



Michelangelo-Darstellung des Schöpfungsakts, künstliches Riesenmolekül\*: „Eine unvorstellbar große Zahl belebter Weltkörper“

## Entstehung des Lebens: „Ein See aus Ursuppe“

Zufall oder Notwendigkeit, kosmischer Aberwitz oder gnädiger, einmaliger Schöpfungsakt Gottes, wie Michelangelo ihn sah? Die Frage nach dem Ursprung des Lebens auf der Erde oder auch im Universum beschäf-

tigt nach den Theologen nun die Biochemiker. Jüngster Befund, vorgetragen von dem Frankfurter Forscher Reinhard W. Kaplan: Die Wahrscheinlichkeit für den Ur-Kick ist bestimmt nicht geringer als eins zu einer Billiarde.

**G**iftige Gasschwaden umhüllten die Erde, auf ihre Oberfläche prasselten Meteoriten-Schwärme nieder. Aus der berstenden Erdkruste quollen Lavaströme, und unablässig durchzuckten die Blitzschläge urzeitlicher Gewitter das Inferno.

Auf dem Schlachtfeld tobender Naturgewalten, wie es die Erde vor mehr als drei Milliarden Jahren darbot, fiel eine Entscheidung von kosmischer Tragweite: Damals regten sich, unter Wetterleuchten und Meteoriten-Schauern, in den Tümpeln und Seen der brodelnden Urlandschaft die ersten Keime irdischen Lebens — vielleicht des Lebens überhaupt.

Was sich in der wüsten Frühzeit des Planeten, als das Leben begann, ereignet hat, wie aus toter Materie allmählich die Bausteine des Lebens, später sich fortzeugende Organismen entstanden sind — der Antwort auf diese Fragen sind die Forscher in den letzten Jahren immer rascher nähergekommen.

Nun aber ist die noch junge Wissenschaft vom Ursprung des Lebens, die Biogenetik, auf ein Problem gestoßen, das an die vertrackten Denkaufgaben mittelalterlicher Scholastiker erinnert: Hat bei der Entstehung belebter Materie, so lautet die fundamentale Frage der Biogenetiker, der Zufall die Weltstunde regiert oder gleichsam ein seit Ewigkeit vorgefaßter Schöpfungsplan?

Am Anfang zumindest, darin sind sich die Forscher einig, kann nur der Zufall gestanden haben: „Wir wissen jetzt“, so formulierte es der amerikanische Biochemiker Cyril Ponnampuruma, „daß irgendwann einmal die richtigen Moleküle zur rechten Zeit in der richtigen Mischung zusammengetroffen waren — und das Leben konnte fast sofort beginnen.“

Von einem „Zufallsstart“ des Lebens spricht auch der westdeutsche Nobelpreisträger und Chemie-Professor Manfred Eigen. Doch Eigen, Direktor des Göttinger Max-Planck-Instituts für physikalische Chemie, räumt ein, daß die zufällige Entstehung selbst einfacher Lebensformen, etwa einzelner Zellen oder Viren, „so unwahrscheinlich ist“, daß sie „einem Wunder gleichkäme“.

Denn wie die Biochemiker nachgewiesen haben, sind schon die primitivsten Formen des Lebens überaus komplizierten Mechanismen vergleichbar — die Chance, daß ein solches Gebilde durch Zufall hätte entstehen können, liegt nach Ansicht auch des französischen Biologen Jacques Monod „nahe bei Null“.

Wie Monod, dessen Buch „Zufall und Notwendigkeit“ inzwischen zum Bestseller wurde, so hielt ursprünglich auch der Frankfurter Biologe Reinhard W. Kaplan die Chance einer rein zufäl-

ligen Entstehung des Lebens für „so klein“, daß möglicherweise „Leben nur ein einziges Mal im All ... nämlich auf der Erde“, erschienen sei.

Doch als Kaplan, Direktor des Instituts für Mikrobiologie an der Universität Frankfurt, jüngst den Versuch unternahm, die Lebens-Chance aufgrund statistischer Berechnungen genauer als bisher abzuschätzen, kam er zu einem Ergebnis, das ihn selber überraschte: Die Entstehung von Leben, so entdeckte er, muß nicht als kosmisches „Wunder“ gewertet werden, sondern kann als ebenso „normal“ (Kaplan) gelten wie etwa die Geburt neuer Gestirne.

Die Wahrscheinlichkeitsrechnungen Kaplans, veröffentlicht in der jüngsten Ausgabe der „Umschau in Wissenschaft und Technik“, gründen sich auf eine Fülle von Erkenntnissen, die erst in neuerer Zeit gewonnen werden konnten und die einer Vielzahl von Wissenschaftsgebieten entstammen — vor allem der Biochemie: Sie eröffnete den Biogenetikern einen Einblick in die „Schlüsselprozesse“ (Kaplan) des Lebens, die Fähigkeit belebter Materie zur Vermehrung, zur Vererbung und schließlich zum Erbwandel (Mutation), der die Entfaltung aller existierenden Lebensformen ermöglicht hat.

Im Mittelpunkt der biochemischen Vorgänge, die diese drei Charakteristika des Lebens hervorbringen, steht das Zusammenspiel zweier Molekülgruppen

\* Elektronenmikroskopische Aufnahme eines im Labor erzeugten Gens.

— der sogenannten Nukleinsäuren und der Proteine (Eiweißstoffe). Beide gehören zur Gattung der Riesenmoleküle, die aus Tausenden von Atomen und Atomgruppen bestehen und denen ein ebenso detaillierter wie verzwickter Bauplan zugrunde liegt. Bruchstücke der beiden Grundstoffe des Lebens — Aminosäuren, Zuckermoleküle oder Phosphate — hatten sich nach Ansicht der Wissenschaftler vor rund 3,5 Jahrmilliarden massenhaft auf der Erde angehäuft und bildeten, in Gewässern zusammengeschwemmt, eine chemische „Ursuppe“ (so die Forscher), deren Ingredienzen sich ständig zu neuen Verbindungen vereinigten.

Unter dem Einfluß elektrischer Entladungen in der Atmosphäre, dem Bombardement von Meteoriten und radioaktiver Strahlung aus der Erdtiefe konnten sich in der Ursuppe, wie Biogenetiker Kaplan annimmt, neben zahllosen anderen Substanzen auch gewisse Vorformen des Lebens bilden, sogenannte Protobionten — seltene Erzeugnisse eines kosmischen Zufalls.

Nur ganz vereinzelt zwar, doch zahlreicher, als bislang vermutet wurde, wuchsen laut Kaplan in der Ursuppe die Keimlinge künftigen Lebens heran. Primitive Protobionten, so errechnete Kaplan, seien schon in den Pfützen und Tümpeln der irdischen Frühzeit immer wieder entstanden; mindestens ein einziger, schon höchst kompliziert gebauter Lebenskeim sei jeweils in rund 100 000 Tonnen vermischter Ur-Chemikalien vorgekommen — dafür wäre, so Kaplan, „ein See aus Ursuppe von etwa 10 km<sup>2</sup> Fläche erforderlich“.

Viele verschiedene Keim-Arten konnten sich laut Kaplan in der Ursuppe entwickeln: Ein bestimmter Protobionten-Typ aber habe schließlich „alle Fährnisse“ der Frühphase durchgestanden — „der Urahn ‚unseres‘ Organismenreichs“.

Kaplans Berechnungen gehen von der Überlegung aus, daß der Zufall für seine Experimente mit dem Leben viele hundert Jahrmillionen aufwandte — Zeit genug für den Aufbau der noch einfach konstruierten Protobionten, glaubt Kaplan. „Es gab ja“, so erläutert er, „noch keinen Darwinschen Wettbewerb mit hochentwickelten Konkurrenten.“ Als der begann, hatte der Zufall ausgespielt, und die Entwicklung des Lebens geriet fortan in eine rasante Beschleunigung.

Anderswo im Weltall freilich, so resümiert Kaplan, könne der Zufall sein Spiel von neuem beginnen: Aufgrund seines Wahrscheinlichkeits-Kalküls hält Kaplan es für durchaus möglich, daß allein im Milchstraßensystem, zu dem die Erde gehört, noch viele Millionen Gestirne existieren, auf denen Leben entstehen oder entstanden sein könnte.

Und im ganzen Universum, so taxiert der Frankfurter Professor, „müssen wir mit einer unvorstellbar großen Zahl beliebter Weltkörper rechnen“.

## FESTSPIELE

### Orgie im Kopf

**Neu-Bayreuth lebt wieder auf: Zur Eröffnung der 22. Richard-Wagner-Festspiele nach dem Krieg inszenierte der DDR-Regisseur Götz Friedrich einen sozialkritischen „Tannhäuser“.**

Die Ära mutiger Versuche und Widersprüche“, so meldete die „Zeit“ 1970 aus Bayreuth, „ist endgültig vorbei“ — in Richard Wagners Festspielhaus herrsche nur noch „das konsumable Mittelmaß der Etablierten“.

Der Abgesang kam zu früh: Im Sommer 1972 bietet Wolfgang Wagner, der so oft Verachtete, nun endlich doch ein großes Spektakulum — wenn nicht als Regisseur, so immerhin als Festspielchef; sechs Jahre nach dem Tod des vielgerühmten Bruders Wieland

Ertl und Dohnanyi, der DDR-Ministerialbeamte Schrader, die Münchner Herren Goppel, Vogel und Strauß sowie, als Begum-Ersatz, der Minnesänger Udo Jürgens — begutachten, wen Wolfgang Wagner sich, sehr zum Entsetzen seiner Mutter, Frau Winifred, da auf den grünen Hügel geladen hatte.

Es ist Götz Friedrich, Oberspielleiter an Walter Felsensteins Komischer Oper in Ost-Berlin, und er gilt neben Felsenstein als der bedeutendste Vertreter eines Musiktheaters, das sich (nach Friedrich) „gegen die bloß kulinarische, gegen eine rein konventionelle, gegen eine gesellschaftlich irrelevante Opernpflege“ wendet — mit dem Ziel „die Veränderbarkeit und Veränderungswürdigkeit von Verhältnissen aufzudecken“.

Friedrich, der abgehetzt und mit abgerissenen Jackenknöpfen in Bayreuth ankam, hat gerade beim Holland-Festival Verdis „Falstaff“ als „mythologischen Clown“ auf die Bretter gestellt.



Friedrichs „Tannhäuser“ in Bayreuth: „Einen unangenehmen Ton gesungen“

waltet Wolfgang in der Rolle des Retters von Neu-Bayreuth, das sich jetzt in ein noch neueres Bayreuth verjüngen soll.

„Wir müssen“, so hatte er sich gesagt, „jüngere Regisseure sieben und sichten und dem Werk Richard Wagners konfrontieren.“

Weil aber der gesichtete Italiener Giorgio Strehler „etwas problematisch in seinen Zu- und Absagen ist“, überließ Wolfgang Wagner das großväterliche Jugendwerk „Tannhäuser“ zur einzigen Neu-Inszenierung dieses Sommers einem 42jährigen Regisseur, der noch nie Wagner inszeniert und von dem er auch nie zuvor eine Inszenierung gesehen hatte.

Am vergangenen Freitag, zur Eröffnung der 22. Festspiele nach dem Krieg, durfte der erste Schub von 1930 Gästen — voran die Bundesminister Genscher,

er will gleich anschließend in Schweden „Cosi fan tutte“ und „Jenufa“ inszenieren, in Wien warten schon „Moses und Aron“. Dies ist sein internationaler Durchbruch, und Bayreuth soll die wichtigste Etappe dabei sein.

Bei diesem Schritt fühlt sich der Regisseur ein wenig „wie der Reiter über den Bodensee“ — vielleicht aber auch wie Tannhäuser selbst, der romantische Sänger und Abenteurer, den er nun der — wie immer kräftig von französischen Wagnerianern durchsetzten — Bayreuther Sommergesellschaft präsentiert.

Und zwar zeigt er ihn nicht, wie Wieland Wagner in drei spektakulären Inszenierungen, als den „in Geist und Trieb gespaltenen“ und „haltlos schwankenden Einzelgänger“, sondern als „suchenden Künstler, der sich gleichzeitig als gesellschaftliches Wesen ver-