

Ist das organische Leben zufällig entstanden?

überarbeitete und erweiterte Fassung eines Vortrags, gehalten auf dem 24. Bad Honnefer Winterseminar am 18. Januar 2020¹

eine Kurzfassung ist veröffentlicht in: Kurt Roessler (Hg.), *Ursprung des Lebens*, Bornheim 2020, S. 102–109

korrigierte Version, 29.08.2024

Inhaltsverzeichnis

1. Teleologischer Gottesbeweis als Motivation.....	2
2. Organisches Leben und seine Komplexität.....	3
3. Das Unwahrscheinlichkeitsproblem und der evolutionstheoretische Lösungsversuch.....	4
4. Die verbleibende Unwahrscheinlichkeit einer zufälligen Entstehung der Urzelle.....	5
5. Lässt sich die Unwahrscheinlichkeit akzeptieren und ihre Annahme plausibilisieren?	8
6. Wege zur Reduktion der Unwahrscheinlichkeit.....	10
7. Selbstorganisation als Lösung?	11
8. Fazit.....	12

¹ Das Winterseminar fand statt vom 15. bis 18. Januar 2020 im Physikzentrum Bad Honnef.

1. Teleologischer Gottesbeweis als Motivation

Eine Motivation, sich mit der Titelfrage zu befassen, ist die Gottesfrage. Eines der klassischen drei rationalen Argumente für die Existenz Gottes, nämlich das sog. *teleologische Argument*, das oft von naturwissenschaftlich interessierten Theologen oder theologisch interessierten Naturwissenschaftlern vorgebracht wurde und wird, beginnt mit dem Hinweis auf zielbestimmte Strukturen in der Welt; daher der Name „teleologisch“, von griech. „Telos“, das Ziel. Dabei betrachtet man oft erstaunliche komplexe und harmonische Ordnung im Bereich des Lebens, und fragt nach möglichen Erklärungen für ihr Zustandekommen. Grundsätzlich kommen drei Erklärungen in Betracht: Die Ordnung könnte

- (1) durch *Zufall* entstanden sei, oder
- (2) aus einer uns heute noch verborgenen naturgesetzlichen *Notwendigkeit* resultieren, oder
- (3) auf intelligente *Planung* durch einen oder mehrere „Weltordner/Designer“ zurückgehen.

Man versucht nun, die Optionen (1) und (2) – also „Zufall und Notwendigkeit“ – dadurch unplausibel zu machen, dass man den in Option (1) anzunehmenden Zufall als außerordentlich groß erweist, und die hinter Option (2) stehende Vermutung als unglaublich zurückweist. So ergibt sich, dass Option (3), also die Annahme intelligenter Planung, die wahrscheinlichste und am besten begründete Erklärung ist. Am Ende versucht man oft noch, zu begründen, warum es im Rahmen dieser Option am vernünftigsten erscheinen kann, eher *einen einzigen* als mehrere Weltordner anzunehmen, und warum dieser Weltordner auch viele weitere mit „Gott“ assoziierte Wesenseigenschaften haben sollte wie große Macht, großes Wissen, Wohlwollen etc.

Eine solche Argumentation trifft bei heutigen Naturwissenschaftlern oft auf starke Vorbehalte. Das hat zum einen den Grund, dass manche Vertreter solcher Argumente dem Umfeld des *Kreationismus* angehören: Eine Bewegung, die die heutige Wissenschaft auf breiterer Front in Frage stellt, indem sie den Genesisbericht der Bibel vollkommen wörtlich nimmt. Zum anderen ist die moderne Naturwissenschaft bestrebt, *rein natürliche* und *nicht-personale* Erklärungen zu liefern, die im Gegensatz zu dem stehen, was Befürworter eines teleologischen Arguments plausibel machen wollen.

Hierzu ist kritisch anzumerken, dass es das Ziel jeder vorurteilsfreien Forschung sein müsste, *die wahre Erklärung* aufzufinden, ganz gleich, in welche Kategorien sie fällt: ob sie am Ende natürlich oder übernatürlich, personal oder nicht personal ist. Darum wäre es zu begrüßen, wenn nach natürlichen Ursachen suchende Wissenschaftler und Kritiker des Naturalismus sich gegenseitig zuhören, wenn die einen eine möglichst weitreichende natürliche Erklärung zu geben versuchen, während die anderen auf die verbleibenden Lücken und Unzulänglichkeiten einer solchen Erklärung hinweisen. So könnte man durch Zusammenarbeit den Phänomenen besser auf den Grund gehen, als durch gegenseitige Polemik und Ausgrenzung. Sollte sich am Ende herausstellen, dass eine vollständig befriedigende natürliche Erklärung der organischen Lebensphänomene gefunden wird, würde dies im Übrigen nicht heißen, dass damit die Gottesfrage erledigt wäre; sie wäre dann nur „nach hinten“ verschoben. Denn „Gott“ könnte immer noch die Antwort auf die grundsätzlichere Fragen sein wie etwa diejenige, worin die Naturgesetze gründen, die das Leben erklären, oder wem das Universum als Ganzes seine Existenz verdankt, in dem diese Gesetze gelten. – Es mag viele überraschen, aber die ganz großen modernen Naturwissenschaftler, die sich mit der Frage der Entstehung organischen Lebens befassten und auf die die wichtigsten heutigen Theorien dazu zurückgehen, standen einer rein physikalisch-materialistischen Erklärung der Lebensentstehung auf der Erde (die sich heute viele eingeschworen atheistische Naturforscher im Gefolge von Richard Dawkins zu erhoffen scheinen) skeptisch bis ablehnend gegenüber.²

Im Folgenden wird vor dem Hintergrund dieser Debatte die Frage gestellt, *inwieweit der Zufall bei der Entstehung des Lebens eine Rolle gespielt haben kann*. Dazu muss das organische Leben zunächst genauer beschrieben werden.

² Charles Darwin (1809–1882) war nach eigener Aussage niemals Atheist, sondern schwankte zeitlebens zwischen Agnostizismus und eindeutigem Theismus hin und her. – Alfred Russel Wallace (1823–1913), Darwins treuer Mitstreiter, der als Mitbegründer der Evolutionstheorie gelten kann, erklärte, dass im Verlauf der Evolution an drei Stellen eine neue Ursache oder Kraft „aus der Welt des Geistes“ in Aktion getreten sein müsse: Bei der Entstehung der erste Zelle, bei der Entstehung des Bewusstseins der ersten Tiere, und bei der Entstehung des Selbstbewusstseins des Menschen (vgl. Wallace, Darwinism, London/New York, 2. Aufl. 1889, S. 474–476). – Alexander Oparin (1894–1980), der als erster eine chemische Evolutionstheorie konzipierte, war zwar Atheist und Materialist, glaubte aber an die Mitwirkung höherer, über die rein mechanistischen Gesetze erhabener Kräfte bei der Entstehung des Lebens. – Theodosius Dobzhansky (1900–1975), der Begründer der modernen synthetischen Evolutionslehre, war praktizierender orthodoxer Christ und glaubte, dass Gott das Leben „durch Evolution“ erschaffen habe. – Auch Carl Woese, der Begründer der heute im Bereich der chemischen Evolutionsforschung prominenten „RNA-Welt“ Hypothese, war Theist und erklärte, der Atheismus sei nicht „based on science“, sondern „an alien invasion of science“. – Auch Francis Crick (1916–2004), der DNA-Entdecker und Nobelpreisträger, war kein Atheist, sondern Agnostiker, und sah persönlich trotz seiner Beiträge zur RNA-Welt-Hypothese die naturalistische Lebensentstehung auf der Erde als unannehmbar unwahrscheinlich an („at present, the gap from the primal 'soup' to the first RNA system capable of natural selection looks forbiddingly wide“), so dass er sich der These anschloss, das Leben müsse im All präexistiert haben. Darin folgte er dem atheistischen Kosmologen Fred Hoyle (1915–2001), der noch radikaler war und eine Entstehung des Lebens aus Unbelebtem gänzlich ausschloss, indem er das Leben ebenso wie Materie und Bewegung als eine „schon immer“ im Universum anwesenden Konstante ansah. – Alle hier genannten Top-Wissenschaftler lehnten also die Thesen von der rein materialistischen Ursache für das Leben auf der Erde ab oder begegneten ihr mit Skepsis.

2. Organisches Leben und seine Komplexität

Aristoteles folgend, kann man *organisches Leben* durch die Hinordnung auf drei Tätigkeiten definieren (die demzufolge die hauptsächlichen „Lebensäußerungen“ des organischen Lebewesens sind): *Wachstum* (d.h. Selbstaufbau und -entfaltung), *Ernährung* (individuelle Selbsterhaltung durch Stoffwechsel) und *Fortpflanzung* (kollektive Selbsterhaltung durch Replikation).³ Manche führen noch die *Selbstreparatur* bei Beschädigung als weitere charakteristische Tätigkeit hinzu. Im Kontext der modernen Naturwissenschaft kann man sagen: Lebewesen haben die Tendenz zur *Selbstbehauptung* im Sinne von Ausbildung, Aufrechterhaltung und Vergrößerung unwahrscheinlicher (entropie-ärmer), sinnvoll geordneter Strukturen,⁴ was die Tendenz mit sich bringt, fortwährend gegen die für die nichtlebende Umwelt geltende Gesetzmäßigkeit der „*Entropiezunahme*“ (der Zunahme der Unordnung) anzukämpfen. Zur Erklärung dieser erstaunlichen Tendenz schlossen manche Philosophen auf die Existenz einer nicht-materiellen Kraft, die von einer nicht-materiellen Komponente („Seele“) des Lebewesens ausgeht. Hierfür gibt es gute Argumente, aber im Rahmen unseres Themas müssen wir davon absehen und uns auf die der physikalisch-chemischen Analyse zugängliche *materielle Komponente* der Lebewesen konzentrieren. Diese materielle Komponente setzt sich bei allen uns bisher bekannten Lebewesen aus *Zellen* zusammen: kleine, durch eine halbdurchlässige Membran von der Umgebung abgesonderte Einheiten, in denen relativ selbstständig die elementarsten Lebensprozesse ablaufen, und die – falls das Lebewesen aus mehreren Zellen besteht – zu den Lebensäußerungen des Lebewesens zusammenwirken. Eine Zelle ist nicht – wie man einst dachte – ein einfaches, strukturschwaches Gebilde, sondern sie ist mit einer komplexen vollautomatisierten chemischen Fabrik vergleichbar, die nach dem Chemiker und Nobelpreisträger Linus Pauling (1901–1994) „komplexer als New York City“ ist.⁵ Die in der Zellkern-DNA gespeicherte „Software“ enthält, wie der Evolutionsbiologe Richard Dawkins (* 1941) erklärt hat, F „mehr Informationen als alle 30 Bände der Encyclopedia Britannica“.⁶ Die Atome, aus denen die Moleküle der Zelle bestehen, sind hauptsächlich Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H), Sauerstoff (O) und Stickstoff (N), die sich zu organischen Molekülen verbinden. Dazu gehören zwanzig verschiedenen Aminosäuren und fünf Nukleobasen (die mit A, C, G, T und U abgekürzt werden): relativ kleine Moleküle, die sich zu den großen Makromolekülen in der Zelle zusammensetzen, die die Lebensprozesse steuern und ausführen. Zu diesen Makromolekülen gehören vor allem die sog. *Proteine* (alias *Eiweiße*): das sind molekulare Maschinen, die die Lebensprozesse ausführen, die also die *Hardware* der Lebensprozesse in den Zellen sind, wobei etwa 2000 verschiedene Arten von Proteinen für die Lebensprozesse in *jeder Zelle* unbedingt notwendig sind.⁷ Jedes Protein ist eine Kette von durchschnittlich etwa 300 Aminosäure-Molekülen in einer ganz bestimmtem Reihenfolge. Ein noch weit größeres Makromolekül als die Proteine ist die sog. *DNA*, in der die verschiedenen Aminosäuren in einer bestimmten (und für die besondere Funktion des Proteins wichtigen) Abfolge erscheinen. Sie ist der Speicher der Erbinformation und das komplexeste Molekül ist, das wir kennen. Sie liegt in fast jeder Zelle vor und hat die Gestalt einer spiralförmigen Strickleiter, deren Sprossen eine Sequenz der vier Nukleobasen A,C,G,T ist, die als „Buchstaben“ eines Programm-Codes fungieren, der den Bauplan (also die *Software*) des Lebewesens enthält. Die in 46 Einheiten, den sog. *Chromosomen*, vorliegende Gesamt-DNA des Menschen enthält eine Sequenz von 3,2 Milliarden dieser „Buchstaben“ und hätte auseinandergezogen eine Länge von über 2 Metern. Nun lautet die konkrete Frage: Können so komplexe Strukturen, wie wir sie in jeder Zelle vorfinden, durch Zufall entstanden sein?

³ Die hier angegebene Definition baut auf einer relativ klaren philosophischen Denktradition auf. Dagegen gibt es neuere Definitionsversuche von naturwissenschaftlicher Seite, die philosophisch gesehen als unzureichend erscheinen; einige davon sind zu finden bei Horst Rauchfuß, *Chemische Evolution und der Ursprung des Lebens*, Berlin: Springer 2005, S. 14–20. Hier lautet die erste Definition: „Leben ist ein sich selbst erhaltendes chemisches System, das zur Darwinschen Evolution fähig ist“, womit schon per Definition ausgeschlossen wäre, dass es Leben ohne die Fähigkeit zur Darwinschen Evolution geben könnte. Das dürfte viel zu eng sein, denn hier wären Lebewesen, die sich entweder überhaupt nicht weiterentwickeln können, oder sich auf andere Weise weiterentwickeln als es Darwin beschrieben hat, von vornherein ausgeschlossen. Als eine zweite Definition wird angegeben: „Leben ist eine Population von RNA-Molekülen [...] die zur Selbstreplikation und in diesem Prozess zur Evolution fähig ist.“ Diese Definition ist noch enger als die erste, denn sie gibt recht willkürlich eine bestimmte Molekülsorte (RNA) an, aus der Lebewesen bestehen müssten. Nach Definition 3 gilt: „Leben ist ein System, das sich nur Nutzung externer Energie bzw. von Nahrung und durch innere Prozesse der Bildung von Komponenten selbst erhält.“ Diese Definition scheint wiederum viel zu weit zu sein, denn hier nach müsste man nicht nur bestimmte Maschinen, sondern auch Bewässerungssystemen und Waldbränden „Leben“ zuschreiben.

⁴ Wenn man allgemeiner den Begriff „Leben“ definieren will, muss man ihn so fassen, dass er neben „organischem“ Leben auch das sog. „geistige“ Leben einschließt, das man auch Gott und anderen körperlosen Wesen zuschreiben kann. Unter „geistigem Leben“ versteht man alle Tätigkeiten des Bewusstseins, wobei Bewusstsein eine nicht durch etwas anderes analytisch erklärbare, einzigartige, höhere Form des Selbstbezugs darstellt; konkret umfasst geistiges Leben bewusstes Erkennen und bewusstes Wollen, mit dem auch die Fähigkeit verbunden ist, bewusst auf Materie einzuwirken. So kann man „Leben“ allgemein als „Selbstsein, Selbstbezug“ definieren, was dann zerfällt in geistiges Leben (= vertieftes Selbstsein durch bewusstes Erkennen und Wollen, im höchsten Sinn durch *Selbsterkenntnis* und *Selbstbestimmung* durch *freies Wollen*) und körperlich-organisches Leben (= Selbstbehauptung und Selbstantfaltung einer körperlichen Struktur). Während man Bakterien und Pflanzen vermutlich *nur* organisches Leben haben, und körperlose Wesen (falls es sie gibt) *nur* geistiges Leben, haben Tiere und Menschen *beide Arten des Lebens zugleich*, denn Tiere und Menschen haben offenbar ein Bewusstsein, wobei das Bewusstsein des Menschen gegenüber Tieren eine im Selbstbezug qualitativ höhere Form des Bewusstseins zu sein scheint (reflexives Bewusstsein mit Fähigkeit zur expliziten Selbstbetrachtung und auch expliziten objektiven Betrachtung). Von daher ergibt sich das Bild des Lebens in der klassischen Philosophie, die zwischen höherem Leben (= stärker selbstbezogenem Leben, das der Definition des Lebens stärker entspricht) und tieferem (= weniger stark selbstbezogenem) Leben gibt, wobei man von unten nach oben aufzuzählen pflegt: Bakterien, Pflanzen, Tiere, Menschen, und rein geistige Wesen.

⁵ https://www.azquotes.com/author/11421-Linus_Pauling: „Just one living cell in the human body is, more complex than New York City“. Vgl. auch Richard Dawkins, *The Blind Watchmaker*, New York: W.W. Norton, 1985; deutsche Ausgabe: *Der blinde Uhrmacher*, München: dtv 2007, S. 144: „Man kann sich jede lebende Zelle, selbst eine einzelne Bakterienzelle, als eine gigantische chemische Fabrik vorstellen.“

⁶ Dawkins, *Der blinde Uhrmacher*, München: dtv 2007, S. 138 (im engl. Original S. 115): „Eine einzelne menschliche Zelle hat genügend Kapazität, um die gesamte Encyclopedia Britannica – alle 30 Bände – drei bis viermal abzuspeichern“. Vgl. auch ebd. S. 32.

⁷ Nach Dawkins, *Der blinde Uhrmacher*, München: dtv 2007, S. 144 gibt es „ungefähr eine Million“ Proteine in einer Zelle und „es gibt mehr als 2000 Sorten von ihnen, jede darauf spezialisiert, eine bestimmte Operation in der chemischen Fabrik – der Zelle – durchzuführen.“

3. Das Unwahrscheinlichkeitsproblem und der evolutionstheoretische Lösungsversuch

Kurz nachdem Charles Darwin (1808–1882) im Jahre 1859 seine Evolutionstheorie – d.h. seine Idee von der ungesteuerten Entstehung neuer und höherer Arten aus einfachen Lebensformen durch zufällige Variation und Selektion – veröffentlicht hatte, gab es 1860 in Oxford einen öffentlichen Disput zwischen dem dortigen Bischof *Samuel Wilberforce*, der Darwins Buch kritisierte, und *Thomas Huxley*, der wegen seines Einsatzes für den Darwinismus „Darwins Bulldogge“ genannt wurde. Huxley soll damals zur Verteidigung der Darwinschen Evolutionstheorie das Argument vorgebracht haben, dass *Affen, die aufs Geratewohl auf einer Schreibmaschine herumtippen, wenn sie lang genug lebten, Shakespeares Gedichte schreiben würden*; und analog könnte also auch *eine zufällige molekulare Bewegung Bischof Wilberforce selbst hervorgebracht haben*, ohne Mitwirkung eines Designers oder Schöpfers. Aber dieses „Huxley'sche Affen-Theorem“ ist bei näherer Betrachtung höchst problematisch. Wenn die Schreibmaschine 37 Tasten hat (26 Buchstaben plus 10 Ziffern plus Leertaste), benötigt der Affe, um zufällig das aus drei Buchstaben bestehende Wort „the“ zu tippen, durchschnittlich $37 \times 37 \times 37$ (also ungefähr 50.000) Anschläge, wofür er, wenn er in einer Sekunde einmal tippt, etwa 14 Stunden lang ununterbrochen tippen müsste. Das mag noch angehen. Um aber auch nur einen einzigen Satz mit 50 Zeichen zufällig zu erzeugen, bräuchte der Affe durchschnittlich schon eine Zeit in der Größenordnung von 10^{70} Jahren, also unvorstellbar viel mehr Zeit als die bisher seit dem Urknall vergangene Zeit von nur ca. 10^{10} Jahren. Auf diese Weise hätten also realistisch betrachtet keine Gedichte entstehen können, und analog auch keine biologisch sinnvollen Strukturen.

Nun hat der zeitgenössische Atheist und Biologe *Richard Dawkins* (* 1941), der wegen seines Eifers für die Evolutionslehre „Darwins Rottweiler“ genannt worden ist, versucht zu erklären, wie die Evolution ohne solche unglaublichen Zufälle vor sich gehen kann.⁸ Darwins Evolutionslehre besagt ja, dass aus einfachen Lebensformen höhere Lebensformen durch *Variation* und *Selektion* im „*Kampf ums Dasein*“ entstehen, d.h. dadurch, dass nur die jeweils stärksten und am besten an die Umwelt angepassten Art-Varianten überleben und sich weiter fortpflanzen, während die anderen aussterben. Das bedeutet aber nach Dawkins, dass die Unwahrscheinlichkeit der Entwicklung komplexer lebenstüchtiger Strukturen unter Umständen drastisch reduziert wird. Denn durch den Mechanismus von Variation und Selektion wird sozusagen jeder kleine Schritt in die richtige Richtung auf das Ziel der Optimierung „festgehalten“. Wenn es also das Ziel der Evolution wäre, durch zufälliges Tippen auf der Schreibmaschine das Wort „the“ herzustellen, müsst der tippende Affe dies nicht auf einmal schaffen, sondern es würde, sobald er einmal zufällig „t“ getippt hat, für alle folgenden Versuche nur noch Papier verwendet, auf dem das „t“ schon draufsteht. Sobald er dann ein „h“ hinzufügt, verwendet er noch Papier mit schon aufgedrucktem „th“ und er braucht nur noch auf „e“ tippen, und das Ziel wäre erreicht. Die durchschnittliche Anzahl der Versuche reduziert sich dann offenbar von $37 \times 37 \times 37$ (also rund 50.000) auf nur noch $37 + 37 + 37$ (also nur noch 111 Versuche). Wir haben es demnach bei der Evolution mit einer „*kumulativen Selektion*“ aus vielen kleinen, jeweils nur mäßig unwahrscheinlichen Selektions-Schritten zu tun, nicht mit einer vollkommen unwahrscheinlichen „*Ein-Schritt-Selektion*“.

Nun muss man allerdings beachten, dass trotz dieser einleuchtenden Erklärung zur Plausibilisierung und Minimierung der bei einer ungelenkten Lebensentstehung anzunehmenden Zufälle drei Schwierigkeiten verbleiben. *Erstens* setzt die Erklärung voraus, dass die Höherentwicklung tatsächlich immer in viele einfache Schritte zerlegt werden kann, bei der jeder Schritt einen Vorteil im „*Kampf ums Dasein*“ bietet – demgegenüber scheinen aber viele Evolutionsschritte derart zu sein, dass zahlreiche Mutationen gleichzeitig erfolgen müssen, damit tatsächlich ein Vorteil im Kampf ums Dasein vorliegt, so dass bei der Weiterentwicklung ein erhebliches Maß an „irreduzibel komplexer“ Neuerungen als nötig erscheint, die in einem einzigen großen (und damit doch wieder erheblich unwahrscheinlichen) Schritt erfolgen müssen.⁹ *Zweitens* ist anscheinend nicht jede Höherentwicklung eine solche, bei der irgendein Vorteil im „*Kampf ums Dasein*“ ersichtlich ist; man braucht nur daran zu denken, dass höhere, komplexere Lebewesen in der Regel viel „zerbrechlicher“ sind als die einfachen einzelligen, sehr robusten und nahezu unverwüstliche Lebensformen, die ganz am Anfang der Evolutionskette standen. *Drittens* führt der Selektionsmechanismus, wenn er in kleinen Schritten geschieht, normalerweise eher zur Optimierung (und damit zur Verfestigung) einer Art, und nicht zur Transformation der Art in eine andere. *Viertens* aber – und das ist der größte Schwachpunkt – setzt die Erklärung einen schon bereitstehenden Replikationsmechanismus voraus; sie erklärt also bestenfalls nur die Weiterentwicklung von *dem Zeitpunkt an*, an dem dieser Mechanismus vorlag. Was *nicht* so erklärt werden kann, ist also die Entstehung des allerersten Replikationsmechanismus selbst, der die Voraussetzung für Variation und Selektion ist. Wie also entstand die erste replikationsfähige Einheit, die wie hier die *Urzelle* nennen wollen (auch wenn manche Forscher sich auch eine „präzellulare“ Replikationseinheit vorstellen können), von der eine Evolution durch „Variation und Selektion“ ihren Ausgangspunkt nahm? Zumindest hier ist der Punkt, wo man das Problem eines großen Zufalls anscheinend nicht los wird.

⁸ Vgl. Dawkins, *Der blinde Uhrmacher*, S. 62–65; Ders., *Der Gipfel des Unwahrscheinlichen*, Rowohlt: Reinbek bei Hamburg, 2001, S. 105.

⁹ Dies gibt auch Dawkins in *Der Gotteswahn*, Berlin: Uhlstein 3. Auflage 2007, S. 197 zu: Zum einen war der Ursprung des Lebens „der erste Glücksfall“, und es wäre denkbar, dass er „nicht die einzige große Lücke ist, die durch reines Glück überbrückt [...] wurde“. Konkret verweist er hier auf die Vermutung seines Kollegen (und Schülers) *Mark Ridley*, die Entstehung der Eukariotenzellen, aus denen die höheren Lebensformen bestehen, „sei ein sogar noch [...] statistisch unwahrscheinlicheres Ereignis gewesen als die Entstehung des Lebens selbst.“ Und Dawkins fährt fort: „Ein weiterer wichtiger Sprung, der möglicherweise ähnlich unwahrscheinlich war, könnte die Entstehung des Bewusstseins gewesen sein.“

4. Die verbleibende Unwahrscheinlichkeit einer zufälligen Entstehung der Urzelle

Darwin selbst wies am Ende seines bahnbrechenden Werkes über die Entstehung der Arten (1859) auf Gott als Schöpfer der Urzelle hin.¹⁰ Später, im Jahre 1871, machte Darwin eine eigentlich scherhaft gemeinte Bemerkung in einem Brief an seinen Freund *Joseph Hooker*: Die Urzelle könne auch in einem „kleinen warmen Teich“ entstanden sein. Dies wurde 1924 von russischen Biochemiker *Alexander Oparin* (1894–1980) aufgegriffen und zu einer Theorie der *chemischen Evolution* ausgebaut, die vor der biologischen Evolution stattgefunden und aus anorganischer Materie in den Urozeanen der Erde (der sog. *Ursuppe*) die Urzelle hervorgebracht haben soll. Oparin wies selbst auf die augenscheinliche Unwahrscheinlichkeit dieses Vorgangs hin: „*Leider ist das Problem des Ursprungs der Zelle wohl der dunkelste Punkt im ganzen Studium der Evolution der Organismen.*“¹¹ Und: „*Für den, der die Proteinstruktur untersucht, scheint das selbständige Zusammenkommen eines solchen Atomgefüges im Proteinmolekül so unwahrscheinlich zu sein wie die Möglichkeit, dass Vergils Aeneis durch ausgestreute Buchstaben zufällig entstanden wäre.*“¹² Nun war Oparin als vom Staat unterstützter Bürger der kommunistischen Sowjetunion ein Anhänger des vom Sowjetstaat propagierten Materialismus. Dies war aber nicht der „primitive mechanische“ Vulgärmaterialismus, sondern der „höhere dialektische“ Materialismus, nach welchem das Verhalten der Materie nicht allein durch *mechanische Gesetze* oder *Gesetze der elementaren Physik*, sondern auch durch eine aus dialektischem Kampf der Naturkräfte hervorgehende Zielstrebigkeit bestimmt wird. Auf Dauer strebt demzufolge notwendigerweise alles vom Einfachen zum Komplexeren.¹³ Die angegebene Unwahrscheinlichkeit ergibt sich aber nur unter den Voraussetzungen des „primitiven“ nicht-dialektischen Materialismus, weshalb Oparin sie letztlich als irrelevant abtun konnte.¹⁴ Der hier aufscheinende Glaube an ein in der Materie verborgenes höheres dialektisches Prinzip ist dem Glauben an Gott nicht ganz unähnlich – nur dass dieses quasi-göttliche Prinzip nicht wie der Gott des klassischen Theismus transzendent und seiner selbst bewusst ist, sondern der Materie als verborgenes Potenzial innewohnt. Der dialektische Materialismus ist also keineswegs mit dem heute bei nichtkommunistischen Atheisten beliebten „Physikalismus“ gleichzusetzen, für den es keine Materie mit verborgenen allmächtigen Potenzialen gibt, sondern allein die bekannten Gesetze der Physik alles bestimmen. Dieser moderne Physikalismus wird vielmehr von dialektischen Materialisten als „Vulgärmaterialismus“ betrachtet und verachtet.¹⁵ Ähnlich wie die Anhänger des dialektischen Materialismus denken auch Panpsychisten und Pantheisten (welches seelisch-geistige Kräfte bzw. Gott als der Materie innewohnende Prinzipien ansehen) oder auch der zeitgenössische Atheist *Thomas Nagel*, der – ohne sich ausdrücklich auf Seele oder Gott zu berufen – von nicht-materiellen, teleologisch wirkenden Ursachen spricht.¹⁶

Der Biochemiker *Stanley Miller* (1930–2007) führte 1953 das berühmte erste „Ursuppen-Experiment“ durch, in dem er demonstrierten wollte, dass und wie die von Oparin angedachte Entstehung des Lebens aus unbelebter „Ursuppe“ tatsächlich funktioniert. Dazu erhitzte er Wasser in einem Reagenzglas, in das er auch ein der mutmaßlichen Uratmosphäre entsprechende Gasgemisch einleitete, und in dem er zusätzlich noch eine Funkenstrecke entzündete, wodurch Blitze simuliert wurden. Nach einer Woche konnte Miller in dem Wasser (welches der Ursuppe entsprechen sollte) tatsächlich einige der zwanzig für den lebenden Organismus benötigten Aminosäuren nachweisen. Aber die für das Leben benötigten großen Kettenmoleküle (Proteine) bildeten sich nicht; vielmehr zeigte sich in diesem Experiment, das seither in vielen Variationen wiederholt worden ist, dass die Bildung solcher Makromoleküle und ihre Weiterentwicklung zur lebendigen Zelle in einer „Miller'schen Ursuppe“ so gut wie ausgeschlossen ist. Denn erstens bildeten sich neben den Aminosäuren auch (und zwar in sechsfach größerer Menge) so genannte „monofunktionale Monomere“, die jede Kettenbildung schon nach wenigen Gliedern stoppen würden. Zweitens bildeten sich zu fünfzig Prozent rechtshändige und zu fünfzig Prozent linkshändige Aminosäuren, was die Bildung lebensfähiger Makromoleküle (bei der alle Kettenglieder dieselbe Händigkeit haben müssen) zusätzlich erschwert. Drittens hätten sich die benötigten Makromoleküle, selbst wenn diese sich gebildet hätten, im Wasser sofort nach ihrer Entstehung wieder aufgelöst – was übrigens auch für die Aminosäuren selbst gilt, wenn Miller sie nicht sofort isoliert hätte. Trotzdem

¹⁰ Vgl. Darwin, *Entstehung der Arten* (1859), letzter Satz: „Es ist wahrlich etwas Erhabenes um die Auffassung, dass der Keim allen Lebens, das uns umgibt, nur wenigen oder gar nur einer einzigen Form [vom Schöpfer] eingehaucht wurde und dass, während sich unsere Erde nach den Gesetzen der Schwerkraft im Kreise bewegt, aus einem so schlchten Anfang eine unendliche Zahl der schönsten und wunderbarsten Formen entstand und noch weiter entsteht.“ Die hier eingeklammerten, stärker „kreationistisch“ wirkenden, klar auf Gott hinweisenden Worte „vom Schöpfer“ („by the creator“) hat Darwin erst in der Neuauflage vom Januar 1860 hinzugefügt. Wie Darwin drei Jahre vor seinem Tod in einem Brief betonte, war er nie Atheist (Brief an J. Fordyce, 1879, in: Francis Darwin, *Life and Letters of Charles Darwin*, New York 1887, Band 1 S. 304). Wörtlich schrieb er: „In meinen extremsten Schwanken war ich nie ein Atheist in dem Sinne, dass ich die Existenz Gottes verneint hätte. Ich glaube meistens (und je älter ich werde, desto öfter), aber nicht immer, dass ‚Agnostiker‘ eher auf mich zutrifft.“

¹¹ Oparin, *The Origin of Life* (russ. Original Moskau 1936), engl. Ausgabe: New York: Dover Publications 1938, 2. Auflage 1953, S. 196.

¹² Oparin, *The Origin of Life* (russ. Original Moskau 1936), engl. Ausgabe: New York: Dover Publications 1938, 2. Auflage 1953, S. 133.

¹³ Vgl. Oparin, *Life, its Nature, Origin and Development* (Original Moskau 1960), engl. Ausgabe: Edinburgh: Oliver and Boyd, 1961, S. 5–7.

¹⁴ Vgl. Oparin, *Die Entstehung des Lebens auf der Erde*, Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften 1957, S. 244–245: „Die Struktur dieser Eiweiße ... konnte sich ebenso wenig zufällig bilden, wie eine Fabrik, die eine bestimmte Ware herstellt, spontan entstehen kann.“

¹⁵ Vgl. Robert Havemann, *Dialektik ohne Dogma? Naturwissenschaft und Weltanschauung*, Reinbeck bei Hamburg: Rowohlt 1964, der dem mechanistischen Materialismus vorwirft, er würde „mit einem Fuß in der Theologie“ stecken (S. 9), weil hier Materie und Gesetzmäßigkeit voneinander getrennt würden und so die Gesetze etwas Idealistisches (Göttliches) sind. So kritisiert Havemann, dass im mechanistischen Materialismus „ein System unabänderlicher allgemeiner Naturgesetze als herrschendes Prinzip über der von ihnen beherrschten Materie“ steht (S. 10). Dieses Göttliche möchte der dialektische Materialist offenbar in die Materie selbst hinein verbannen, damit aus ihr die Naturgesetze (und zwar im Laufe der Zeit auch qualitativ neue) hervorgehen können.

¹⁶ Vgl. Nagel, Thomas, *Geist und Kosmos*. Warum die materialistische neodarwinistische Konzeption der Natur so gut wie sicher falsch ist, Berlin: Suhrkamp Verlag 2013.

erklärte Miller nach dem Experiment: Binnen 25 Jahren werde man „mit Sicherheit“ wissen, wie Leben entstand.¹⁷ Das hat sich nicht erfüllt, obgleich viele ähnliche Experimente durchgeführt wurden, in welchen Ursuppen-Experimente oder auch andere Möglichkeiten einer spontanen chemischen Evolution geprüft wurden: Niemals bildete sich eine Zelle oder eine andere replikationsfähige Einheit von selbst. Miller selbst urteilte deshalb vierzig Jahre später die bisherigen Ergebnisse der Forschung sehr kritisch: In einem 1990 gegebenen Interview mit Wissenschaftsjournalisten John Horgan bezeichnete er die gegenwärtigen Hypothesen über den Ursprung des Lebens schlicht als „Unsinn“.

Der Atheist *Sir Fred Hoyle* (1915–2001), der bekannte Kosmologe und Querdenker, der 1948 die „steady state“-Theorie des Universums aufstellte und bis zum Ende seines Lebens gegen die Urknall-Theorie an einem immer schon bestehenden, anfangslosen Universum festhielt, hat eine oft diskutierte Zahl für die Unwahrscheinlichkeit der zufälligen Bildung der lebenswichtigen ca. 2000 in jeder Zelle vorhandenen Proteine angegeben. Unter der Annahme, dass die 20 Aminosäuren beieinander sind und sich problemlos in zufälliger Reihenfolge zu einem Makromolekül verbinden, gab Hoyle diese Unwahrscheinlichkeit mit $1:10^{40.000}$ an.¹⁸ Man kann das wie folgt nachvollziehen. Man kann davon ausgehen, dass es in Proteinen etwa 10 bis 20 (also durchschnittlich etwa 15) „Schlüsselstellen“ gibt, die das Grundgerüst des Proteins ausmachen, derart dass an diesen Stellen genau eine der zwanzig Aminosäuren (und keine andere) eingebaut werden muss, damit das Protein „funktioniert“ – während die Aminosäuren an den übrigen Stellen (normalerweise hundert und mehr) nur die feineren Einzelheiten festlegen und daher vielleicht durch andere ausgetauscht werden könnten. Dann gibt es also in der Gesamtheit der 2000 benötigten Proteine $15 \times 2.000 = 30.000$ Schlüsselstellen, deren Besetzung mit der genau richtigen Aminosäure (jeweils eine von 20) die Wahrscheinlichkeit von 1:20 hat, so dass die Gesamtunwahrscheinlichkeit das Produkt $1/20 \times 1/20 \times \dots \times 1/20$ (mit 30.000 Faktoren) ist, mithin $1:20^{30.000}$, was umgerechnet etwa $1:10^{40.000}$ ist. Die dieser Rechnung zugrundeliegende Abschätzung, dass es durchschnittlich lediglich 10 bis 20 Stellen pro Protein gibt, bei denen es auf die richtigen Aminosäure ankommt, wird von dem atheistischen Biologen und Hoyle-Kritiker Richard Dawkins durchaus akzeptiert, denn Dawkins ist sogar der Meinung, Hoyle habe diesbezüglich aus Fairness seinem darwinistischen Gegner gegenüber „unnötigerweise“ eine Reduktion vorgenommen.¹⁹ Man wird also nicht falsch liegen, wenn man den Exponenten 40.000 noch wesentlich erhöht.

Eine Unwahrscheinlichkeit von Eins zu $10^{40.000}$ übersteigt nun jede konkrete Vorstellung, auch die eines Astronomen, der es gewohnt ist, täglich mit Zahlen wie Milliarden ($= 10^9$) und Billionen ($= 10^{12}$) umzugehen, die gegenüber einer Zahl wie $10^{40.000}$ verschwindend klein sind. Daher spricht man hier von einer „hyperastronomischen“ Zahl. Um diese Zahl als Dezimalzahl auszuschreiben (d.h. um eine Eins mit 40.000 Nullen zu schreiben), benötigt man etwas mehr als 11 Stunden, wenn man pro Sekunde eine Null hinschreibt. Schreibt man jeweils 1000 Nullen auf eine Seite, kommt dabei ein kleines Buch mit 40 Seiten voller Nullen zustande. Hoyle verglich die Wahrscheinlichkeit von 1 zu $10^{40.000}$ in einem populärwissenschaftlichen Vortrag auch mit der Wahrscheinlichkeit, dass ein Sturm, der zufällig über einen Schrottplatz fegt, aus den dort lagernden Materialien eine flugtückige Boeing 747 zusammenbläst.²⁰

Allerdings könnte man einwenden, dass $1:10^{40.000}$ formal nur als eine (untere Grenze für die) Wahrscheinlichkeit dafür berechnet wurde, dass sich gleich bei der ersten zufälligen Begegnung der zwanzig Aminosäuren die nötigen Proteine bilden. Bei mehreren Versuchen eines Zufallsexperiments erhöht sich aber die Wahrscheinlichkeit für ein bestimmtes Ergebnis; und zwar derart, dass bei n Versuchen die Wahrscheinlichkeit, mindestens einmal das gewünschte Ergebnis zu erhalten, stets kleiner als das n -fache der Wahrscheinlichkeit ist, dass es gleich beim ersten Mal klappt. Nun kann es sicher eine große Zahl von Versuchen gegeben haben, wenn man die Größe des sichtbaren Universums und sein Alter von vielen Milliarden von Jahren berücksichtigt. Doch kann man diese große Zahl möglicher Versuche wie folgt in die Wahrscheinlichkeitsberechnung mit einbeziehen. Die Anzahl der Elementarteilchen im sichtbaren Universum wird auf 10^{80} geschätzt; nehmen wir also an, dass „wirklich überall“, wo mindestens ein Elementarteilchen sich aufhält, jeweils ein Versuch stattfindet, die lebenswichtigen Proteine durch Verkettung von Aminosäuren zufällig hervorzubringen, so kann die Anzahl der Orte, an denen ein solcher Versuch stattfinden kann, die Zahl 10^{80} nicht überschreiten. Die Anzahl der seit dem Urknall vor 14,8 Milliarden Jahren vergangenen Sekunden aber beträgt nun ca. 10^{17} . Würde also in jeder Sekunde überall im All je ein Versuch stattgefunden haben, käme man auf 10^{80} mal 10^{17} , das sind insgesamt 10^{97} Versuche. Nun könnten pro Sekunde jedoch auch mehrere Versuche stattfinden, aber nicht mehr als hundert Trilliarden ($= 10^{23}$) Versuche pro Sekunde, denn dies ist nach der derzeitigen Physik die höchste mögliche Wechselwirkungsrate: Es dauert nämlich den 10^{23} -ten Teil einer Sekunde, bis das Licht einen Elementarteilchen-Durchmesser zurücklegt, und Wirkungen können nicht mit Überlichtgeschwindigkeit übertragen werden. Wären also überall im Universum seit dem Urknall in jeder Sekunde hundert Trilliarden Versuche vorgenommen worden, so käme man auf die maximal mögliche Anzahl von $10^{97} \times 10^{23}$ Versuchen, d.h. von insgesamt 10^{120} Versuchen. Das ist natürlich eine riesengroße hyperastronomische Zahl, aber sie fällt gegenüber der noch viel größeren hyperastronomischen Zahl $10^{40.000}$ trotzdem kaum ins Gewicht: Denn es ergibt sich nun als Obergrenze für die Wahrscheinlichkeit, dass die lebensnotwendigen Proteine seit dem Urknall irgendwo zufällig entstanden sind, indem man die Hoyle'sche Unwahrscheinlichkeit von $1:10^{40.000}$ mit dem Faktor 10^{120} multipliziert. Das ergibt eine Unwahrscheinlichkeit von $1:10^{39.880}$, was immer noch hyperastronomisch

¹⁷ Vgl. Horgan, John, *An den Grenzen des Wissens*, Frankfurt am Main: Fischer 2000, S. 225. Horgan beschreibt hier ein persönliches Gespräch mit Miller, dass fast genau vierzig Jahre nach dem Experiment stattfand. Darin sagt Horgan über Miller: „Er erinnerte sich an eine Vorhersage, die er kurz nach seinem Experiment gemacht hatte, wonach die Wissenschaftler binnen 25 Jahren ‚mit Sicherheit‘ wüssten, wie das Leben entstanden sei. ‚Nun, die 25 Jahre liegen hinter uns‘, sagte Miller trocken.“

¹⁸ Vgl. Hoyle, Fred & Wickramasinghe, Chandra, *Evolution From Space*, London: Dent, 1981, S. 24 (deutsche Ausgabe: *Evolution aus dem All*, Berlin u.a.: Ullstein Verlag, 1981, S. 34); ebenso Hoyle, *The Intelligent Universe*, London: Michael Joseph Limited, 1983, S. 17.

¹⁹ Vgl. Dawkins, *Der Gipfel des Unwahrscheinlichen*, Rowohlt: Reinbek bei Hamburg, 2001, S. 87–88.

²⁰ Vgl. Hoyle, *The Intelligent Universe* S. 19.

hoch ist. Wenn wir oben genannte Hoyle'sche Veranschaulichung der Zahl $10^{40.000}$ heranziehen, also ein Buch, das 40 Seiten mit lauter Nullen (1000 Nullen pro Seite) enthält, so erhalten wir nun die Zahl $10^{39.880}$, indem wir auf der letzten (vierzigsten) Seite gerade einmal 120 Nullen streichen. Das ändert offenbar für unser Verständnis überhaupt nichts Wesentliches. Und wenn wir etwa annehmen, dass sich herausstellen sollte, dass das Universum noch tausendmal größer oder älter wäre als heute angenommen, können wir diese neue Situation dadurch berücksichtigen, dass wir für den zusätzlichen Faktor 1000 (= 10^3) noch weitere drei Nullen streichen. Auch das würde keinen wesentlichen Unterschied mehr machen. Und da die von Hoyle berechnete Unwahrscheinlichkeit von $1:10^{40.000}$ (statt $1:10^{39.880}$) als Untergrenze für die zufällige Bildung der lebensnotwendigen Proteine (irgendwo und irgendwann im Universum) belassen.

Nun gibt es aber Überlegungen, die die Unwahrscheinlichkeit einer zufälligen Entstehung der Urzelle noch wesentlich steigern. Von jeder der zwanzig Aminosäuren (bis auf Glycin) gibt es zwei in der räumlichen Struktur verschiedene Versionen: eine „rechtsdrehende/rechtshändige“ und eine „linksdrehende/linkshändige“ Form, man spricht von einer D-Aminosäure (rechtsdrehend) und einer L-Aminosäure (linksdrehend). Die Proteine aller irdischen Lebewesen bestehen ausschließlich aus L-Aminosäuren. Theoretisch könnte es auch Lebewesen geben, deren Proteine ausschließlich aus R-Aminosäuren bestehen; dagegen ist aber eine Mischung aus L- und R-Aminosäuren (ein sog. Razemat) tödlich. Nun entstehen jedoch durch Zufallsprozesse fast immer Razemate, die zu fünfzig Prozent aus beiden Arten von Aminosäuren bestehen. Die Wahrscheinlichkeit, dass sich zufällig ein Aminosäure-Molekül mit einem gleichhändigen Aminosäure-Molekül zu einer Kette verbindet, ist also 1:2; dass es gleich mit zwei weiteren gleichhändigen sich verbindet (sich also eine Kette von drei gleichhändigen bildet), ist $1:2^2$ (= 1:4), dass es sich mit drei weiteren gleichhändigen verbindet (so dass sich eine Kette von vier gleichhändigen bildet), ist $1:2^3$ (= 1:8) usw. Nach Harold Morowitz sind 239 Proteine zur Fortpflanzung nötig und jedes von diesen besteht aus durchschnittlich 410 L-Aminosäuren. Demnach müssen sich hier mindestens 239×410 (das sind ca. 100.000) gleichhändige Aminosäuren zusammenfinden. Die Wahrscheinlichkeit, dass diese durch einen Zufallsprozess gelingen kann, wäre also $1:2^{100.000}$, d.h. auf Zehnerpotenzen umgerechnet ca. $1:10^{30.000}$, was abermals eine hyperastronomische Unwahrscheinlichkeit ist.

Aminosäuren in den Proteinen müssen ferner durch eine besondere Art der Bindung, die sog. Peptidbindung zusammenkommen, um die Proteine funktionsfähig zu machen; durch Zufallsprozesse entstehen aber Peptidbindungen wieder nur in fünfzig Prozent der Fälle. Die gleiche Rechnung wie soeben ergibt somit hinsichtlich der richtigen Bindung durch einen Zufallsprozess dann nochmals eine Wahrscheinlichkeit von $1:10^{30.000}$. Kombiniert man nun die drei bisher genannten Untergrenzen für die (Un)-Wahrscheinlichkeiten für die richtige Besetzung der Schlüsselstellen ($1:10^{40.000}$), die Gleichhändigkeit ($1:10^{30.000}$) und die richtige Art der Bindung ($1:10^{30.000}$), erhält man schließlich eine neue Untergrenze für die Wahrscheinlichkeit der zufälligen Bildung der benötigten Proteine von $1:10^{100.000}$.

Wenn das Leben in einer Miller'schen Ursuppe entstanden ist, in der das Verhältnis der für die Bildung der großen für das Leben notwendigen Molekülketten notwendigen *bifunktionalen* Moleküle zu den *monofunktionalen* Molekülen (deren Aufnahme in einen Molekülkette deren Wachstum stoppt) 1 zu 6 ist, ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich 2000 Makromoleküle mit durchschnittlich 350 Gliedern bilden, $1:6^{2000 \times 350}$ (= $1:6^{700.000}$), d.h. auf Zehnerpotenzen umgerechnet $1:10^{544.600}$, zusammen mit der vorher berechneten Unwahrscheinlichkeit ergibt dies $1:10^{644.600}$. Aber auch das ist noch nicht die Wahrscheinlichkeit für die zufällige Entstehung der *gesamten* Zelle. Denn außer den Proteinen benötigt man noch vieles Weitere, etwa eine Zellmembran und vor allem die DNA oder eine RNA mit genetischem Code, deren zufällige Entstehung sicherlich noch viel unwahrscheinlicher ist als die der Proteine, wie ihre oben beschriebene Komplexität klar zeigt.²¹ Dazu kommt auch noch, dass es nicht genügt, wenn sämtliche „Einzelteile“ einer Zelle (also etwa die 2000 Proteine, DNA- und RNA-Stränge, Ribosome, usw.) einfach irgendwo nebeneinander im Urozean schwimmen, selbst dann nicht, wenn sie von einem Zellplasma umgeben und beieinander gehalten werden, sondern die Teile müssen *in der rechten Weise miteinander in Kontakt gebracht werden*. Denn wir behandeln ja hier die Zelle in ihrer materiellen Dimension als eine Art Maschine, zu deren Bildung es bekanntlich nicht genügt, ihre wesentlichen Einzelteile in eine Box zu werfen, ohne sie in der richtigen Weise „zusammenzuschrauben“ und zu aktivieren. Die Wahrscheinlichkeit, dass sich die erforderliche genaue Konstellation der Komponenten einer Zelle von selbst bildet, kann aber bisher niemand angeben, da wir diese Konstellation immer noch nicht genau kennen. Wäre dies nämlich der Fall, so müssten wir eine Zelle im Prinzip nachbauen können; aber selbst in den besten Chemielabors ist es trotz des Sachverstands der Experten bisher nicht gelungen, eine funktionierende, dauerhaft replikationsfähige lebende Zelle aus den bekannten chemischen Bestandteilen vollständig künstlich zu erschaffen. Wenn aber all unsere Intelligenz dazu bisher nicht ausreicht, sich selbst replizierende Maschinen zu bauen, so erscheint es völlig rätselhaft, wie sich eine Zelle *ohne jede intelligente Planung* gebildet haben könnte. Zudem ist auch nach wie vor denkbar, dass keine noch so ausgeklügelte bestimmte Konstellation der Materie die genuinen Lebensprozesse aktivieren kann, sondern dass dazu ein von uns nicht herstellbares und nicht aus den Kräften der Natur heraus spontan entstehendes geistiges Prinzip („Seele“) nötig ist. Dann würde die Wahrscheinlichkeit der spontanen Bildung buchstäblich gleich Null sein, d.h. sie wäre ganz unmöglich. So ist

²¹ Siehe hierzu interessante Details bei Herbert Klupp, *Mehr als Materie und Zufall. Warum die DNA den Darwinismus widerlegt*, erschienen im Selbstverlag, 2019. Der besonders auf dem Gebiet der Informatik kenntnisreiche Autor macht plausibel, dass jegliches organische Leben zur Steuerung der fundamentalen Lebensäußerungen ein Programm von mindestens einem Megabyte benötigt, und kommt dann zu dem Ergebnis, dass in einer beliebigen Programmsprache (gleichgültig, wie sie codiert ist) das dazu erforderliche Programm nicht ohne hyperastronomische Unwahrscheinlichkeiten zufällig entstehen kann. Das Besondere an dieser Argumentation ist, dass sie die Unwahrscheinlichkeit der zufälligen Lebensentstehung nicht nur für das uns bekannte kohlenstoff-basierte Leben, sondern für jegliches theoretisch denkbare organische Leben schlechthin aufzeigt, da die Argumentation auf die „Hardware“ des Organismus keinerlei Bezug nimmt, sondern sich allein auf in jedem organischen Lebewesen, das Replikationsfähigkeit haben soll, nötige „Software“ stützt – und dies wiederum unabhängig davon, ob die Software auf DNA, RNA oder einem beliebigen anderen Träger realisiert ist.

Skepsis geboten, wenn für die Gesamtwahrscheinlichkeit der spontanen Entstehung einer Zelle bestimmte Zahlen präsentiert werden. Ein Beispiel hierfür ist die vom amerikanischen Biophysiker *Harold Morowitz* (1927–2016) als Gesamt(un)wahrscheinlichkeit für die zufällige Entstehung einer primitiven Zelle in einer im thermischen Gleichgewicht befindlichen Umgebung angegebene Zahl, die Morowitz aus energetischen Überlegungen abgeleitet hat,²² nämlich $1:10^{340.000.000}$. Auch diese Zahl ist aus den genannten Gründen nur als Obergrenze akzeptabel; die tatsächliche Wahrscheinlichkeit könnte noch weit darunter liegen oder sogar gleich Null sein.

5. Lässt sich die Unwahrscheinlichkeit akzeptieren und ihre Annahme plausibilisieren?

Ein hyperastronomisch unwahrscheinliches Ereignis als Erklärung für die Entstehung des Lebens zu akzeptieren, erscheint höchst unbefriedigend, wenngleich es Wissenschaftler gab und gibt, die bereit sind, solche Unwahrscheinlichkeiten einfach in Kauf zu nehmen, und diese sogar ohne jeden Versuch zur Plausibilisierung. So soll der berühmte Biochemiker Ernest Kahane (1903–1996) in seinem Vortrag gesagt haben: „*Es ist absurd und absolut unsinnig zu glauben, dass eine lebendige Zelle von selbst entsteht. Aber dennoch glaube ich es, denn ich kann es mir nicht anders vorstellen.*“²³

Andere, die ebenfalls bereit sind, eine außerordentlich hohe Unwahrscheinlichkeit zu akzeptieren, versuchen zumindest rationale Argumente dafür anzugeben, warum man hier eine solche Unwahrscheinlichkeit akzeptieren kann und sollte. Die mir bekannten vorgebrachten Argumente dieser Art lassen sich in den folgenden drei zusammenfassen:

Erstens hört man zuweilen ein merkwürdiges Argument der folgenden Art, das ich das „Verharmlosungs-Argument“ nenne: *Es geschieht im Alltag zwangsläufig immer wieder extrem Unwahrscheinliches. Zerschmeißt z.B. jemand eine Glasscheibe, so ist die genaue Lage der tausend kleinen, sich auf den Boden verteilenden Scherben immer ein hoch komplexes Muster, das angesichts der unendlich vielen anderen Muster, die sich ebenso gut einstellen könnten, völlig unwahrscheinlich ist. Daher ist die Unwahrscheinlichkeit der zufälligen Lebensentstehung gar nichts Besonderes, über das wir uns wundern müssten und für das wir uns nach einer den anzunehmenden Zufall reduzierenden Erklärung umsehen müssten.*²⁴

Was ist zu diesem verblüffenden Argument zu sagen? Richtig ist daran, dass ein Ereignis nicht allein deshalb schon bewundernswert ist, weil es eine von unendlich vielen Alternativen ist, die sich statt dessen hätten ereignen können, so dass das Ereignis im Hinblick darauf als „unendlich unwahrscheinlich“ erscheint. Aber wir haben es immer dann mit einem bewundernswürdigen und das Suchen nach möglichen Erklärungen herausfordernden Ergebnis zu tun, wenn ein unwahrscheinliches Ereignis unter den möglichen Alternativen ganz *besonders ausgezeichnet* ist, sei es rein äußerlich – z.B. dadurch, dass das Ergebnis korrekt vorhergesagt wurde – oder dadurch, dass mit diesem Ereignis objektiv eine bemerkenswerte innere Symmetrie oder Zweckmäßigkeit verbunden ist. Letzteres ist aber beim Ereignis der Lebensentstehung zweifellos der Fall, mit dem nicht irgendeine *belanglose* unwahrscheinliche Komplexität aufgetreten ist wie bei einem gewöhnlichen Scherbenhaufen, sondern eine *spezifische höchst sinnvolle* Komplexität. Im Fall des Scherbenhaufens würde man sich nur dann zu Recht wundern, wenn entweder die genaue Lage der Scherben vor dem Zerschmeißen bereits vorhergesagt und z.B. auf dem Boden markiert worden wäre, oder wenn die Scherben sich zu einem natürlicherweise ausgezeichneten Muster vereinigen, z.B. indem alle Scherben der Größe nach geordnet auf einer Linie zu liegen kommen. In diesem Fall würde man staunen und sich zu Recht fragen, ob wir es hier tatsächlich mit reinem Zufall zu tun haben, oder ob die Glasscheibe nicht (entweder von Natur aus oder von jenem „Zauberkünstler“, der die richtige Vorhersage machte) so präpariert war, dass das unerwartete Ergebnis eintreten musste. Die entsprechende Frage wird man also auch bei der Lebensentstehung vernünftigerweise stellen. Denn genau darum geht es in der Naturforschung eigentlich immer: wie man auffällige, unwahrscheinlich erscheinende Symmetrien und Muster in der Natur erklären kann.

Zweitens weisen manche auf das sog. „anthropische Prinzip“ hin: *Da der Mensch nun einmal existiert, müssen im Universum*

²² Vgl. Morowitz, Harold: *Energy Flow in Biology. Biological Organization as a Problem in Thermal Physics*, New York: Academic Press 1968, S. 99. Dort ist diese Zahl angegeben als Wahrscheinlichkeit der zufälligen Entstehung einer Zelle mit einer Zellmasse von 10^{-14} Gramm in einem Ozean von Monomeren („Probability of a cell arising spontaneously in an ocean of monomer units“).

²³ Dieses Zitat aus Kahanes Vortrag ist von Bruno Vollmert in seinem Buch *Das Molekül und das Leben* (Reinbek bei Hamburg 1985, S. 138) veröffentlicht worden. Dazu merkt Vollmert in Fußnote 69 auf S. 246 an: „Nach einer persönlichen Mitteilung von Prof. Dr. Hermann Schneider, Institut für Hochenergiephysik der Universität Heidelberg, der den Vortrag von E. Kahane in Genf gehört hat.“

Ein weiteres Beispiel für eine solche Einstellung findet man bei dem berühmten Biochemiker, Nobelpreisträger und Philosoph Jacques Monod (1910–1976), der 1970 in seinem Hauptwerk *Zufall und Notwendigkeit* schrieb: „[Es ist] wahrscheinlich, dass das entscheidende Ereignis [der Entstehung des Lebens] sich nur ein einziges Mal abgespielt hat. Das würde bedeuten, dass die *a priori*-Wahrscheinlichkeit dieses Ereignisses fast null war“ (deutsche Ausgabe, München: dtv, 7. Aufl. 1985, S. 128). Daraus folgt für Monod: „[Der Mensch muss] endlich ... seine totale Verlassenheit, seine radikale Fremdheit erkennen. Er weiß nun, dass er seinen Platz wie ein Zigeuner am Rande des Universums hat, das für seine Musik taub ist und gleichgültig gegen seine Hoffnungen, Leiden und Verbrechen“ (ebd., S. 151).

Die erstaunliche Bereitschaft, zur Rettung eines materialistischen Weltbildes auch größte Unwahrscheinlichkeiten anzunehmen, findet man auch bei Richard Dawkins, wenn er schreibt, dass man das Winkens einer Marienstatue (was Gläubige als übernatürliches Wunder betrachten würden) auch rein natürlich dadurch erklären könnte, dass die gewöhnlich unregelmäßige, zufällige Bewegung der Moleküle in der Hand der Statue zufällig alle für kurze Zeit in dieselbe Richtung laufen könnten, wenngleich die dagegen sprechende Wahrscheinlichkeit so gewaltig sei, dass Dawkins dazu schreibt: „Wenn wir am Anbeginn des Universums begonnen hätten, die Zahl aufzuschreiben, hätten wir bis heute noch nicht genug Nullen zu Papier gebracht.“ (Dawkins, *Der Gotteswahn*, Berlin: Uhlstein 3. Auflage 2007, S. 520; vgl. auch Dawkins, *Der blinde Uhrmacher*, München: dtv 2008, S. 188–199).

²⁴ Dieses Argument hat mir eine Schülerin mündlich vorgetragen.

auch alle für seine Entstehung (und somit auch alle für die Entstehung organischen Lebens) notwendigen Bedingungen existiert haben, so unwahrscheinlich sie auch gewesen sein mögen. Aus diesem einleuchtenden Prinzip, das eine pure Selbstverständlichkeit ausspricht, schließt man dann weiter: Also haben wir keinen Grund, uns darüber zu wundern. Wenn all dies Unwahrscheinliche nicht geschehen wäre, wären wir nicht da – es „musste“ also geschehen.²⁵

Dieses Argument scheint reine sophistische Überredungskunst zu sein, basierend auf einem logischen Fehlschluss, genauer auf einer Äquivokation des Wortes „musste“. Denn das anthropische Prinzip hebt ja die Unwahrscheinlichkeit der zufälligen Lebensentstehung nicht *objektiv* auf (wie es die Aussage, dass das Unwahrscheinliche geschehen „musste“, fälschlich suggeriert), sondern spricht nur die Tatsache aus, dass der menschliche Forscher im Weltall genau diejenigen Bedingungen vorfinden wird, die für seine eigene Existenz notwendig sind: D.h. die Wahrscheinlichkeit dafür, dass er genau diese Bedingungen *vorfinden wird*, ist Eins; aber deshalb muss die Wahrscheinlichkeit dafür, dass diese Bedingungen *entstanden sind*, nicht ebenfalls Eins sein; diese Entstehung kann vielmehr sehr unwahrscheinlich sein. So kann das anthropische Prinzip auch unser Erstaunen über die Unwahrscheinlichkeit der Bedingungen für unsere Existenz nicht als unangemessen erweisen.²⁶

Drittens hört man das Argument: *Egal wie unwahrscheinlich die zufällige Entstehung des Lebens auch ist: Ich glaube daran, weil ich die Alternative dazu noch unwahrscheinlicher sind.* Konkret argumentiert z.B. Richard Dawkins in diesem Sinne, wenn er sagt: *Die zufällige Entstehung der Urzelle ist unwahrscheinlich, aber dass Gott sie erschuf, das ist noch unwahrscheinlicher.* Denn Gott müsste ein viel komplizierteres Lebewesen als die Urzelle sein, wenn er all das kann, was man ihm zuschreibt (z.B. all die Gebete erhören usw.), und so muss man fragen: Wenn Gott die Urzelle schuf, wer hat dann Gott erschaffen? Da hätte ja die Evolution zuerst das komplizierte Lebewesen „Gott“ hervorbringen müssen, damit dieser die Urzelle erschaffen kann – was viel unwahrscheinlicher ist als wenn direkt die relativ einfache Urzelle zufällig entstand. In Anspielung auf Hoyle, der die Unwahrscheinlichkeit der zufälligen Lebensentstehung mit der Unwahrscheinlichkeit eines Zusammenblasens einer Boeing 747 durch den Wind verglich, sagt daher Dawkins, Gott sei daher „die ultimative Boeing 747“. Gott ist also völlig unwahrscheinlich, und also ist der Glaube an die chemische Evolution des Lebens aus Unbelebtem trotz aller Unwahrscheinlichkeiten, an die man auch hier glauben muss, die einzige rational vertretbare Alternative.²⁷

Dieses Argument ist aber aus zwei Gründen stark anfechtbar. Erstens beruht es vollständig auf einem materialistischen Vorurteil: Es verliert sofort seine Stichhaltigkeit, wenn man, dem klassischen Theismus folgend, Gott als ein unveränderliches geistig-personales Prinzip konzipiert, das seit Ewigkeit besteht, und deshalb *keinen* Schöpfer braucht, selbst aber alle von ihm verschiedene Wesen ins Dasein gerufen hat und im Dasein erhält. Demgegenüber hat Dawkins offenbar ein so verfestigtes materialistisches Weltbild, dass er sich einen wirklich existierenden Gott nur als ein mächtiges organisches Lebewesens vorstellen kann, das (wie alle anderen derartigen Lebewesen auch) irgendwann irgendwie durch naturgesetzlich nachvollziehbare komplexe materielle Vorgänge entstanden sein müsste.²⁸

Zweitens ist das Argument, selbst wenn man Dawkins' Materialismus akzeptieren wollte, nicht so schlüssig, wie Dawkins glaubt. Denn als Alternative zur Annahme einer zufälligen Entstehung käme außer einer Erschaffung durch Gott (wie sie Dawkins hier recht unprofessionell zurückweist) auch noch die *Cosmic Ancestry These* von Hoyle in Frage: die These, dass das Leben sich weder aus Unbelebten entwickelt hat, noch geschaffen wurde, sondern immer schon existiert hat, überall im Weltall verbreitet ist, und daher aus dem All auf die Erde kam, vielleicht in Form von Bakterien (Panspermie-These). Hierzu müsste man entweder glauben, dass unser Universum anfangslos war (was problematisch ist und der derzeitigen Standard-Kosmologie widerspricht), oder man könnte an die Übertragung des Lebens von einem Vorgänger- oder Paralleluniversum in unser Universum glauben. Ein solcher Glaube ist natürlich hoch spekulativ und kann deshalb als reichlich irrational erscheinen, aber man könnte trotzdem ganz im Sinne der Dawkins'schen Logik die Frage stellen: Wäre dieser Glaube nicht vielleicht doch noch etwas *weniger* irrational, als der Glaube an hyperastronomische Unwahrscheinlichkeiten, und deshalb *eher* akzeptabel?²⁹

Insgesamt erscheint also das Akzeptieren der berechneten Unwahrscheinlichkeiten als *keine* besonders attraktive Möglichkeit.

²⁵ Grundzüge einer solchen Argumentation findet man bei Richard Dawkins, *Der Gotteswahn*, Berlin: Uhlstein 3. Auflage 2007, S. 188–204.

²⁶ Richard Swinburne hat dies durch folgende Geschichte veranschaulicht (in seinem Werk *Die Existenz Gottes*, Stuttgart: Reclam 1987, Kap. 8, S. 182): Angenommen, ein Irrer sperrt einen Mann zusammen mit einer Kartenmischauschine in einen Raum ein, und informiert ihn darüber, dass die Maschine nun aus zehn Päckchen je eine Karte ziehen wird; sollte es nicht zehnmal Herz-Ass sein, so wird die Maschine eine Explosion auslösen, die ihn töten wird. Würde dann die Maschine zur Erleichterung des Eingespererten tatsächlich zehnmal Herz Ass ziehen, so wäre dieser mit Recht erstaunt und würde meinen, sein außerordentliches Glück bedürfe einer Erklärung, etwa in der Form, das die Maschine vorher von einer ihm wohlgesonnenen Person manipuliert worden sei. Die dem schwachen anthropischen Prinzip entsprechende Tatsache, dass der Eingesperrte natürlich von vornherein gar keinen anderen Ausgang des Experiments hätte erleben können, ändert nichts daran, dass man den Ausgang für erstaunlich und erklärbungsbedürftig halten wird.

²⁷ Vgl. Dawkins, *Der Gotteswahn*, Berlin: Uhlstein 3. Auflage 2007, bes. S. 154–157, 195, 210.

²⁸ Vgl. hierzu Dawkins, *Der Gotteswahn*, Berlin: Uhlstein 3. Auflage 2007, S. 219. Hier räumt Dawkins ein, dass es vielleicht doch einen „übermenschlichen Gestalter“ gegen könnte, „aber wenn dem so ist, wird es mit ziemlicher Sicherheit kein Gestalter sei, der plötzlich ins Dasein trat oder schon immer da war. Wenn unser Universum gezielt gestaltet wurde (was ich keine Sekunde lang glaube), und wenn dieser Gestalter darüber hinaus auch unsere Gedanken liest und allwissende Ratschläge, Vergebung und Erlösung verteilt, muss dieser Gestalter selbst das Endprodukt einer additiven Leiter [...] sein, vielleicht das Produkt einer Version des Darwinismus aus einem anderen Universum.“

²⁹ Interessanterweise hat Richard Dawkins den ersten Schritt zu einer Bejahung dieser Frage schon längst vollzogen, in dem er die Möglichkeit sowohl von Vorgänger- als auch von Paralleluniversen positiv aufgegriffen hat (vgl. Dawkins, *Der Gotteswahn*, Berlin: Uhlstein 3. Auflage 2007, S. 204–207); er vergleicht (ebd. S. 207) die „Gotteshypothese“ mit der „Hypothese vom Multiversum“ und bezeichnet die Gotteshypothese als „wirklich“ weit hergeholt, während die Multiversumshypothese nur als „scheinbar“ weit hergeholt sei.

Eine bessere Strategie scheint es daher zu sein, durch andere Überlegungen die Unwahrscheinlichkeit zu reduzieren oder am besten ganz loszuwerden.

6. Wege zur Reduktion der Unwahrscheinlichkeit

Es gibt drei Wege, wie man versuchen kann, die berechnete Unwahrscheinlichkeit der spontanen Entstehung des Lebens loszuwerden oder zumindest zu reduzieren.

Zum einen steht *der übernatürliche Weg* offen: Die Annahme eines rein materielle Natur transzendierenden geistigen Prinzips, durch das ein teleologisches Element der Planung und Leitung bei der Lebensentstehung mitgespielt hat. Diesen Weg geht am konsequentesten der *klassische Theismus* mit seiner Annahme eines bewusst handelnden Gottes; aber auch andere mehr oder weniger pantheistisch-panpsychistische Konzeptionen (wie z.B. der dialektische Materialismus oder die *cosmic ancestry* - These von Fred Hoyle) gehen in diese Richtung.

Ein zweiter Weg, welcher als *der klassische Weg des Atheismus und Materialismus* gelten kann, besteht in der Annahme, dass es buchstäblich unendlich viele Gelegenheiten gab, dass das Leben zufällig entstand, weil unser Universum immer schon existierte, also keinen zeitlichen Anfang hatte, und/oder weil es räumlich unendlich ist, und/oder weil (gemäß der sog. „Multiversumshypothese“) neben unserem Universum noch unendlich viele Paralleluniversen existieren. Basierend darauf pflegt man gern zu sagen: *Ist die Anzahl der Zufallsexperimente unendlich, muss jedes mögliche Ergebnis einmal vorkommen*. Oder, wenn man annimmt, dass das Weltall anfangslos war und es immer schon Planeten gab, auf denen Leben entstehen konnte: *In unendlicher Zeit muss irgendwann alles passieren*. Demgemäß würde bei Annahme von unendlich vielen Möglichkeiten der Lebensentstehung irgendwann und irgendwo notwendigerweise rein zufällig Leben entstehen, auch solches von beliebige großer Komplexität wie z.B. sog. Boltzmann-Gehirne.

Zu dieser Argumentation gibt es aber zwei Einwände. Erstens hatte nach der heutigen wissenschaftlichen Standard-Theorie des Urknalls das Universum einen Anfang vor ca. 13,8 Milliarden Jahren, und die Anzahl der Teilchen im Universum ist ebenfalls endlich (ca. 10^{80}), wobei es physikalische und auch metaphysische Argumente dafür gibt, dass Raum und Zeit prinzipiell endlich sein sollten (Stichwort: Paradoxien des Unendlichen), wenngleich diese umstritten sind und hier nicht weiter diskutiert werden können. Und zweitens: Selbst wenn wir trotz dieser Schwierigkeiten annehmen, dass es tatsächlich unendlich viele Gelegenheiten zur zufälligen Entstehung des Lebens gab, ist keineswegs gesagt, dass dann mit Sicherheit irgendwann Leben entstehen musste. Die These etwa, dass in unendlicher Zeit alles mögliche irgendwann geschehen *muss*, ist sicher falsch.³⁰ Abgesehen davon, dass sich die Wahrscheinlichkeitsrechnung auf manche Zufallsexperimente mit unendlichen Ereignismengen überhaupt nicht anwenden lässt,³¹ gibt es verblüffende Beispiele dafür, dass die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses, dass jederzeit eintreten kann, unter Umständen auch in unendlicher Zeit relativ klein bleibt. Ein solches Beispiel ist die Rückkehrswahrscheinlichkeit beim „Random Walk“ in drei Dimensionen, die nur 1:3 beträgt.³² Wir können also über die Chance, dass in einem unendlich alten oder unendlich großen Universum oder in einem aus unendlich vielen Universen bestehendem Multiversum Leben zufällig hervorgebracht wird, ehrlicherweise gar nichts aussagen, solange wir die genauen Strukturen dieser unendlichen Wirklichkeit nicht kennen. Hier könnte die zufällige Bildung organischen Lebens trotz Unendlichkeit immer noch relativ gering sein, oder sie könnte unberechenbar sein. Eine auch nur annähernd zuversichtliche Aussage darüber scheint unmöglich zu sein.

³⁰ Das ist selbst dann falsch, wenn die Wahrscheinlichkeit eines bestimmten Ausgangs eines Zufallsexperiment bei unendlicher Wiederholung Eins ist bzw. gegen Eins konvergiert (was, wie in Fußnoten 31 und 32 erläutert wird, nicht immer der Fall ist). Denn es bleibt ja z.B. möglich, dass man auch dann, wenn man unendlich oft würfelt, nie eine Sechs würfelt. Freilich ist das unendlich unwahrscheinlich, denn es ist – wie die Mathematiker vorsichtig sagen – „fast sicher“ der Fall, dass man irgendwann eine Sechs würfeln wird.

³¹ Beispiel: Es mögen in einer Urne hintereinander unendlich viele Kugeln liegen, wobei die erste weiß, die zweite schwarz, die dritte wieder weiß usw. ist. Dann ist es plausibel, dass man durchschnittlich jedes zweite Mal eine weiße Kugel ziehen wird, also die Wahrscheinlichkeit hierfür 1:2 ist. Wir können jedoch die Kugeln umordnen, indem wir die erste weiße Kugel auf den dritten Platz, die zweite auf den sechsten, die dritte auf den neunten usw. verlegen. In dieser Anordnung ist nur noch jede dritte Kugel eine weiße und die Wahrscheinlichkeit, eine weiße Kugel zu ziehen, beträgt 1/3. Durch eine analoge Umordnung können wir offenbar jede beliebige Bruchzahl 1/n als möglichen Wert für diese Wahrscheinlichkeit erhalten. Was wäre aber, wenn *gar keine* bekannte Anordnung der Kugeln gegeben ist? Dann könnten wir offenbar über die Wahrscheinlichkeit überhaupt keine sinnvolle Aussage mehr machen. Auf diesen Punkt hat auch der Philosoph und Kosmologe Michael Heller aufmerksam gemacht (vgl. Heller, Michael, Infinities in cosmology, in: Heller, Michael & Woodin, M. Hugh [Hgg.], Infinity: New Research Frontiers, Cambridge University Press 2011, S. 218–229).

³² Den „Random Walk“ (Zufallsweg) in einer Dimension kann man als ein Spiel betrachten, bei dem ein Spieler zu Beginn auf einem bestimmten Punkt P einer grenzenlosen Geraden steht und mit einer Münze auslost, ob er einen Schritt nach rechts oder nach links geht (die Wahrscheinlichkeit für beides ist also gleich groß). Nach diesem Schritt wiederholt er den Vorgang ohne Ende. Dabei legt er auf der Geraden in unendlicher Zeit einen unendlich langen Weg zurück, auf dem er eventuell mehrfach die Richtung wechselt und unter Umständen zu seinem Ausgangspunkt zurückkehren kann. Dieses Spiel kann auch in zwei (bzw. drei) Dimensionen gespielt werden: Dann befindet sich der Ausgangspunkt P auf einer grenzenlosen Ebene (bzw. im unendlichen Raum), und der Spieler er hat nach jedem Schritt die Möglichkeit, auf der Ebene (bzw. im Raum) einen Schritt nach rechts, links, vorn oder hinten (bzw. nach rechts, links, vorn, hinten, oben oder unten) zu machen, und es wird jedesmal ausgelost, in welche Richtung er gehen muss, und zwar so, dass jede Richtung mit gleicher Wahrscheinlichkeit eingeschlagen wird. Er legt dann in unendlicher Zeit einen unendlich langen Weg auf der Ebene (bzw. im Raum) zurück. Die Frage ist nun, wie groß die „Rückkehrswahrscheinlichkeit“ ist, d.h. die Wahrscheinlichkeit, dass der Spieler in unendlicher Zeit irgendwann zum Ausgangspunkt P zurückkehren wird. Es lässt sich mathematisch zeigen, dass die Rückkehrswahrscheinlichkeit, wenn das Spiel in einer bzw. in zwei Dimensionen erfolgt, Eins ist, d.h. die Rückkehr ist hier mit größtmöglicher Sicherheit zu erwarten; der Spieler wird sogar jeden Ort auf der Geraden bzw. auf der Ebene unendlich oft besuchen. Jedoch ergibt sich beim dreidimensionalen Random Walk überraschenderweise, dass die Rückkehrswahrscheinlichkeit nur noch ca. 0.34 beträgt, d.h. in etwa 1:3! Das bedeutet, dass nur jede dritte Spieler zurückkehrt. Vgl. hierzu <http://mathworld.wolfram.com/PolyasRandomWalkConstants.html> / 04.10.2019.

Ein dritter Weg, der ebenfalls für Physikalisten offen steht, ist die Annahme, deren künftigen Bestätigung sich wohl die meisten von ihnen erhoffen: dass eine genauere Analyse der biochemischen Details zur Entdeckung von heute noch unbekannten Mechanismen führen wird, die die Entstehung des Lebens viel wahrscheinlicher erscheinen lassen werden als es die heutigen Berechnungen suggerieren. Das ist in gewisser Weise ein „Schuldscheinmaterialismus“: Man unterschreibt den Schultschein, auf dem man sich verpflichtet, eine rein materialistische plausible Erklärung für die Lebensentstehung nachzuliefern, sobald die Wissenschaft „so weit ist“. Daneben kann man versuchen, diese Bringschuld jetzt schon zumindest zum Teil abzutragen. Hierzu dient z.B. die von Dawkins erläuterte (oben beschriebene) Konzept der *kumulativen Selektion*, das zur Reduktion der Zufälle in der biologischen Evolution herangezogen werden kann. Man versucht nun, dies auch auf die chemische Evolution zu übertragen und durch das Konzept der *Selbstorganisation* zu erweitern. Dies ist im nächsten Absatz genauer zu prüfen. Doch gibt es vorab ein grundsätzliches, recht einleuchtendes Argument dafür, dass das zu einer echten und fundamentalen Reduktion niemals kommen kann: Vergleicht man die Situation am Anfang des Universums beim Urknall, wo die Materie nahezu völlig homogen und ohne jede Struktur war, und ein technisches Gerät mit komplizierter sinnvoller Struktur, z.B. einen Computer, der sich nach 14,8 Milliarden Jahren gebildet hat, so kann man fragen, wie groß damals die Unwahrscheinlichkeit war, dass dieser nach 14,8 Milliarden Jahren entstehen würde. Diese ist offenbar hyperastronomisch groß. Diese Tatsache aber kann offenbar nicht dadurch wieder geändert werden, dass sich *unterwegs* irgendwelche neuen „Mechanismen“ bilden konnten, die bestimmte Phasenabschnitte auf dem Wege der „Computerentstehung“ wahrscheinlicher werden ließen (etwa: *Entstehung intelligenter Menschen*, die, nachdem sie entstanden waren, den Computer ohne größere Unwahrscheinlichkeitsprobleme gezielt bauen konnten; davor die *Entstehung primitiver Lebensformen*, die sich auf unwahrscheinlichkeits-reduzierendem Wege durch *kumulative Selektion* in Richtung Mensch weiterentwickeln konnten; davor irgend ein Mechanismus wie *Selbstorganisation*, der die Entstehung von primitiven Lebensformen erleichterte usw.). Denn egal, was unterwegs passierte, und ob streckenweise *weniger* Unwahrscheinliches passierte, so bleibt doch der Sprung vom „strukturlosen Nichts“ zum „hoch-strukturierten Computer“ genau derselbe, und so scheint die *Gesamt-Unwahrscheinlichkeit* nicht reduzierbar zu sein.

7. Selbstorganisation als Lösung?

Die meisten Wissenschaftler hoffen gemäß dem modernen Wissenschaftsprogramm darauf, in Zukunft eine plausible natürliche und nicht-personale Erklärung zu finden, welche ohne die genannten Unwahrscheinlichkeit die Entstehung des Lebens aus Unbelebtem erklären kann. Dazu ist die oben beschriebene, von Dawkins erläuterte Idee der *kumulativen Selektion* nicht geeignet, da sie sich nur auf die biologische (nicht die chemische) Evolution bezieht. Manche wollen zwar das Konzept von Selektion und Mutation auf einige Vorstadien der biologischen Evolution übertragen werden (Stichworte: RNA-Welt, Hyperzyklen usw.), aber das geht nur, wenn man sich selbst replizierende Strukturen (und somit Leben im philosophischen Sinn) als bereits gegeben annimmt. Aber um die Entstehung dieser Strukturen muss es hier eigentlich gehen, und für diese muss offenbar immer noch eine hyperastronomische Unwahrscheinlichkeit angenommen werden.³³ Für den „ersten, unwahrscheinlichen Schritt“ von sich *nicht* replizierender Materie hin zu diesen ersten lebendigen Strukturen braucht man zur Wahrscheinlichkeits-Reduktion also eine grundlegende *andere* Idee als die Darwinsche Evolutionslehre, und vielfach glaubt man, eine solche Idee schon gefunden zu haben: das Konzept der *Selbstorganisation*. Harold Morowitz etwa – der die oben genannte Unwahrscheinlichkeit von $1:10^{340,000,000}$ hergeleitet hat – war davon überzeugt, dass in Wirklichkeit die Lebensentstehung überhaupt nicht derart zufällig, sondern naturnotwendig erfolgt. Denn die von ihm berechnete Unwahrscheinlichkeit bezieht sich auf eine zufällige Entstehung in einer Situation des thermischen Gleichgewichts: in einer Umgebung, die energetisch geschlossen ist, in der es also nicht zum Zufluss und Abfluss neuer Energie kommt. Nun gibt es aber die von *Manfred Eigen* und *Ilya Prigogine* entwickelte These von der *Selbstorganisation*: *In dissipativen, offenen Systemen fern vom thermischen Gleichgewicht* (wo also laufend große Mengen von Energie oder auch Masse ins System ein- und vom System wieder abfließt) *kann es zu einer sog. Selbstorganisation kommen, indem durch nichtlineare Dynamik aus Chaos von selbst Ordnung entsteht*. Man betrachte als einfaches Beispiel von *Selbstorganisation* zufällig herumliegende Steine am Meeresufer, deren Stellung zueinander kein regelmäßiges Muster bildet. Kommt nun eine Welle an (Masse- und Energiezufluss!), die alle Steine erfasst und nach Rückgang der Welle in einer neuen Stellung liegen lässt, so liegen die Steine nun auf einer geraden Linie. Ein anderes Beispiel sind die kreisförmigen Wellenmuster um den Abfluss in einer Badewanne, wenn man den Stöpsel gezogen hat; ohne das abfließende Wasser wäre die Entstehung solcher Muster völlig unwahrscheinlich. Ein drittes Beispiel sind die die wabenförmigen „Bénard-Zellen“, die sich bilden, wenn man eine dünne Flüssigkeitsschicht wie Öl von unten erhitzt, während die Oberseite kühl bleibt. Man weist auch auf die regelmäßigen sechseckigen Eiskristalle hin, die sich von selbst bilden, auf den Wolkenschlauch bei einem Tornado, usw. Die Frage ist aber, ob solche „kleinen Wunder“ bereits ausreichen, um das ganz große Wunder der Lebensentstehung zu erklären. Denn Leben ist nicht nur in irgendeiner Weise regelmäßig, sondern entfaltet eine unfassbar große und sinnvolle, spezifische Komplexität; vor allem ist nicht nur äußerlich „geordnet“, sondern innerlich „organisiert“. Um den Unterschied durch ein Alltagsbeispiel klar zu machen: Ein unordentlicher Schreibtisch, auf dem allerlei verschiedene Zettel herumliegen, kann durch *Selbstorganisation* geordnet werden, in dem man z.B. das Fenster öffnet und frischen Wind ins Zimmer hineinblasen lässt (Energiezufuhr). Dann werden die Zettel alle einheitlich an die Wand geblasen und liegen nicht mehr kreuz und quer auf dem Tisch herum. Aber die so

³³ Im Hinblick auf die vielen Schwierigkeiten des RNA-Welt-Konzepts heißt es bei Rauchfuß, Chemische Evolution, Berlin: Springer 2005, S. 202: „Die genannten Bedenken [...] lassen eine de-novo-Synthese von RNA unter den Bedingungen der frühen Erde als beinahe unmöglich erscheinen.“

entstandene Ordnung ist keine innerlich differenzierte, sinnvolle und spezifische Ordnung, wie sie wünschenswert wäre: Diese wäre nur dann gegeben, wenn inhaltlich zusammengehörigen Zettel korrekt auf die dafür vorgesehenen Schubladen verteilt werden. Das aber kann offenbar weder der Wind noch eine andere Energiezufuhr leisten, es sei denn durch einen wirklich hyperastronomisch unwahrscheinlichen Zufall; normalerweise braucht man hier einen intelligenten Ordner.

Natürlich muss man zugeben (und es ist ja völlig klar), dass bei starkem Durchfluss von Energie auch die Entstehung unwahrscheinlicher Ordnungen viel wahrscheinlicher wird. Denn dieser Durchfluss sorgt dafür, dass die Stoffe „aktiviert“ werden und auch miteinander wechselwirken, so dass also die „Zufallsexperimente“ viel schneller ablaufen als sie es im thermischen Gleichgewicht tun: Es macht schon einen Unterschied, ob man Aminosäuren in einem ruhigen Ozean herumschwimmen lässt und dann darauf wartet, dass sich zufällig zu Makromolekülen verbinden, oder ob es „blitzt und brodelt“, was dazu führt, dass die Stoffe intensiv miteinander reagieren. Aber dies haben wir ja bei der obigen Berechnung der Unwahrscheinlichkeit schon einberechnet, indem wir bereits von *der höchsten möglichen Wiederholungsrate* von hundert Trilliarden Versuchen pro Sekunde ausgingen. Kein Energiezufluss – egal wie hoch – kann diese Rate noch weiter erhöhen, und so scheint eine hyperastronomische Unwahrscheinlichkeit auch dann bestehen zu bleiben, wenn das Leben in dissipativen offenen Systemen fern vom Gleichgewicht entstand.

So ist bisher nicht zu sehen, ob und wie man diese Unwahrscheinlichkeiten im Rahmen einer rein mechanistischen Betrachtungsweise los werden kann. Manche ziehen hier im Zusammenhang mit Selbstorganisation noch das Denkmodell der „Emergenz“ bzw. eines „Phasenübergangs“ heran: Bei einer hinreichend starken nichtlinearen Dynamik, so spekuliert man, tauchen schlagartig neue Strukturen auf, und eine davon sei eben das Leben. Dies setzt aber einen Glauben an geheimnisvoll in der Materie verborgene und sich bei „Phasenübergängen“ aktivierende Kräfte voraus, einen Glauben, wie wir ihn auch bei Oparin und in dem von ihm vertretenen dialektischen Materialismus fanden.³⁴ Wer so argumentiert, weist im Grunde genommen auf höhere, nicht-mechanische Ursachen für das Leben hin, ähnlich wie es auf je eigene Weise auch Fred Hoyle, Thomas Nagel und der klassische Theismus tun. Morowitz verband den Emergenzgedanken sogar explizit mit einer (allerdings pantheistisch und innerweltlich ausgerichteten) Gottesvorstellung.³⁵

8. Fazit

Diese Überlegungen führen uns also dazu, die nicht-physikalistischen Konzepte ernsthaft in Erwägung zu ziehen, und hierbei hat der konsequent theistische Denkansatz, der von einem transzendenten Gott ausgeht, den Vorzug, dass gegen ihn keine so starken Bedenken erhoben werden können wie gegen die anderen beiden Denkansätze: Gegen Hoyles These vom immer schon dagewesenen Leben spricht ja, dass man hierzu das Standardmodell der Kosmologie in Frage stellen oder auf hochspekulative Weise erweitern müsste, und gegen die Hypothese des dialektischen Materialismus und anderer Konzepte, wonach die zur spontanen Hervorbringung organischen Lebens befähigenden Kraftpotenziale *in der Materie oder zumindest in der innerweltlichen Natur selbst* existieren, kann man das Folgende anführen. Wenn dem so wäre, müssten diese Kräfte im Labor nachweisbar sein; man müsste unter bestimmten labormäßig herstellbaren Bedingungen die spontane Bildung des Lebens bzw. der entsprechenden Makromoleküle provozieren und beobachten können. Bisher ist dies aber trotz zahlreicher Anstrengungen nie gelungen, und je länger man dies erfolglos versucht, desto unwahrscheinlicher wird die Hypothese. Am Ende erscheint somit wirklich die Schöpfungslehre des Theismus als die rationalste Lösung des Problems, also die These: Das organische Leben ist *nicht* zufällig entstanden, sondern verdankt seine Entstehung dem Plan und Wirken des transzendenten Gottes. Dieser Schluss liegt jedenfalls solange nahe, wie das, was die nach physikalische Ursachen forschende Naturwissenschaft („modern science“) über die Entstehung des Lebens bisher herausgefunden hat, sich so zusammenfassen lässt, wie es der theoretische Physiker Freeman Dyson (* 1923), einer der ganz großen Physiker des 20. Jahrhunderts, im Jahre 2010 tat:

„*The origin of life is the deepest mystery in the whole of science. Many books and learned papers have been written about it, but it remains a mystery. There is an enormous gap between the simplest living cell and the most complicated naturally occurring mixture of nonliving chemicals. We have no idea when and how and where this gap was crossed.*“³⁶

³⁴ Der Vergleich der Lebensentstehung mit einem sprunghaften Phasenübergang wurde bereits im 19. Jahrhundert von Friedrich Engels gezogen (der sich auf Hegel berief), und fand Eingang in die Doktrin des dialektischen Materialismus, wie ihn Josef Stalin in einer berühmten Schrift „Über dialektischen und historischen Materialismus“ (1938) mustergültig beschrieben hat.

³⁵ Vgl. Morowitz, Harold, *The emergence of everything: How the World Became Complex*, Oxford University Press 2002.

³⁶ Freeman J. Dyson, *A Many Colored Glass: Reflections on the Place of Life in the Universe*, Charlottesville, VA: University of Virginia Press, 2010, S. 104. Dyson selbst steht zwar den Religionen skeptisch gegenüber, glaubt aber an Gott.

Literatur:

- Darwin, Charles, *Entstehung der Arten* (1859),
- Darwin, Francis, *Life and Letters of Charles Darwin*, New York 1887.
- Dawkins, Richard, *Der Gipfel des Unwahrscheinlichen*, Rowohlt: Reinbek bei Hamburg, 2001.
- Dawkins, Richard *Der Gotteswahn*, Berlin: Uhlstein 3. Auflage 2007.
- Dawkins, Richard, *The Blind Watchmaker*, New York: W.W. Norton, 1985; dt. Ausgabe: *Der blinde Uhrmacher*, München: dtv 2008.
- Freeman J. Dyson, *A Many Colored Glass: Reflections on the Place of Life in the Universe*, Charlottesville, VA: University of Virginia Press, 2010.
- Heller, Michael, *Infinities in cosmology*, in: Heller, Michael & Woodin, M. Hugh [Hgg.], *Infinity: New Research Frontiers*, Cambridge University Press 2011.
- Hoyle, Fred, *The Intelligent Universe*, London: Michael Joseph Limited, 1983.
- Hoyle, Fred & Wickramasinghe, Chandra, *Evolution From Space*, London: Dent, 1981; deutsche Ausgabe: Evolution aus dem All, Berlin u.a.: Ullstein Verlag, 1981.
- Klupp, Herbert, *Mehr als Materie und Zufall. Warum die DNA den Darwinismus widerlegt*, erschienen im Selbstverlag, 2019.
- Monod, Jacques, *Zufall und Notwendigkeit*, deutsche Ausgabe, München: dtv, 7. Auflage 1985.
- Morowitz, Harold: *Energy Flow in Biology. Biological Organization as a Problem in Thermal Physics*, New York: Academic Press 1968.
- Morowitz, Harold, *The emergence of everything: How the World Became Complex*, Oxford University Press 2002.
- Nagel, Thomas, *Geist und Kosmos. Warum die materialistische neodarwinistische Konzeption der Natur so gut wie sicher falsch ist*, Berlin: Suhrkamp Verlag 2013.
- Oparin, Alexander, *Die Entstehung des Lebens auf der Erde*, Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften 1957, S. 244–245:
- Oparin, Alexander, *Life, its Nature, Origin and Development* (Original Moskau 1960), engl. Ausgabe: Edinburgh: Oliver and Boyd, 1961
- Oparin, Alexander, *The Origin of Life* (russ. Original Moskau 1936), engl. Ausgabe: New York: Dover Publications 1938, 2. Auflage 1953.
- Stalin, Josef, *Über dialektischen und historischen Materialismus*, erschienen 1938 als Teil des 4. Kapitels der „Geschichte der Kommunistischen Partei der Sowjetunion (Bolschewiki), kurzer Lehrgang“.
- Rauchfuß, Horst, *Chemische Evolution*, Berlin: Springer 2005.
- Swinburne, Richard, *Die Existenz Gottes*, Stuttgart: Reclam 1987.
- Vollmert, Bruno, *Das Molekül und das Leben. Vom makromolekularen Ursprung des Lebens und der Arten: Was Darwin nicht wissen konnte und Darwinisten nicht wissen wollen*. Rowohlt Verlag Reinbek bei Hamburg 1985.