

Reinhart Kögerler

Evolution: Blinder Zufall oder Intelligent Design?

◆ Vor einem Jahr hat ein Kommentar des Wiener Kardinals Christoph Schönborn in der „New York Times“ weltweit Aufsehen erregt: Das katholische Lehramt weist mit Nachdruck darauf hin, dass die Existenz Gottes in der Evolution des Lebens mit Gewissheit erkannt werden könne und dass die Evolution kein blinder Zufall sei. Heftige mediale Kontroversen folgten. Der Bielefelder Physiker und engagierte Katholik Reinhart Kögerler stellt mit seinem Beitrag klar, wie diese Debatte inhaltlich zu führen wäre. (Redaktion)

Die jüngst wieder heftig aufgeflammete Diskussion um die Frage des Intelligent Design hat wohl die meisten Teilnehmer und Zuhörer ziemlich ratlos zurückgelassen. Denn so begrüßenswert es einerseits erscheint, dass über ideologische Fronten hinweg Positionen ausgetauscht wurden, so haben doch die Art der Diskussion, das dabei erreichte Niveau und die bisherigen Ergebnisse gezeigt, dass Naturwissenschaftler und Theologen (oder besser: Verteidiger eines sogenannten naturwissenschaftlichen Weltbildes und Verteidiger von religiösen Überzeugungen) noch immer nicht (oder sogar immer weniger) fruchtbar kommunizieren können. Sehr schnell werden die alten Argumente hervorgeholt, schimmern die üblichen Vorurteile durch und wird – auf beiden Seiten – die Attitüde des Missionars, ja des Meinungsrichters angenommen. Das Bemühen um Verständnis der gegnerischen Position und um gemeinsamen Erkenntnisfortschritt bleibt auf der Strecke.

Die Schuld trifft hier beide Seiten: Vertreter der religiösen Sicht fordern Ein-

sichten, die viele Wissenschaftler nicht nachvollziehen können oder wollen, und versehen dann eine solche Weigerung mit dem Verdikt der Ideologie. Viele Wissenschaftler wiederum vertreten ihre Weltsicht in einer Weise, als ob die zugrundeliegende Theorie (hier im Wesentlichen die Evolutionstheorie) den Status einer absoluten Wahrheit erreicht hätte und durch nichts zu falsifizieren wäre.

Der Kern der Sache: Ist in unserem Weltbild noch Platz für Gott?

In dieser Situation ist es wohl das Beste, die Bekenntnisrede zurückzudrehen und mehr auf argumentatives Reden zu setzen. Worum geht es im Kern der Sache? Kurz ausgedrückt um die Frage, ob in einem modernen naturwissenschaftlich fundierten Weltbild Platz ist für eine (christliche) Gottes-Vorstellung. Zu beachten ist hier insbesondere der Begriff „Weltbild“. Dieser meint eben nicht eine wissenschaftliche Theorie¹ oder die Summe von wis-

¹ Hinsichtlich des spezifischen Charakters von (natur-)wissenschaftlichen „Theorien“, insbesondere ihres Geltungsanspruchs, gibt es zahlreiche wissenschaftstheoretische Darstellungen. Leicht lesbar ist etwa: *Wolfgang Stegmüller*, Hauptströmungen der Gegenwartsphilosophie (6.

senschaftlichen Einzelerkenntnissen (die immer im begrifflichen und konzeptiven Rahmen von Theorien formuliert sind). Letztere sind ja so fremd zu religiösen Vorstellungen oder Begriffen, dass sich die Frage der Kompatibilität gar nicht stellt. Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik etwa (in seiner korrekten Formulierung), oder die Gesetze der Genetik bzw. ihrer molekularen Mechanismen (Reduplikation der DNA, Mutation, ...) tangieren religiöse Aussagen gar nicht und werden von ihnen auch nicht tangiert. Dasselbe gilt auch für Aussagen über die kosmische Evolution, die sich aus der Allgemeinen Relativitätstheorie ergeben. Insofern stimmt die Behauptung von manchen Theologen, dass naturwissenschaftliche Erkenntnisse für ihre Arbeit nicht wirklich relevant sind.

Die Sache sieht aber völlig anders aus, wenn diese Einzelerkenntnisse zur Basis einer Gesamtschau der Welt gemacht werden, wenn Verallgemeinerungen getroffen, deduktive Schlüsse gezogen, die Bezogenheit einzelner Aussagen auf eine bestimmte Theorie (mit ihren spezifischen Grundannahmen) übersehen werden, kurz wenn ein „Weltbild“ entsteht, das zwar auf naturwissenschaftlichen Erkenntnissen beruht, aber wesentlich mehr als diese beinhaltet. Die Elemente eines solchen können hinsichtlich ihrer Geltungsansprüche durchaus in Konkurrenz zu religiösen Überzeugungen geraten. Nun könnte eine apologetische Theologie den Konflikt zu bereinigen versuchen, indem sie auf die nicht-wissenschaftlichen Elemente dieses „wissenschaftlichen“ Weltbildes verweist, auf die (oft willkürlichen) Verallgemeinerungen und Pauschalierungen, auf die „ideologischen Momente“, die in ihm stecken.

Aber viel wird sie damit nicht erreichen. Denn erstens haben auch die Vertreter von religiösen Positionen immer wieder und bis heute auf der Basis von (ihrerseits entwickelten) Weltbildern, also ideologisch, argumentiert und die Grenzen des streng wissenschaftlich-theologisch Erkannten oft weit überschritten (man denke an die Aussagen der Kirche zu astronomischen Phänomenen (Kopernikus, Galilei) oder zur Biologie (Darwin, Driesch). Und zweitens darf das Kind auch nicht mit dem Bad ausgeschüttet werden. Es gehört wohl zu den Charakteristiken einer jeden reifen Person, dass sie ihr Leben an einer persönlich verantworteten „Gesamtschau“, an einem Weltbild orientiert (ohne dass damit schon der Glaube an die absolute Richtigkeit desselben verknüpft sein müsste).

Theologie wird also mit den Menschen, insbesondere mit solchen, die ihr Weltbild auf den Naturwissenschaften aufbauen, nur ins Gespräch kommen können, wenn sie sich inhaltlich und nicht formal mit diesem Weltbild auseinandersetzt. Dazu gehört auch, dass man naheliegende Verallgemeinerungen aus empirisch-wissenschaftlichen Erkenntnissen als solche (nämlich naheliegende) respektiert und sie nicht auf die gleiche Ebene setzt mit abstrusen Schlüssen, auch wenn diese rein logisch richtig sein mögen. Es ist einfach hanebüchen, wenn etwa heute die überwältigende empirische Evidenz für eine Evolution von kosmischen Strukturen und biologischen Arten nicht gesehen wird oder andere Entwicklungsvorstellungen als gleich wahrscheinlich eingestuft werden.

Weil also Weltbilder für die meisten Menschen ihre Überzeugung und Haltung bestimmen und weil heute die überwie-

Auflage), Band II, Stuttgart 1979; eine kurze Darstellung, die auch die Schnittstelle zur Theologie anspricht, findet sich in: *Reinhard Kögerler, Methodische Vorgangsweisen in den Naturwissenschaften – Anfragen an die Theologie*, in: *Hugo Bogensberger u.a. (Hg.), Erkenntniswege in der Theologie*, Graz 1998, 57–76.

gende Mehrheit sich dabei an den Naturwissenschaften orientiert, bleibt die vorher gestellte Frage, ob in einem solchen Weltbild Platz für Gott ist, eine drängende. Nun wird schon diese Frage selbst und noch mehr ihre Verneinung einem gläubigen Menschen als blasphemisch erscheinen, dennoch sollte nicht vergessen werden, dass lange geschichtliche Erfahrungen beides (die Frage und ihre negative Beantwortung) verständlich machen. Befindet sich doch die Theologie in ihrer Auseinandersetzung mit den Fortschritten der Naturwissenschaften (sofern sie sich auf diese überhaupt eingelassen hat) seit Jahrhunderten auf einem schrittweisen Rückzug: Schritt für Schritt hat sie das Erklärungsmonopol im Hinblick auf unsere empirisch erfassbare Welt verloren, und damit ist – das ist das wirklich Tragische daran – auch das von ihr dabei ins Spiel gebrachte Gottesbild immer unglaubwürdiger geworden: Ein Gott, der hauptsächlich als Lückenbüßer herhalten muss für alles, was die Wissenschaft gerade eben noch nicht erklären kann, verliert in einem historischen Prozess, in dessen Verlauf immer mehr Phänomenbereiche wissenschaftlich traktierbar und irgendwann auch verstehbar werden, notwendigerweise immer mehr von seinen Funktionen. Und der zweifelte Versuch, ihn bzw. seine Funktion gänzlich aus der Natur herauszuholen und nur auf das „Spirituelle“ zu fokussieren, muss ebenso notwendig scheitern, weil die Voraussetzung dafür, nämlich eine streng dualistische (Geist–Materie) Sicht der Wirklichkeit unseren Erfahrungen völlig widerspricht.

Streitpunkt Evolution

Kehren wir also noch einmal zurück zu unserer Frage und versuchen wir, sie inhaltlich weiterzutreiben. Dabei wollen

wir uns hier auf einen einzigen Aspekt des modernen naturwissenschaftlichen Weltbilds beschränken, nämlich den Glauben an eine umfassende Evolution. Um diesen ging es ja in der anfangs angesprochenen Debatte in der Hauptsache.

Es kann kein Zweifel daran bestehen: Wir (die Wissenschaften) haben starke, ja stärkste Hinweise darauf, dass sich die in unserer Welt vorgefundenen Strukturen (sowohl kosmische als auch irdische und insbesondere biologische) im Laufe langer, aber überschaubarer Zeiträume aus einfacheren, elementarerer Anfangsobjekten (im Wesentlichen Elementarteilchen) autochthon herausgebildet haben. Wir kennen Theorien, die diese Entwicklungsprozesse in überzeugender Weise zu erklären erlauben, und wir haben zahlreiche Beobachtungsdaten, an Hand derer diese Theorien getestet worden sind. Natürlich wird kein Naturwissenschaftler behaupten, dass die derzeit verfügbaren Theorien schon *alles* (alle Evolutionsstadien) zu beschreiben vermögen, oder dass diese Theorien nicht noch durch bessere, genauere, umfassendere abgelöst werden könnten. Aber es ist außerordentlich unwahrscheinlich, dass solche zukünftigen besseren Theorien die Grundaussage (es gab eine Evolution in der Natur, die vom Einfacheren zum Komplexeren geführt hat) nicht beinhalten und alle verfügbaren Beobachtungsdaten im Rahmen einer gänzlich anderen Konzeption interpretieren könnten.

Zwei Evolutionsphasen näher betrachtet

Die Evolution der Materie

Sehen wir uns zur Illustration zwei besonders bedeutsame Evolutionsphasen und die zugrundeliegenden Mechanismen genauer an. Die Entwicklung der *kosmischen*

Körper (Planeten, Sterne, Galaxien, Galaxienhaufen) und die Entstehung der heute beobachteten Verteilung der chemischen Elemente ist Gegenstand der physikalischen Kosmologie.² Sie fußt auf der Einsteinschen Theorie der Gravitation – verständlich: ist doch die Gravitationskraft wegen ihrer unendlich großen Reichweite die dominante Wechselwirkung zwischen Objekten großer Masse. Und diese Theorie alleine führt schon, wenn angewandt auf eine homogen und isotrop verteilte Materie (was im Kosmos mit hoher Genauigkeit vorliegt), zur Vorhersage einer Zeitentwicklung mit Singularität – dem sogenannten Big Bang oder Urknall. Es muss sich also – gemäß der Gravitationstheorie – das Universum irgendwann in einem Anfangszustand befunden haben, in dem die Materie unter unermesslich hohem Druck und hoher Temperatur gestanden ist, in welchem daher auch keinerlei stabile Bindungsstrukturen möglich waren und sowohl Materie als auch Energie nur in Form der elementarsten Bausteine existiert haben. Von diesem Zustand ausgehend hat sich das Universum bis heute laufend ausgedehnt und dabei abgekühlt. Diese Expansion des Weltalls (alle kosmischen Körper bewegen sich voneinander weg, und zwar umso schneller, je weiter sie entfernt sind) wurde erstmals 1929 von E. Hubble beobachtet, seither in zahllosen Messungen bestätigt und ist heute ein unbezweifelbares Kennzeichen unseres Weltalls. Auf Grund der bekannten fundamentalen Kräfte zwischen den Elementarteilchen ist es dann schrittweise zur Herausbildung der Hierar-

chie der Bindungs-Strukturen gekommen: leichte Kerne (nach ca. 3 Minuten), Atome (nach einigen 100.000 Jahren), erste Sterne und Galaxien (als Resultat ursprünglicher Dichte-Inhomogenitäten, nach einigen 100 Millionen Jahren), schwere Kerne (in Supernovae-Explosionen) – schließlich zu jener Verteilung aller Elemente bzw. Strukturen, die wir heute (das ist 14 Milliarden Jahre nach dem Urknall) beobachten.

Da es sich bei diesem Szenario um Zeiten von einigen Milliarden Jahren und ähnlich großen räumlichen Dimensionen handelt, liegt die Frage nahe (und wird von Anhängern des Kreationismus immer wieder gestellt), wie glaubwürdig diese Beschreibung ist bzw. ob es sich dabei nicht bloß um pure Spekulation handelt. Dazu ist dreierlei zu sagen. Erstens: diese Erklärung ist Ergebnis von physikalischen Theorien und besitzt daher nicht mehr Glaubwürdigkeit als die Theorien selbst, die ja als solche keine letzte Gewissheit beanspruchen können. Zweitens: alle diese Theorien für sich (Allgemeine Relativitätstheorie, Theorie der starken, schwachen und elektromagnetischen Wechselwirkungen) haben sich bei Anwendung auf andere Phänomenklassen vorzüglich bewährt, sie sind also keineswegs bloß zur Erklärung der kosmischen Evolution entwickelt oder herangezogen worden, sondern gelten als empirisch abgesichert. Drittens hat die physikalische Kosmologie bestimmte quantitative „Voraussagen“ geliefert, die man dann experimentell überprüfen konnte. Etwa ist die Vorhersage der Anteile der wichtigsten chemischen Elemente an der gesamten Materie im Uni-

² Es gibt eine große Zahl populärwissenschaftlicher Darstellungen der physikalischen Kosmologie, etliche von zweifelhafter fachlicher bzw. didaktischer Qualität. Drei gute seien hier genannt: *Steven Weinberg*, Die ersten drei Minuten, München 1982; *John Gribbin/Martin Rees*, Ein Universum nach Maß, Frankfurt/M. 1994; *John D. Barrow/Joseph Silk*, Die linke Hand der Schöpfung, Heidelberg 1999. Siehe auch den kurzen Überblicks-Artikel: *Peter C. Aichelburg/Reinhart Kögerler*, Evolution des Kosmos, in: *Dies.* (Hg.), Evolution, St. Pölten 1987, 19–38.

versum (75% Wasserstoff, 25% Helium, ...) durch sehr aufwendige Experimente bis auf 1% Genauigkeit bestätigt worden. Das alles charakterisiert wohl ausreichend den hohen Glaubwürdigkeitsgrad dieser Art von Kosmologie und macht hoffentlich auch verständlich, warum sie heute von praktisch allen Physikern als Konkurrenz angesehen wird und daher auch als Standardmodell der Kosmologie gilt.

Allerdings kann das Modell keineswegs als vollständig oder vollendet betrachtet werden, viele Einzelheiten bleiben noch unverstanden. Insbesondere fußt es – so wie alle Theorien – auf bestimmten Voraussetzungen bzw. Randbedingungen, insbesondere auf bestimmten Werten von Naturkonstanten, die aus der Theorie nicht erklärt werden. Das ist unvermeidlich und wird nur dann problematisch, wenn die Abhängigkeit der Vorhersagen von diesen Werten ungewöhnlich sensitiv ist, wenn also zur Erreichung von Übereinstimmung mit den experimentellen Daten diese Werte auf viele Dezimalstellen genau fixiert sein müssen. In solchem Fall steht immer zu vermuten, dass eine zusätzliche theoretische Begründung für die (ansonsten hoch unwahrscheinliche, bzw. „unnatürliche“) Beziehung existiert, die Letztere dann „natürlich“ erscheinen lässt. Dieses liegt auch im Fall der Kosmologie vor, wo eine bestimmte Konstante, die sogenannte kosmologische Konstante (anschaulich als Energiedichte des materiefreien Raumes zu verstehen), am Anfang unglaublich genau fixiert hätte sein müssen, um unseren jetzigen Zustand bzw. ihren heute

beobachteten (unerwartet niedrigen) Wert verständlich zu machen. Dieses Dilemma wird durch eine Erweiterung des kosmologischen Standardmodells gelöst, die in der Kopplung an ein zusätzliches skalares Feld (welches auch im energetisch niedrigsten Zustand nicht verschwindet) besteht. Das führt zu einer Phase besonders rascher (exponentieller) Expansion („Inflation“) des Universums während seiner Frühphase und zu der überraschenden Folgerung, dass der von uns heute überblickbare Teil des Weltalls (innerhalb des sogenannten Ereignishorizonts) nur als verschwindend kleiner Teil des Ganzen betrachtet werden sollte. Da diese „Inflationstheorie“ auch noch zahlreiche andere Vorhersagen liefert (so erlaubt sie etwa eine quantitative Erklärung der Anzahl und Verteilung der Galaxien und Galaxienhaufen auf Grund der initialen Quantenfluktuationen), zählt sie heute auch schon zum kanonischen Teil der physikalischen Kosmologie.

Die Evolution des Lebens

Damit kommen wir zu einer der nächsten Phasen der Evolution, der *biologischen Evolution*, d.h. der Entstehung, Entfaltung und Ausdifferenzierung biologischer Strukturen (dazu zählt auch die sogenannte chemische Evolution, die den Übergang von präbiotischen zu biologisch bedeutsamen chemischen Verbindungen bedeutet). Die einschlägigen Theorien der Evolutionsbiologie können hier nicht näher beschrieben werden³. Ihre Grundelemente sind aber genügend bekannt: Im

³ Eine sehr gute, auch für Nichtbiologen noch verstehbare moderne Darstellung, die auch weit über die Evolutionsbiologie hinausführt, ist: *John Maynard Smith/Eörs Szathmáry*, Evolution, Heidelberg 1996. Ältere, aber immer noch empfehlenswerte (allgemein verständliche) Bücher über Evolutionsbiologie sind: *Ernst Mayr*, Evolution und die Vielfalt des Lebens, Heidelberg 1979; *Günther Osche*, Evolution, Freiburg i. Br. u. a., 1979; *Carsten Bresch*, Zwischenstufe Leben, Frankfurt/M. 1979.

Zentrum steht die auf Darwin zurückgehende Vorstellung einer Entwicklung der Arten durch Mutation (des Erbmaterials) und natürliche Auslese. Diese Darwin'sche Theorie wird heute gegründet auf bzw. eingebaut in einen ganzen Kranz von Theorien: Zytologie⁴, molekulare Genetik, Proteomik⁵, Systemtheorie, mathematische Evolutionstheorie etc. bis zu Kulturbio-logie und Verhaltensforschung. Und mit Hilfe dieses theoretischen Rüstzeugs ist es gelungen, viele Entwicklungsschritte in der Herausbildung der biologischen Vielfalt bis hin zum Menschen und seinem Verhalten zu beschreiben bzw. die dafür verantwortlichen Mechanismen zu identifizieren. Man wird zwar nicht behaupten können, dass alle Phasen der (natürlichen) Evolution auf unserem Planeten heute schon ausreichend verstanden sind, doch stellt dieses Bündel von Theorien und Erklärungs-Ansätzen sicherlich ein theoretisches Instrumentarium dar, mit Hilfe dessen ein befriedigendes Verständnis erwartet werden kann⁶. Es gibt also wenig Grund daran zu zweifeln, dass der Neo-Darwinismus (was immer auch darunter genau verstanden wird) ein vielversprechendes naturwissenschaftliches Erklärungsmodell liefert.

Wir kommen damit insgesamt zu dem Schluss, dass die skizzierten naturwissenschaftlichen Theorien (physikalische Kosmologie, Evolutionsbiologie etc.) imstande scheinen, die Evolution, die gesamte Herausbildung der heute von uns erfahrenen Welt, im Rahmen der ihnen zugrunde-

liegenden Theorien zumindest in groben Umrissen zu erklären (beschreiben) – und zwar in einer Art und in einem Ausmaß, dass eine weitere schrittweise Verbesserung dieser Erklärung bis hin zu einem vollen Verständnis (was immer solches heißt) im Rahmen des Fortschritts der Wissenschaft füglich erwartet werden kann.

Alle diese Theorien entsprechen nun dem inneren Comment der Naturwissenschaften: *Sie kommen ohne die Annahme irgendeiner Finalität oder eines absichtsvoll wirkenden „Intelligent Designer“ aus* – und führen sichtlich doch zu einer plausiblen Beschreibung unserer Welt.

Der Widerspruch des katholischen Lehramts

Dies scheint in radikalem Widerspruch zu stehen zu offiziellen Positionen der katholischen Kirche⁷ ebenso wie zur Überzeugung vieler protestantischer Christen. Einige Belege von lehramtlichen oder halb-lehramtlichen katholischen Äußerungen zu dieser Frage wurden von Kardinal Christoph Schönborn in seinem bekannten Artikel in der „New York Times“⁸ angeführt. Ich möchte hier absehen von jenen zitierten Äußerungen, die eigentlich nur den generellen Unterschied zwischen wissenschaftlicher Erkenntnissuche einerseits und Gewissheit auf der Basis einer religiösen Vorüberzeugung andererseits reflektieren (z.B. dem Satz aus dem Ka-

⁴ Zellbiologie, in der mit Hilfe des Mikroskops und molekularbiologischer Methoden die Zelle erforscht wird.

⁵ Erforschung der Gesamtheit aller in einer Zelle/einem Lebewesen vorliegender Proteine.

⁶ Für manchen Naturwissenschaftler stellt gerade die Tatsache, dass im Rahmen des evolutionsbiologischen Paradigmas so viel erklärt werden kann, ein (erkenntnistheoretisches) Problem dar. Denn wir sind skeptisch gegenüber Theorien, die alles zu erklären vermögen.

⁷ Die offizielle Position der katholischen Kirche ist nicht ganz klar. Sowohl von Papst Johannes Paul II. als auch von der Glaubenskongregation existieren Äußerungen, die einander partiell widersprechen. Dazu siehe auch Fußnote 8.

⁸ *Christoph Schönborn, Finding Design in Nature*, in: *New York Times*, 7. Juli 2005, p. A 23.

techismus der Katholischen Kirche „Die Existenz eines Schöpfergottes kann von der menschlichen Vernunft mit Sicherheit aus seinen Werken erkannt werden“⁹, der ja seinerseits nur eine Position des 1. Vatikanums – verkürzt! – referiert). Diese müssten gesondert behandelt werden, und ich bin ziemlich sicher, dass eine erkenntnistheoretische Diskussion auf entsprechend hohem begrifflichem Niveau hier allfällige Konflikte zwischen Einzel-Wissenschaften und Theologie entschärfen könnte.

Beschränken wir uns hier auf jene Aussagen, die unsere Kernfrage direkt tangieren. Eine der treffendsten findet sich in einer Rede Papst Johannes Paul II. bei einer Generalaudienz im Jahr 1985¹⁰: „Allen diesen Indizien für die Existenz eines Schöpfer-Gottes halten einige das machtvolle Wirken des Zufalls oder der inneren Mechanismen der Materie entgegen. Aber vom Zufall zu reden angesichts eines Universums, dessen Bausteine so wohl organisiert sind und welches in seiner Entwicklung eine so klare Finalität zeigt, würde wohl bedeuten, die Suche nach einer Erklärung der Welt, so wie sie sich uns zeigt, ganz aufzugeben.“ Es ist deutlich: Das Unbehagen an den Evolutionstheorien entzündet sich vor allem an der Behauptung der großen Rolle, die der Zufall bei der Herausbildung der Strukturen spielt. Diese Rolle scheint der Vorstellung von einer göttlichen Vorsehung radikal zu widersprechen.

Das grundlegende Missverständnis

Meine These ist nun, dass es sich hier um ein fundamentales Missverständnis handelt. Ich werde versuchen, dieses (rein

innerwissenschaftlich) aufzuklären und dann eine (auch naturwissenschaftlich inspirierte) Sichtweise zu diskutieren, welche die Frage nach dem Schöpfer in ein anderes Licht rückt.

Wir kennen in der Physik *zwei Arten von Zufall*. Die eine ergibt sich rein aus einem (prinzipiell behebbaren) Informationsmangel und existiert auch in deterministischen Systemen. Beim Würfelwurf etwa sind wir ziemlich sicher, dass das Ergebnis jedes Wurfs im Prinzip determiniert ist, wir können es nur nicht mit Sicherheit prognostizieren, weil die Parameter des Wurfs (die genaue Haltung der Hand, die exakte Form des Würfels etc.) üblicherweise nicht genügend genau bekannt sind. Wir sprechen hier von einer scheinbaren Zufälligkeit und bezeichnen die Art, damit umzugehen, als subjektive Wahrscheinlichkeit. Diese Art von Zufall kommt natürlich nicht in Konflikt mit der Annahme einer Vorsehung.

Es gibt aber auch – so sind wir heute überzeugt – eine echte (objektive) Zufälligkeit in der Natur. Sie spielt eine zentrale Rolle im Rahmen der Quantenmechanik und wird besonders im Verhalten mikroskopischer Objekte sichtbar. Wenn wir etwa an einem Elektron, dessen Zustand wir so gut wie nur möglich spezifiziert haben, eine bestimmte Eigenschaft (z.B. den Drehimpuls) messen und diese Messung an vielen – identisch präparierten – Elektronen wiederholen, so wird im Allgemeinen jede Messung ein anderes Resultat ergeben. Das Einzelergebnis ist durch nichts determiniert, es gibt prinzipiell keine Möglichkeit, es vorherzusagen; wir können nur die *Wahrscheinlichkeitsverteilung* der erhaltenen (möglichen) Messresultate registrie-

⁹ Katechismus der Katholischen Kirche, München 1992, 53.

¹⁰ Dies ist meine eigene Übersetzung des entsprechenden Zitats aus Schönborns (englischem) Artikel. Das Originalzitat von Johannes Paul II. ist mir leider nicht zugänglich.

ren. Diese Wahrscheinlichkeit aber – und das hat nun zentrale Bedeutung – ist vollständig bestimmt und kann mit Hilfe der Quantentheorie präzise vorhergesagt werden.

Der Zufall, der hier auftritt, ist zwar ein echter, aber dennoch kein „blinder“ oder völlig „gesetzloser“, er ist – auf einer höheren Ebene der Beschreibung – eingefangen von einer streng kausalen Gesetzmäßigkeit (nämlich für die Wahrscheinlichkeiten). Nun glauben wir, dass dieser objektive Zufall in mehreren Phasen der Evolution eine zentrale Rolle gespielt hat bzw. spielt, etwa bei der Entstehung von Mutationen im Rahmen der Duplikation der Träger des genetischen Codes.

Ist damit ein planendes, vorhersehendes Schöpferhandeln Gottes ausgeschlossen? Ja – dann, wenn wir Schöpfung verstehen als permanenten formenden oder steuernden Eingriff Gottes von außen, aber Nein – dann, wenn wir davon ausgehen, dass Gott *die Gesetze der Natur*, also auch die den Zufall (über die Wahrscheinlichkeiten) steuernden Gesetze, erdacht hat; und zwar so erdacht und eingerichtet hat, dass in der Natur genug Raum für Zufälligkeit bestehen bleibt, dass aber dennoch im Rahmen dieser Gesetze die staunenswerte Herausbildung von Strukturen (von selbst) möglich wurde.

Die Natur als sich selbst im Rahmen der vorgegebenen Gesetze entwickelndes System mit unendlichem Freiheitsraum, *die Schöpfung als „Gedanken Gottes“* – ist diese Vorstellung (der im übrigen schon einige Philosophen, etwa Baruch Spinoza, auf wesentlich spekulativerer Basis nahegekommen sind) nicht ansprechender als die Idee von einem Schöpfer, der mühsam

selbst Baustein für Baustein zusammenkleistern muss?

Wir kommen hier zu einem Punkt, der auch Naturwissenschaftler, die keine artikulierte Gottesvorstellung haben oder eine solche explizit zurückweisen, nicht unberührt lässt, nämlich zu der Frage, warum die Naturgesetze so sind wie sie sind, bzw. woher die Naturgesetze kommen. Dabei handelt es sich natürlich um keine innerwissenschaftliche Frage mehr, denn die Naturwissenschaften haben als Ziel, nach diesen Gesetzen (deren Existenz wir implizit voraussetzen bzw. durch die prognostische Kraft unserer Theorien quasi beweisen) zu suchen. Es kommt zwar immer wieder vor, dass bestimmte Gesetze auf tieferer Ebene begründet werden, aber das geschieht dann wieder nur mit Hilfe von (tieferen) Gesetzen bzw. Theorien, aus denen die Ersteren folgen – das Problem wird nur verschoben.

Woher kommen also Naturgesetze? Nun, prima vista von Menschen (Wissenschaftlern)! Denn die meisten sogenannten Naturgesetze sind Aussagen im Rahmen von Theorien, die mit einer von den Menschen entwickelten Begrifflichkeit (Energie, Masse, Entropie, ...) formuliert werden¹¹. Wunderbar daran ist aber, dass es sich dabei dennoch nicht um ein reines Spiel mit – ad hoc eingeführten – Konzepten handelt, sondern dass den so formulierten Begriffen und Gesetzen *etwas in der Wirklichkeit* entspricht, wie sich im Rahmen der empirischen Bestätigung dieser Gesetze zeigt. Es lässt sich der Eindruck schwer zurückweisen, dass wir dabei bestimmten in der Natur existierenden Eigenschaften oder direkt wirkenden Gesetzmäßigkeiten auf der Spur sind, die wir

¹¹ Hinsichtlich der Diskussion dieser a priori konstruierten Begriffe („theoretische Terme“) siehe noch einmal die in Fußnote 1 angeführte Literatur.

nicht vollständig selbst konstruiert haben. Dieses ist, wenn genauer durchdacht, doch sehr überraschend. Einstein hat das Erstaunen darüber formuliert mit seinem berühmten Satz: „Was mich am meisten erstaunt ist, dass wir die Welt begreifen können“. Bestimmte Gesetze über kausale Zusammenhänge müssen in der Natur – unabhängig vom Menschen – existieren, ohne dass wir sagen können, warum sie da sind!

Das Anthropische Prinzip

Zu diesem Erstaunen über die schiefe Existenz von Naturgesetzen kam in den letzten Jahren noch ein (qualitativ) anderes, das den Gehalt vieler dieser Naturgesetze betrifft. Es scheint nämlich, als ob diese Gesetze (sowie die in ihnen enthaltenen Naturkonstanten) genau so wären bzw. so aufeinander abgestimmt wären, dass nur sie und keine anderen die evolutive Herausbildung von so komplexen Strukturen wie dem menschlichen Gehirn (und damit die Ermöglichung von Bewusstseinsleistungen) erklärbar machen. Schon kleine Abweichungen (in der Anfangsphase) hätten zu wesentlich undifferenzierteren und formärmeren Endzuständen geführt. Diese Gedankengänge, Forschungen und Vermutungen kann man als anthropisches Paradigma bezeichnen. Es entfaltet bzw. untersucht das sogenannte *Anthropische Prinzip*¹², welches in seiner einfachsten (aber auch restriktivsten) Form lautet:

„Die Gesetze des Universums müssen so sein, dass sie die Herausbildung von (bewusstseinsbefähigtem) Leben im Laufe der Zeit zulassen“.

Ich möchte zur Illustration dieses Prinzips hier nur einige wenige exemplarische Gedankengänge in dieser Richtung anführen.

Zu den wesentlichen Parametern des Standardmodells der Kosmologie gehören die Kopplungskonstanten für die (vier) fundamentalen Wechselwirkungen der Natur. Deren Werte sind a priori nicht spezifiziert und werden erst festgelegt, indem man geeignete Vorhersagen des Modells mit den zugehörigen experimentellen Daten vergleicht. Die so fixierten Werte führen dann zu kosmologischen Prognosen, welche die Herausbildung von komplexeren Strukturen erklären. Versuchen wir nun, die Folgerungen leicht veränderter Werte zu betrachten.

- Wenn wir etwa die Gravitations-Kopplungskonstante G variieren, so ergibt sich: Falls G größer als der tatsächliche Wert G_* wäre, so wären die meisten Sterne sog. Blaue Riesen – es könnten sich keine Planeten bilden; also gäbe es keinen Ort für die Herausbildung von biologischen Strukturen, die ja nur auf den kühlen Planeten, nicht aber auf heißen Sternen existieren können. Wäre andererseits G kleiner als G_* , so würde bei der Sternentstehung (ein Prozess, bei dem Materie infolge der gravitativen Massenanziehung zusammenklumpt und sich dabei stark er-

¹² Sehr gute allgemein verständliche Darstellungen des Anthropischen Prinzips finden sich in: *John. D. Barrow/Frank J. Tipler*, *The Anthropic Cosmological Principle*, Wotton-under-Edge (UK) 1986; *Gernot Eder*, *Alternative Universen*, Schriftenreihe der TU Wien, 1980; *Peter C. Aichelburg*, *Das anthropische Prinzip – Über die Stellung des Menschen im Kosmos*, in: *R. Kögerler/G. Schörghofer* (Hg.), *Wie wirkt Gott in der Welt?* Linz 2005, 15–27; *B. J. Carr/M. J. Rees*, *The anthropic principle and the structure of the physical world*, in: *Nature* 278 (1979), 605–612 (etwas anspruchsvoller).

hitzt) die gravitative Anziehung der ursprünglich vorhandenen (Wasserstoff-)Atome nicht stark genug sein, um den entstehenden Stern so aufzuheizen, dass eine Kernfusion einsetzt – diese so entstehenden Sterne würden nicht leuchten und damit keine (lebensnotwendige) Energie an ihre Planeten abgeben.

In beiden Fällen ($G > G_c$ und $G < G_c$) würde also kein Leben entstehen können.

- Betrachten wir nun die Kopplungskonstante für die sogenannten starken Wechselwirkungen (α_s), die für den Aufbau und das Zusammenhalten der

Weiterführende Literatur:

Ernst Mayr, Das ist Biologie, Heidelberg 2000. Dem Doyen der Evolutionsbiologie gelingt in diesem Buch nicht nur eine knappe, aber dennoch konzise Darstellung der Evolutionsbiologie, sondern auch eine Charakterisierung des zugrundeliegenden wissenschaftlichen (insbesondere biologischen) Denkens. Dadurch werden auch die Relevanz dieser Theorie, der Grad ihrer Gewissheit und letztlich auch einige ihrer philosophischen Aspekte deutlich gemacht.

John Leslie (Hg.), Physical Cosmology and Philosophy, Basingstoke (UK) 1990. Ein Großteil der 21 Beiträge zu diesem Sammelband stammt von Physikern. Da es sich dabei um die führenden Köpfe der physikalischen Kosmologie handelt, die sich hier mit Philosophen auseinandersetzen, entsteht in der Summe eine äußerst umfassende, aber dennoch gut lesbare Darstellung unseres modernen Verständnisses von der kosmischen Evolution und ihrer philosophischen Konsequenzen.

Atomkerne verantwortlich sind. Bekanntlich basieren die uns bekannten Formen des Lebens auf Kohlenstoff als zentralem Baustoff. Leben kann also im Universum nur entstehen, wenn genug Kohlenstoff verfügbar ist. Nun wissen wir, dass in der heißen Frühphase des Universums nur Wasserstoffkerne (also die elementaren Protonen) vorhanden waren und dass sich (im Laufe der Abkühlung) die leichten Kerne erst schrittweise durch Fusion von Wasserstoffkernen gebildet haben, wobei der erste Schritt die Bildung von α -Teilchen (d.s. Helium-Kerne) durch Fusion von je vier Wasserstoff-Kernen ist. Kohlenstoff-Kerne entstehen dann durch Verschmelzen von je drei α -Teilchen im heißen Inneren von sogenannten Roten-Riesen-Sternen. Dieser Prozess geht aber über einen Zwischenschritt, bei dem ein instabiler Zwischenkern (Beryllium) auftritt – ein gravierender Flaschenhals! Man kann nun zeigen, dass die zur Bildung von organischen Strukturen nötige Menge von Kohlenstoff nur entstehen konnte, wenn die Stärke der Kernkräfte α_s (welche die Raten aller dieser Fusions-Prozesse determinieren) bis auf 0,5% genau mit dem gemessenen Wert übereinstimmt. Bei stärker abweichenden Werten wäre 100 Mal weniger Kohlenstoff und damit auch kein Leben entstanden!

- Das Anthropische Prinzip betrifft aber nicht nur die Werte der Kopplungskonstanten, sondern sogar die Struktur der Naturgesetze selbst, wie folgendes Beispiel zeigt:
Bekanntlich bestehen alle Atome aus (positiv geladenen) Kernen und (negativ geladenen) Elektronen, die (anschaulich gesprochen) um die Kerne

kreisen. Würden diese Objekte den einfachen Gesetzen der klassischen Physik gehorchen, so würden die Elektronen jeweils in kürzester Zeit durch Abstrahlung Energie verlieren und (auf Grund der elektrischen Anziehung) in den Kern stürzen – es könnten sich keine stabilen Atomstrukturen halten, bzw. alle Atome wären gleichartige Objekte. Es gäbe dann keine Vielfalt von chemischen Elementen und damit auch keine komplexeren (molekularen) Bindungskonfigurationen. Wir brauchen also – einfach ausgedrückt – die Gesetze der Quantenmechanik, damit überhaupt stabile atomare Komplexe existieren können.

Die angeführten Beispiele sollen nur eine Ahnung vermitteln, wie sich das Anthropische Prinzip im Einzelnen manifestiert. Es könnten viele weitere angeführt werden. Faktisch hat sich in zahlreichen Analysen (innerhalb der letzten zwei Jahrzehnte) gezeigt, dass die Werte von fast allen verfügbaren Parametern und auch viele Strukturelemente unserer physikalischen Theorien im Rahmen des Anthropischen Prinzips zumindest plausibel gemacht werden können. Wenn man diese Gesetze finalistisch interpretiert, könnte man sagen: Die Gesetze scheinen gerade so (erdacht) zu sein, dass die autonome Herausbildung von immer komplexeren Strukturen möglich wurde.

Verständlicherweise betrachten manche religiös denkende Menschen diese Erkenntnisse als Hinweis auf einen planenden Gott, der eben die Naturgesetze so ersonnen hat. So konnte sich die Materie im Universum autonom derart ausdifferenzieren, dass letztlich der Mensch werden konnte. Gott also als super-intelligenter Designer (Entwerfer)! Und man wird eine

solche Interpretation nicht als bloße fromme Idee abtun können, angesichts der offenkundigen Stimmigkeit der Gesetze.

Dennoch seien einige nüchterne Caveats angebracht:

Erstens: Das argumentative Verfahren im Rahmen des anthropologischen Paradigmas ist ziemlich simpel: Man dreht in der Regel immer nur an *einem* Rad. Das heißt, man ändert im System der Theorien jeweils nur einen Punkt (den Wert einer einzigen Naturkonstante bzw. ein einziges Strukturelement/Naturgesetz) und untersucht, wie sich – bei unverändertem Rest – die Entwicklung des Universums dann dargestellt hätte. Dabei kommt man – wie gesagt – praktisch immer zu eher ernüchternden Ergebnissen. Noch völlig unbeachtet blieb aber bisher, ob nicht durch geeignetes gleichzeitiges Verändern *mehrerer* theoretischer Elemente doch wieder hochstrukturierte alternative Universen beschrieben werden könnten. Solche Untersuchungen sind natürlich außerordentlich schwierig und vielleicht sogar rein logisch problematisch – ist doch die Klasse aller möglichen Alternativ-Theorien gar nicht klar überschaubar! Aber sie wären notwendig, um sicherzugehen, dass die bestehenden Theorien wirklich die einzig möglichen sind.

Zweitens: Etliche Naturwissenschaftler haben – sicherlich auch, um einer religiösen Deutung des Anthropischen Prinzips zuvorzukommen – versucht, innerwissenschaftliche Interpretationen der beobachteten Regularitäten zu entwickeln. Eine davon ist die sogenannte „Random Dynamics“, die zeigen will, dass sich die (meisten) der heutigen Theorien im Laufe der Zeit automatisch „herausgebildet“ hatten, egal wie die ursprünglich gültigen Gesetze ausgesehen haben, einfach weil sie so etwas wie Fixpunkte im Raum der

möglichen Theorien darstellen. Die andere trägt den Namen „Multiversen“¹³ und ist beinahe ebenso abenteuerlich, wie der Name klingt. Hier startet man von der Vorstellung, dass das Universum eigentlich aus einer außerordentlich großen Zahl von Welten besteht, die alle nebeneinander existieren, ohne dass Wirkungsübertragung (Kommunikation) zwischen ihnen möglich wäre, so dass aber in jedem dieser Sub-Universen andere Naturgesetze und andere Werte der Naturkonstanten gelten. Falls diese Werte quasi zufällig über die verschiedenen Welten verteilt wären, so müsste es – einfach wegen der überwältigend großen Zahl derselben – zumindest in einer gerade die passenden Konstellationen geben, und diese Welt ist eben unsere (in den anderen hätten sich keine intelligenten Wesen herausgebildet). Es wäre viel zu aufwendig, hier die denkbaren theoretischen Realisierungen dieser Idee der vielen Universen zu erläutern (eine hängt mit der früher erwähnten Inflationstheorie zusammen, eine andere mit der Vielzahl der inäquivalenten Grundzustände der sogenannten String-Theorie). Das Skizzierte soll nur demonstrieren, dass auch andere (mehr oder weniger wissenschaftliche, jedenfalls nicht religiöse) Arten des interpretatorischen Umgangs mit dem Anthropischen Prinzip denkbar sind, so dass dieses sicherlich nicht als zwingendes Argument für ein Intelligent Design betrachtet werden kann. Allerdings – und diese Bemerkung sei mir gestattet –, sind die bisherigen Alternativen doch ziemlich kraus und auch für einen Zweifler kaum überzeugender als die Schöpferhypothese.

Evolution und Gottesglaube: Kein notwendiger Konflikt

Wie weit sind wir nun gekommen? Ich habe versucht zu zeigen, dass die modernen naturwissenschaftlichen Erklärungsmodelle für die Evolution (einschließlich der sogenannten Neo-Darwin'schen Theorie) nicht (notwendig) in einen Konflikt mit der religiösen Position eines Schöpfers kommen müssen, ja dass sie sogar eine überzeugendere Art des schaffenden Wirkens Gottes denkbar machen. Es ist faktisch so, dass durch die ganze Debatte (insbesondere um das Anthropische Prinzip) die Möglichkeit einer theistischen Interpretation der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse auch innerhalb der Physiker-Gemeinde viel intensiver wahrgenommen wird, als das bis vor kurzem denkbar erschienen ist bzw. üblich war.

Ich möchte mit zwei Bemerkungen schließen, die in weitere Problemrichtungen weisen.

Erstens: Ich persönlich stehe eher skeptisch allen Bemühungen gegenüber, aus unseren innerweltlichen Erfahrungen allzu direkt auf die Existenz Gottes zu schließen. Und zwar aus theologischen Erwägungen: Man argumentiert dabei nämlich gerne so, als wüssten wir schon so viel von Gott, dass es nur noch darauf ankäme, für ihn im Rahmen eines bestimmten (außerhalb der Religion entwickelten) Weltbildes Platz zu schaffen. Dabei könnte man ja auch umgekehrt vorgehen: Unsere Erfahrungen mit und unser profanes Wissen von der Welt als Indizien zu nutzen, aus denen wir etwas über Gott und sein Handeln in der Welt

¹³ Siehe z.B.: *Steven Weinberg, Living in the Multiverse*, in: *B. Carr* (ed.), *Universe or Multiverse?*, Cambridge 2006; *John Leslie, Universes*, New York 1989.

lernen können. Ich glaube, dass bei dieser Art von Gott-Suche auch die Begrifflichkeiten und Erklärungsmodelle der Naturwissenschaften Hilfe bieten.

Zweitens: Die Vorstellung eines zentral als Schöpfer gesehenen Gottes gerät leicht in die deistische Falle: Ist es dann nicht so, dass Gott quasi durch Setzung der Naturgesetze die Welt erdacht hat und diese sich gemäß diesen Gesetzen autark entwickelt, so dass für weitere Eingriffe (Wirkungen) Gottes innerhalb der Welt kein (zumindest wissenschaftlich einsehbarer) Platz bleibt? Ich glaube (auch naturwissenschaftlich valide) Argumente – die hier nicht mehr weiter ausgeführt werden können – dafür

zu haben, dass diese Option nicht die einzige ist.

Der Autor: *geb. 1943 in Niederösterreich, Studium der Physik, Mathematik und Philosophie an der Universität Wien, Promotion 1969. Seit 1981 Professor für Theoretische Physik an der Universität Bielefeld. 1992–1999 Leiter der Sektion Technik und Innovation im Österr. Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten. Zahlreiche Forschungsaufenthalte an internationalen Einrichtungen und Universitäten. Präsident des Forum St. Stephan (1981–1989); Präsident der Christian Doppler Forschungsgesellschaft (seit 1995).*