

Gott als kosmischer Gastarbeiter Raum — Zeit — Materie

Von Roman U. Sexl
Institut für Theoretische Physik der
Universität Wien
(Vortrag, gehalten am 26. März 1980)

Inhalt

1. Ein Exkurs über die Rolle Gottes in den Naturwissenschaften	9
2. Vom Chaos zum Kosmos	17
3. Literatur	23

1. Ein Exkurs über die Rolle Gottes in den Naturwissenschaften

Im Jahre 1687 legte NEWTON in seinen berühmten „*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*“ die Grundlage für die neue Weltanschauung der Physik. Die von KEPLER entdeckten Ellipsenbahnen der Planeten fanden darin durch das Gravitationsgesetz ihre überzeugende Erklärung. Aber auch die kleinen Abweichungen der Planetenbahnen von der Ellipsenform wurden ver-

ständlich. Ihre Ursache war die gegenseitige Störung der Planeten durch deren wechselseitige Gravitationsanziehung. Besonders wesentlich war dieser Effekt für Jupiter und Saturn, die beiden größten Planeten des Sonnensystems. Die Beobachtungen zeigten, daß diese Planeten immer weiter von ihren ursprünglichen Bahnen abwichen.

Dieses Ergebnis beunruhigte NEWTON. Das Sonnensystem schien unstabil zu sein. Zerstörte dies nicht die gesamte Grundlage der Physik? Im Briefwechsel zwischen CLARKE, einem Schüler NEWTONs, und dem Philosophen, Mathematiker und Physiker LEIBNIZ wurde dieser Punkt leidenschaftlich diskutiert. NEWTON und CLARKE waren der Meinung, daß Gott als „kosmischer Gastarbeiter“ von Zeit zu Zeit eingreifen würde, um das Planetensystem wieder in Ordnung zu bringen: „Es ist keine Herabsetzung Gottes, sondern die wahre Verherrlichung seiner Werke, wenn man sagt, daß nichts ohne seine immerwährende Leitung und Aufsicht vor sich geht... der gegenwärtige Bau des Sonnensystems wird nach den jetzt geltenden Bewegungsgesetzen im Laufe der Zeit in Verwirrung geraten und dann vielleicht verbessert werden.“

Damit war LEIBNIZ nicht einverstanden. Ein Sonnensystem, in das Gott immer wieder eingreifen muß, um die Planeten zurechtzurücken, schien ihm unvollkommen: „Nach NEWTONs Ansicht muß Gott von Zeit zu Zeit seine Uhr (das Plane-

tensystem) aufziehen — sonst bliebe sie stehen. Er hat nicht genügend Einsicht besessen, um ihr eine immerwährende Bewegung zu verleihen. Der Mechanismus, den er geschaffen, ist so unvollkommen, daß er ihn von Zeit zu Zeit ausbessern muß, wie ein schlechter Uhrmacher sein Werk.“

Darauf entgegnete CLARKE: „Die Verbesserung des Planetensystems durch Gott ist nur relativ zu verstehen. In Wirklichkeit sind für Gott der gegenwärtige Bau, die spätere Unordnung und die folgende Wiedererneuerung alle in gleicher Weise Teile eines Planes, den er sich in seiner ursprünglichen, vollkommenen Idee vorgezeichnet hat.“

Diese Kontroverse zeigt, welche bedeutende Rolle theologische Argumente damals bei der Begründung der Naturwissenschaft spielten. NEWTON selbst hatte sich ausführlich mit Theologie beschäftigt und ein Werk über den Propheten Daniel und die Apokalypse veröffentlicht.

Das Problem der Bahnstörungen von Jupiter und Saturn beschäftigte die berühmtesten Physiker und Astronomen noch über ein Jahrhundert. Erst im Jahre 1799 fand LAPLACE eine physikalische Lösung der Problematik, der „großen Anomalie von Jupiter und Saturn“. Während zweier Umläufe des Saturn um die Sonne legt nämlich Jupiter seine Bahn fünfmal zurück. Dadurch kommen die beiden Planeten immer wieder an derselben Stelle aneinander nahe und die Wirkung der Störungen schaukelt sich langsam auf. Aber nur

rund 500 Jahre lang tritt dieser Effekt auf. Da das Verhältnis der Umlaufdauer nicht exakt 2 : 5 ist, verschiebt sich allmählich der Punkt größter Annäherung und die Planeten kehren nach 900 Jahren wieder auf ihre ursprünglichen Bahnen zurück.

Damit hatte „Gott als kosmischer Gastarbeiter“ seine Kurzzeitbeschäftigung im Universum eingebüßt. Auf Napoleons Frage nach Gott antwortete LAPLACE zu Beginn des 19. Jahrhunderts: „Sire, ich brauche diese Hypothese nicht.“ Innerhalb eines Jahrhunderts hatte sich ein volliger Wandel in den Beziehungen von Physik und Theologie vollzogen.

Diese Episode in der Geschichte der Physik steht nicht vereinzelt da. Immer wieder wurde Gott als Gastarbeiter in den Kosmos gebeten, wenn eine Gleichung einmal nicht das gewünschte Resultat ergab oder ein Effekt unverständlich erschien. Konnte eine verbesserte Theorie dann das bisherige Rätsel lösen, so büßte der Gastarbeiter seine Stellung wieder ein.

Auch in der heutigen Kosmologie könnte es eine ähnliche Situation geben. Aus der erstmals von dem amerikanischen Astronomen Edwin HUBBLE beobachteten Expansion des Universums schließt man ja auf eine Entstehung des Weltalls in einer großen Explosion, dem „Urknall“ vor rund 13 Milliarden Jahren. Auch die 1965 von PENZIAS und WILSON entdeckte „kosmische Hintergrundstrahlung“ wird als Relikt der hohen Temperatu-

ren gedeutet, die in der Zeit nach dem Urknall auftraten.

Wer hat urgeknallt? Es ist nur allzu bequem, hier die Theologie als Hilfswissenschaft heranzuziehen und ihr die Verantwortung für die erste Milliardstel Sekunde des Universums zu übertragen. In dieser Zeit darf ein gefälliger Gott dem Physiker die Materie herbeischaffen. Dann aber solle er sich wieder in sein himmlisches Asyl zurückziehen und den weiteren Ablauf der Dinge getrost den Physikern überlassen. Auch diese Auffassung gerät in Gefahr, falls sich Theorien als erfolgreich erweisen sollten, die versuchen, die Entstehung des Universums und der Materie selbstkonsistent zu beschreiben.

Aber nicht nur in der Physik, auch in der Philosophie wurde Gott immer wieder als Gastarbeiter zu Hilfe gerufen, wenn ein philosophisches System an inneren Schwierigkeiten zu scheitern drohte. So setzte DESCARTES seinen methodischen Zweifeln sein berühmtes „*Cogito ergo sum*“ gegenüber, worauf ihm nur allzu bald Gott zu Hilfe eilt, ihn nicht täuscht und ihn dadurch von der Verpflichtung zu weiteren Zweifeln enthebt. Auch Bischof BERKELEY geht einen ähnlichen Weg. „*Esse est percipi*“ meinte er zunächst (Sein ist gesehen werden — das Lebensprinzip der High Society). Wenn die Dinge nur in der Beobachtung existieren, wer garantiert dann für ihre Stabilität? Wieder wird

der *Deus ex machina* zur Hilfe gerufen, ein Gott der stets und überall alles beobachtet, und dadurch die Kontinuität des Weltgeschehens und der Materie aufrecht erhält.

Gott in solchen Hilfsfunktionen zur Aufrechterhaltung eines physikalischen oder philosophischen Weltbildes scheint nicht die rechte Verbindung zwischen Naturwissenschaft, Philosophie und Theologie. Weit konsistenter scheint mir hier der Gott EINSTEINS, der sich in der Schönheit und Harmonie der Naturgesetze offenbart, und noch vielmehr ein Gott, der dem Menschen die rationale geistige Rekonstruktion dieser Welt in Form naturwissenschaftlicher oder philosophischer Ideengebäude erlaubt.

Unsere bisherigen Überlegungen haben ein etwas negatives Bild der Querverbindungen zwischen Naturwissenschaft, Philosophie und Theologie entstehen lassen. Tatsächlich wird dieses Verhältnis häufig nur in einer ähnlich negativen Weise gesehen, wobei vor allem der berühmte Prozeß Galilei immer wieder im Mittelpunkt der Diskussionen steht.

Eine historisch wesentliche und positiv zu wertende Verknüpfung dieser wichtigen Aspekte menschlichen Geisteslebens bleibt dagegen oft unerwähnt. Zwei Jahrtausende philosophischer und theologischer Tradition haben zu einer kritischen Diskussion vieler Begriffe geführt, die für die Na-

turwissenschaft unserer Zeit unentbehrlich sind. Viele Fragen wurden zunächst in philosophischer oder theologischer Einkleidung diskutiert und beantwortet, die später auch im Formalismus einer mathematisierten Physik wieder auftauchten. So fragt AUGUSTINUS im 11. Buch seiner „Bekenntnisse“: „Was tat Gott, ehe er Himmel und Erde schuf? Ich gebe Ihnen nicht die Antwort, die einer einst im Scherz gegeben haben soll, der schwierigen Frage auszuweichen: Höllen, sagte der, hat er gemacht für die, die solche Dinge fragen.“ Doch dann kommt die ernsthafte Antwort: „Denn die Zeit hast auch Du [Gott] ja geschaffen, und keine Zeiten konnten ja vorübergehen, bevor Du Zeiten schufst. Oder aber, wenn vor dem Himmel und der Erde es keine Zeit gegeben, warum dann fragt man, was Du damals tatest? Denn wo es keine Zeit gab, gab es auch kein damals.“ AUGUSTINUS kommt also hier zum Schluß, daß Gott die Zeit zusammen mit der Welt — der Materie — geschaffen habe.

Mehr als tausend Jahre später beschäftigt sich in Deutschland Gottfried Wilhelm LEIBNIZ mit einem ähnlichen Problem: „Angenommen, es fragte jemand, weshalb Gott nicht alles ein Jahr früher geschaffen hat, angenommen ferner, er wolle daraus den Schluß ziehen, Gott habe da etwas getan, wofür sich unmöglich ein Grund finden läßt, weshalb er so und nicht anders gehandelt hat, so würde man ihm erwidern, daß seine Schlußfolge-

rung nur unter der Voraussetzung gilt, daß die Zeit etwas außer den zeitlichen Dingen sei.“

Hier haben wir eine Frage in zwei verschiedenen theologischen Einkleidungen kennengelernt: Was machte Gott, bevor er die Zeit erschuf? Warum schuf Gott nicht alles ein Jahr früher? Die Antwort lautet jeweils, daß Zeit und Materie untrennbar miteinander verknüpft sind. Hier findet auch die allgemeine Relativitätstheorie eine ähnliche Antwort. Erst **nach** dem Urknall ist es sinnvoll, von einer Zeitkoordinate zu sprechen, erst **nachdem** Materie und Raum entstanden waren, gab es auch die Zeit.

Soweit unser Beispiel. Ähnliche Zusammenhänge theologischer, philosophischer und naturwissenschaftlicher Fragestellungen lassen sich auch auf anderen Gebieten finden. So fragte die antike Philosophie, wie man über Materie denken könne. Sie kam auf die Alternative Atomismus versus Kontinuum, die auch noch heute unser Denken beherrscht. Erst in der Quantenfeldtheorie ergaben sich hier neuartige Ansichten. Jedes Mikro-Objekt weist demnach sowohl atomare (teilchenartige) Eigenschaften auf, wie auch die eines Kontinuums, da es Teil eines Wellenfeldes, des Quantenfeldes ist. Damit ist das Problem von Punkt und Ausdehnung, das ZENO in einer Reihe berühmter Paradoxien faßte, in den Theorien der Physik durch den Dualismus Teilchen — Wellen überwunden.

Die kritische Diskussion vieler Begriffe, die spä-

ter in die Naturwissenschaft eingingen, ist aber nur einer der Beiträge der philosophischen und theologischen Tradition zur Entstehung der modernen Physik. Ebenso wichtig wie diese Begriffserklärung war auch der Ansatz, Materie und Weltall als gottgeschaffene Gebilde zu sehen, die den von Gott auferlegten Gesetzen gehorchen, deren Entschlüsselung dem Menschen zur Aufgabe wurde. Damit hat die theologische Tradition der christlichen Kirche nach Ansicht mancher Naturwissenschaftler (ich folge hier Karl Friedrich VON WEIZSÄCKER) am entscheidendsten zur Entstehung unserer heutigen Wissenschaften beigetragen.

2. Vom Chaos zum Kosmos

Die Frage nach Alter, Entstehung, Ausdehnung, Ende und Schicksal unseres Weltalls gehört wohl zu den ältesten Problemstellungen, die zwischen Philosophie und Naturwissenschaft angesiedelt sind. Wenn wir dabei die Geschichte der Kosmologie im Laufe der Jahrtausende überblicken, so zeigt sich, wie sehr der Mensch immer wieder staunend vor der Größe des Alls stand und sowohl dessen Ausdehnung, als auch das Alter dieser Welt unterschätzte — sofern er es nicht für ewig hielt.

Im Weltbild des ARISTOTELES war die Erde der Mittelpunkt des Alls, umgeben von kristallinen Sphären, die nach einer mittelalterlichen Abschätzung eine Ausdehnung von rund 130 Millionen Kilometer hatten. Als KOPERNIKUS die

„kristallenen Himmelskugeln der Antike wie Fensterglas zerschmetterte“, wie Bernard DE FONTENELLE dereinst schrieb, konnte er seine Ansichten keinesfalls sofort durchsetzen: denn immer wieder wurde eingewendet, daß die Bewegung der Erde rund um die Sonne ja zu einer beobachtbaren Verschiebung der Fixsterne am Himmel führen sollte, da diese immer aus anderen Winkeln, stets aus anderer Perspektive sichtbar werden würden. Erst allmählich wagte man anzunehmen, daß diese Verschiebung, wegen der unermeßlichen Ausdehnung des Alls, den damaligen Meßmethoden unzugänglich war. Allmählich setzte sich die Erkenntnis durch, daß die Sonne nur einer von zahlreichen Sternen ist, die Giordano BRUNO mit den Thronen Gottes verglich: „Nicht auf einem, auf unzähligen Thronen strahlt seine Majestät, nicht auf einer Erde, auf einer Welt, auf zehnmal hunderttausenden, auf unzähligen.“

Mit dem Bau immer größerer Teleskope wurden zahlreiche Nebelflecke im Universum sichtbar, von denen Immanuel KANT annahm, daß es sich dabei um entfernte Galaxien, vergleichbar unserer Milchstraße handeln müsse. Aber erst die Teleskope des 20. Jahrhunderts ließen dies eindeutig erkennen und zeigten Sterne, wo zuvor nur Flecke sichtbar waren.

Als Edwin HUBBLE um 1929 bewies, daß sich diese Galaxien von uns mit einer Geschwindigkeit weg bewegen, die proportional zu ihrer Entfernung

ist, verschätzte er sich wiederum gewaltig in der Ausdehnung dieser Welt. Seine Daten schienen auf eine große Explosion, den Urknall, hinzuweisen, in der die Welt vor rund zwei Milliarden Jahren entstanden war. Die weitere Geschichte der Kosmologie war eine kontinuierliche Revision dieser Abschätzung, die mit einer ständigen Vergrößerung der Entfernungsschätzungen im Universum einherging. Von zwei auf zwischen zehn und zwanzig Milliarden Jahre steigerte sich das Alter dieser Welt und im gleichen Ausmaße steigerte sich auch die Ausdehnung, die dem uns zugänglichen Weltall zugeschrieben wird. Heute nimmt man an, daß im Prinzip ein Bereich von rund 10 Milliarden Lichtjahren rund um die Erde der menschlichen Beobachtung zugänglich ist.

Kühne, vielleicht allzu kühne Extrapolationen stecken hinter dieser Theorie des Urknalls, in der die Welt entstanden sein soll. Denn wir kennen die Expansionskurve des Universums durch fünfzig Jahre hindurch und versuchen sie zu extrapolieren auf eine Zeit die in die Jahrtausende reicht. Ja noch mehr, man versucht damit auch das künftige Schicksal dieses Universums zu bestimmen und zu sehen, ob die Welt durch alle Zeiten stets weiter expandieren wird, oder schließlich wieder einmal in sich zusammenstürzt. Doch was kommt dann? Noch weiter geht die Extrapolation, ja die Spekulation: Ist das Universum nur für einmaligen Gebrauch bestimmt? Oder wird es vielmehr nach sei-

nem Zusammensturz wieder von neuem expandieren, und so in alle Ewigkeit zwischen Expansion und Kontraktion abwechseln? Nur allzu weit von den Meßmöglichkeiten heutiger Physik und Astronomie sind derartige Fragenstellungen entfernt.

Aber wie steht es mit dem Urknall selbst? Dürfen wir Vertrauen in seine Existenz und Realität haben? Hier halfen Messungen weiter, die im Jahre 1965 von PENZIAS und WILSON angestellt wurden. Diese beiden Forscher entdeckten damals zufällig eine Strahlung, die von allen Richtungen gleichmäßig auf die Erde einfällt: die kosmische Hintergrundstrahlung. Bald konnte man sie als Relikt eines frühen, sehr heißen Zustandes des Universums deuten, der kurz nach dem Urknall geherrscht haben sollte. Wie kommt es zu dieser Urhölle? Verfolgen wir die Geschichte des Universums zurück, so wird das Universum kleiner und kleiner, dichter und dichter. Ein Gas, das man komprimiert, wird dabei aber ständig heißer, bei seiner Expansion kühlt es ab. Das Universum muß daher in seiner Geschichte stetig kühler geworden sein. Die hohen Temperaturen, die anfangs herrschten, versuchte bereits George GAMOV zur Erklärung der heute bekannten Verteilung der chemischen Elemente im All heranzuziehen, einer Verteilung, die er auf Kernfusionsprozesse in den ersten Minuten der Existenz des Alls zurückzuführen versuchte. Seine Rechnungen, die er um 1950 anstellte, ließen als Relikt dieses frühen hei-

ßen Zustandes des Universums eine Strahlung vermuten, die sich jedoch damaligen Meßmethoden entzog und erst durch die moderne Antennentechnik der Beobachtung zugänglich wurde. Sie bietet den besten Anhaltspunkt dafür, daß der Urknall aus dem Bereich der kosmologischen Mythen in das Reich der physikalischen Theorien gerückt ist.

Wie aber können wir uns das frühe Universum, die ersten Minuten, Sekunden oder gar Milliardstel Sekunden nach der Schöpfung dieser Welt vorstellen? Dichter und dichter wird das Universum, wenn wir in derartige Zeiten zurückkehren und schließlich sollte es von einem einzigen großen Atomkern erfüllt sein, der alle Teilchen der heutigen Welt in sich vereinigte. Was aber geschah davor? Wie können oder dürfen wir uns den Urknall vorstellen? Die Antwort der christlichen Tradition und der Relativitätstheorie haben wir bereits skizziert: es gibt kein „davor“.

Noch andere Fragen drängen sich auf: wo war eigentlich der Urknall? Welch ausgezeichnete Stelle im All wählte Gott um die Welt zu schaffen? Warum hat er — um mit LEIBNIZ zu sprechen — die Welt nicht etwa einen Meter weiter rechts geschaffen? Die Antwort der Relativitätstheorie ist ebenso eindeutig wie zunächst schwer vorzustellen: Materie und Raum entstanden gemeinsam, es gab keinen Raum vor der Materie und es gibt keinen Raum neben der Materie. Das Universum ist der Raum und die Frage ist sinnlos, an welcher Stelle

des Raumes der Raum entstanden ist. Ebenso sinnlos ist es zu fragen, an welcher Stelle der Raum bei einer etwaigen Rekontraktion des Universums, bei einem Antiurknall, wieder zum Punkt schrumpfen wird. Der Raum selbst verschwindet in diesem Augenblick.

Wie aber hat sich der Urknall abgespielt? Wer hat urgeknallt? Ein Ansatz, der in der Relativitätstheorie heute viel diskutiert wird, besagt, daß zeitlich veränderliche Schwerefelder Materie erzeugen können und Materie wiederum diese zeitlich veränderlichen Schwerefelder hervorruft. In diesem „selbstkonsistenten“ Ansatz zum Verständnis des Urknalls ruft kein äußerer Einfluß das Weltall ins Leben. Das Sein wird zu einer mit sich selbst verträglichen, eben selbstkonsistenten, Schwankung des Nichtseins. Ein derartiger Ansatz würde auch Gott als Lückenbüsser in den ersten Milliardstel Sekunden des Urknalls eliminieren und eine wahrhaft selbstkonsistente Theorie der Physik schaffen. Doch sind diese Ansätze noch viel zuwenig weit entwickelt, viel zu verfrüh, um auch nur ihre Durchführbarkeit beurteilen zu können. Noch viel weiter sind wir von allen Möglichkeiten entfernt, derartige Ansätze auch im Experiment oder in der Beobachtung überprüfen zu können.

Aber nicht nur in bezug auf den Anfang des Universums gibt es ungelöste Fragen. Auch die heutige Struktur des Universums ist in keiner Weise aufgeklärt.

Ist das Universum unendlich oder ist unser Weltall endlich, in sich selbst geschlossen, von der Struktur einer Kugeloberfläche? Die Experimente erlauben es nicht, hier eine eindeutige Entscheidung zu treffen. Ein räumlich unendliches All würde auch für alle Zeiten expandieren und so die Frage nach der Rekontraktion und einem möglichen Neubeginn vermeiden helfen. Doch auch in einem unendlichen All wäre uns nur ein bescheidener Ausschnitt zugänglich. Denn auch dieses All würde vermutlich erst seit rund 10 Milliarden Jahren existieren und damit jede Möglichkeit ausschließen, einen Bereich zu erkennen, der über 10 Milliarden Lichtjahre hinausgeht. Aus diesem Bereich wäre das Licht bis heute noch nicht zu uns gelangt. Endliches oder unendliches Weltall — der menschlichen Erkenntnis bleibt stets nur ein bescheidener Ausschnitt aus der gesamten Schöpfung zugänglich.

L iteratur

- Roman und Hannelore SEXL: Weiße Zwerge — Schwarze Löcher, Viehweg, Wiesbaden 1979.
Steven WEINBERG: Die ersten drei Minuten, Piper, München 1977.
Reinhard BREUER: Kontakt mit den Sternen, Umschau Verlag, Frankfurt 1978.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung
naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: [120](#)

Autor(en)/Author(s): Sexl Roman Ulrich

Artikel/Article: [Gott als kosmischer Gastarbeiter. Raum - Zeit - Materie.
9-23](#)