negativen Aspekten des Todes verbleibt, könnte man theologisch entweder dem Fall Satans zuschreiben,

⁴⁴ vgl. Fussnote 3.

⁴⁵ vgl. Fussnote 5.

⁴⁶ Moore, J.R. (1979), "The Post-Darwinian Controversies. A study of the Protestant struggle to come to terms with Darwin in Great Britain and America 1870-1900" (Cambridge, England: Cambridge University Press); Livingstone, D.N. (1987), "Darwin's Forgotten Defenders. The Encounter Between Evangelical Theology and Evolutionary Thought" (Grand Rapids, MI: Eerdmans).

⁴⁷ Axelrod, R. & Hamilton, W.D. (1981), "The Evolution of Cooperation", *Science* **211**, 1390-1396; Axelrod, R. & Dion, D. (1988), "The Further Evolution of Cooperation", *Science* **242**, 1385-1390.

oder möglicherweise einem zeit-übergreifenden Aspekt des menschlichen Falls. Dies würde der Tatsache entsprechen, dass auch die erlösende Wirkung von Christi Tod die Zeit transzendiert, indem sie, geistlich gesehen, "Folgen rückwärts in der Zeit" hat. Und schliesslich scheinen gewisse Auswirkungen von Gottes Vorsehung im Leben von Gläubigen darauf hinzuweisen, dass sogar im Bezug auf das menschliche Leben die negativen Aspekte des biologischen Leidens und Sterbens nicht unverhältnismässig betont werden dürfen. In Gottes Sicht ist unser geistliches Sterben und Leben, das eine Ewigkeitsbedeutung hat, sehr viel wichtiger.

10. Schöpfung - Offenbarung und Freiheit

Wenn uns die Bibel nicht direkt sagt, wie Gott alles erschuf, gibt sie uns vielleicht einige indirekte Hinweise zu seiner "normalen Handlungsweise". Gibt es Parallelen zwischen Gottes Vorgehensweise in Schöpfung und Offenbarung? Gottes zentrale Offenbarung ist seine Menschwerdung in Jesus Christus. Jesus erschien in vollkommen menschlicher Form, mit menschlicher Schwachheit behaftet (aber ohne Sünde). Gottes schriftliche Offenbarung an uns geschah durch menschliche Autoren, in ihrer Denkweise, von ihrer Kultur geprägt, in menschlichen Sprachen. Die Manuskripte wurden kopiert, gelegentlich mit ein paar wenigen Abschreibfehlern, und alle Originale gingen verloren. Der Kanon wurde durch fehlbare Menschen festgehalten.

Aber daraus folgt noch nicht, dass die Bibel Fehler enthalten müsse. Ich glaube, dass Gott seine Hand über den Vorgängen gehalten hat - aber er tat es im Verborgenen. Der Menschheit ein übernatürlich geschriebenes Buch in perfekter und unzerstörbarer Form zu geben würde nicht Gottes Handlungsart entsprechen, die wir aus den Schriften kennen. Seine Selbstoffenbarung durch seinen Sohn und durch die Schrift lässt dem Menschen die Freiheit, zu glauben oder nicht zu glauben. Es gibt keine Fakten, welche seine Urheberschaft logisch beweisen. Zustimmung bleibt eine Sache der Glaubenshingabe.

Gibt uns die Bibel irgendwelche spezifischeren Angaben über die göttlichen Schöpfungsmethoden, welche man mit den empirischen Beobachtungsdaten vergleichen könnte? Was bezeugt die Bibel über die göttliche Urheberschaft der Schöpfung, und wie tut sie es?

"... weil das von Gott Erkennbare unter ihnen offenbar ist, denn Gott hat es ihnen geoffenbart. Denn sein unsichtbares [Wesen], sowohl seine ewige Kraft als auch seine Göttlichkeit, wird von Erschaffung der Welt an in dem Gemachten wahrgenommen und geschaut, ..." (Römer 1, 19-20, Revidierte Elberfelder Übersetzung).

"Der Glaube aber ist ... ein Überführtsein von Dingen, die man nicht sieht. ... Durch Glauben verstehen wir, dass die Welten [oder: Weltzeiten] durch Gottes Wort bereitet worden sind, so dass das Sichtbare nicht aus Erscheinendem geworden ist." (Hebräer 11, 1.3)

"Du tust deine Hand auf: Sie [die Tiere] werden gesättigt mit Gutem. ... Du nimmst ihren Lebensatem weg: Sie vergehen und werden wieder zu Staub. Du sendest deinen Lebenshauch aus: Sie werden geschaffen [bara!]; du erneuerst die Flächen des Ackers." (Psalm 104, 28-30)

Diese Aussagen sind seltsam zweideutig bezüglich der Frage, wie Gott erschafft! Sind dies sichtbare oder unsichtbare Wirklichkeiten, die hier beschrieben werden, - natürliche oder übernatürliche? Es ist ein echter Fall komplementärer Aspekte der gleichen Wahrheit. Jedermann kann die Realität der Schöpfung klar sehen - und doch ist es nur durch Glauben, dass man diese Beweise als zwingend erkennt. Die biologischen Vorgänge, von denen im Psalm die Rede ist, geschehen auf "natürliche" Weise - und doch heisst es, sie widerspiegelten Gottes Erschaffen, seine unvergleichliche, übernatürliche Schöpfertätigkeit.

Gott offenbart sich seinen menschlichen Geschöpfen durch die erschaffene Ordnung und durch die Schrift. Aber er verwendet in seiner Offenbarung keinerlei Zwang, nicht einmal einen zwingenden logischen Beweis. Weshalb diese Zurückhaltung? Ein Beweis der Unmöglichkeit von Evolution, z.B. durch Aufzeigen, dass die Erde nur wenige tausend Jahre alt sei, würde einen einfachen, unwiderlegbaren Beweis für die Existenz eines Schöpfers ergeben. Schon dies allein aber macht die Möglichkeit eines solchen Beweises mindestens sehr zweifelhaft. Es existiert zwar eine ehrwürdige Tradition von "Gottesbeweisen", aber diese sind wohl eher als philosophische oder moralische Argumente gemeint, wie dasjenige des Paulus in Römer 1, 19-20, nicht als wissenschaftliche oder logische Beweise. Gott erschafft die Menschen als individuelle Persönlichkeiten, als echte Gegenüber, und er respektiert die Würde, die er ihnen zu geben bereit war. Er braucht liebende moralische Überzeugungskraft und lässt

ihnen die Entscheidungsfreiheit. Es scheint, dass zum Schutze der menschlichen Freiheit die Beweise für göttliche Schöpfung in logischer Nichteindeutigkeit verborgen sein müssen. Gott hat den Schleier der Stochastik über seine Fussspuren geworfen. In diesem Leben wandeln wir "durch Glauben, nicht durch Schauen" (2. Korinther 5, 7).

Da keine andere wissenschaftliche Hypothese formuliert worden ist, gibt es gegenwärtig keine Alternative zur Evolution als Gottes Schöpfungsmethode. Und für Christen, welche an die volle Inspiration der Schrift glauben, ist Evolution sogar eine sehr attraktive Wahl!⁴⁸ Es scheint zwischen den Entwicklungsprozessen in der Natur und der Weise, wie Gott gemäss der Schrift mit seiner Schöpfung umgeht, eine innere Übereinstimmung zu bestehen.

⁴⁸ vgl. Fussnote 22.