

wenn sie sich vorzüglich als ein „vernünftiges Gespräch in einer offenen Gesellschaft versteht“, dann widerspricht es dieser Idee nicht, wenn die Universität einem katholischen Kolleg den Status der akademischen Öffentlichkeit, etwa in der Form einer mit ihr „verbundenen Anstalt“ verleiht.

Es wäre vielleicht voreilig, über die konkrete Gestalt eines solchen Kollegs hier nähere Aussagen zu machen. Die Organisation ergibt sich immer aus dem Zweck und der je besonderen Situation. Gewiß könnte aus der Struktur der angelsächsischen Colleges manches übernommen werden. Vieles andere müßte man der praktischen Erfahrung und dem Experimentieren überlassen. Entscheidend ist nur, daß ein solches Kolleg bei prinzipieller Selbständigkeit mit der Universität eng verbunden ist, damit die katholische Anschauung der Welt nicht bloßes Akzidenz, sondern integrierender Bestandteil der wissenschaftlichen Ausbildung wird.

Die Welt als Ganzes

Aspekte der Kosmologie

Von WINFRIED PETRI

I. Begriffe und Voraussetzungen

Kosmologie und Kosmogonie

Beobachtungen des gestirnten Himmels haben von jeher den Menschen zu Gedanken über Raum, Zeit und Ewigkeit, über das Weltall und seine Entstehung veranlaßt. Der Inhalt dieser Gedanken war so verschieden wie die geistige Kultur und das naturwissenschaftliche Wissen ihrer Träger. Man sollte aber erwarten, daß in der Gegenwart, da die Astronomie bedeutende Fortschritte erzielt hat, die der ganzen Menschheit zugänglich sind, auch eine einheitliche Auffassung von Bau und Geschichte des Universums sich durchsetzen müsse. Diese Erwartung wird bestärkt durch den Umstand, daß die astronomische Forschung heute an einem einzigartigen Punkt ihrer Entfaltung steht. Während noch zu Beginn unseres Jahrhunderts Betrachtungen über die Entwicklung der Welt als eines Ganzen völlig spekulativ waren, werden wir heute dazu gedrängt, mehr und mehr von einer Einheit des gesamten Kosmos zu sprechen und von einer Gesamtentwicklung alles dessen, was der astronomischen Betrachtung zugänglich ist, in dem Sinne, daß wir bestimmte Erscheinungen gar nicht anders deuten können, als indem wir sie in diese Gesamtentwicklung hineinprojizieren.¹ Damit ist die Kosmologie als die Lehre von der Struktur und Gesetzmäßigkeit des Kosmos — d. h. der natürlichen Welt als einer geordneten Einheit — zu einer legitimen Disziplin naturwissenschaftlicher Forschung geworden, die hinsichtlich des in ihr zu verarbeitenden Beobachtungsmaterials in erster Linie der Astrono-

¹ O. Heckmann, Mitteilungen der Astronomischen Gesellschaft 1953.

mie und hinsichtlich des dabei anzuwendenden Formalismus der mathematischen Physik zuzurechnen ist. Untrennbar verbunden mit ihr ist die Kosmogonie, die sich mit der Entstehung und Entwicklung des Kosmos beschäftigt. Während Gegenstand der Kosmologie stets die Welt als Ganzes ist, pflegt man in der Kosmogonie auch die Genese und Evolution kleinerer Bestandteile des Universums, wie Einzelsterne und Sonnensystem, abzuhandeln.

Das Homogenitätspostulat

Die Erwartung, in der modernen Kosmologie eine einheitliche Lehrmeinung anzutreffen, bestätigt sich leider nicht. Die Gründe dafür liegen nicht nur in der eigentümlichen Schwierigkeit, daß wir das Universum nur zu einem sehr kleinen Teil überblicken und keine Vergleichsmöglichkeiten mit anderen „Universen“ haben, sondern auch wesentlich darin, daß die Erforschung der Welt als eines Ganzen notwendig auf die Hintergründe und Ursachen dieser Welt, also in das im wörtlichen Sinne „Metaphysische“ weist, wo der geistige Fundus und nicht zuletzt auch die religiöse Überzeugung des Gelehrten nicht mehr eliminiert werden können. Während aber in früheren Zeiten das, was man Kosmologie nannte, eher der Philosophie angehörte, ist heute jeder Astronom und Physiker bestrebt, sich auf die Tatsachen der objektiven Naturerscheinungen zu beschränken. Dennoch bedarf er einiger Grundannahmen, um das Beobachtungsmaterial überhaupt ordnen und auswerten zu können, die je nach dem Selbstbewußtsein ihrer Verfechter als Axiome, Postulate oder Prinzipien bezeichnet werden. Die wichtigste dieser Annahmen, ohne die eine ersprißliche kosmologische Arbeit schwer vorstellbar wäre, ist das Homogenitätspostulat. Es besagt, daß das Universum mit Ausnahme örtlicher Unregelmäßigkeiten von jedem Ort aus den gleichen Anblick bietet.² Darin kommt eine Art verallgemeinerter kopernikanischer Haltung zum Ausdruck, wonach unser zufälliger Standort im Welt-raum durch nichts besonders ausgezeichnet sein soll. Man hofft, daß der unserer Beobachtung heute zugängliche Teil des Universums einen repräsentativen Ausschnitt darstellt, daß wir also über die „örtlichen Unregelmäßigkeiten“ hinausblicken können.

II. Beobachtungsergebnisse

Die Weite des Raumes

Die Weite des von den Astronomen heute überblickten Raumes läßt sich ziemlich genau angeben. Bis zu den schwächsten Spiralnebeln, deren Entfernung mit dem neuen Fünfmeter-Spiegelteleskop in Kalifornien bisher einigermaßen zuverlässig bestimmt wurde, braucht das Licht etwa eine Milliarde Jahre. Vorstellen kann man sich diese Entfernung nicht — schon

² O. Heckmann, Theorie und Erfahrung in der Kosmologie (Die Naturwissenschaften 38 [1951] 84); dort weitere Literatur.

gar nicht, wenn man bedenkt, daß das Licht in der Sekunde 300000 km zurücklegt und ein Lichtjahr demnach fast 10 Billionen km ausmacht. Wenn wir uns aber andererseits vor Augen halten, daß das Weltalter — ein später noch zu erläuternder Begriff — bei etwa 5 Milliarden Jahren liegt und die Lichtgeschwindigkeit die Grenzgeschwindigkeit alles physikalischen Geschehens darstellt, so können wir doch mit einigem Zutrauen annehmen, daß das Riesenauge auf dem Mt. Palomar wirklich einen nennenswerten Ausschnitt des Universums erfaßt.

Gas, Staub und Sterne

Am Himmel kann man unmittelbar nur solche Objekte sehen, die Licht aussenden. Das sind in erster Linie Sterne, leuchtende Weltkörper nach Art unserer Sonne, astrophysikalisch zu definieren als frei gravitierende Gas-kugeln, in deren Innerem Energieumsetzungen stattfinden und die einen mehr oder weniger beständigen Strom von Strahlen — sowohl elektromagnetischer als auch korpuskularer Art — aussenden. Damit ist bereits gesagt, daß die Sterne auch unsichtbare Strahlung, von den kurzwelligen Röntgenstrahlen bis zu den Radiowellen, und materielle Teile ihrer Atmosphäre in den Raum schicken, wie wir dies vorzüglich an der Sonne beobachten können.³ Von nicht selbstleuchtenden Himmelskörpern, also Planeten und erloschenen Sternen, wissen wir wenig, obwohl es immerhin sichere Anzeichen für ihre Existenz gibt. Sehr wichtig und auch an Gesamtmasse nicht zu vernachlässigen ist die fein verteilte Materie im Raum zwischen den Sternen, von groben Staub- und Eiskörnern bis herab zu einzelnen Gasatomen. Man unterscheidet Dunkelwolken, die sich nur durch Schwächung des Lichts dahinter stehender Sterne verraten, von solchen Nebeln, die durch heiße Sterne in ihrer Nachbarschaft oder auch durch sehr heftige Bewegungen und elektromagnetische Felder zu einem Reflexions- oder Emissionsleuchten angeregt werden. Zwischen dem stellaren und dem diffusen Zustand der Materie besteht ein ständiges Geben und Nehmen. Allerdings ist die Größenordnung der Prozesse noch umstritten. Während man meist annimmt, daß die Gas- und Staubwolken sozusagen das Rohmaterial für neu sich bildende Sterne abgeben, wird auch behauptet, daß die ganze jetzt im Weltall vorhandene diffuse Materie einmal von Sternen ausgestoßen worden sei.⁴ Nach Ansicht eines englischen Astrophysikers soll es auf gealterte Sterne verjüngend wirken, wenn sie Gelegenheit finden, aus interstellaren Wolken Wasserstoff aufzusammeln.⁵ Die Erforschung solcher Wolken ist in allerjüngster Zeit durch die Radio-Astronomie in ein ganz neues fruchtbares Stadium getreten.⁶

³ Vgl. *W. Petri*, Moderne Sonnenforschung (in dieser Zeitschrift 149 [1952] 426).

⁴ *B. A. Woronzov-Weljaminov*, Gasnebel und neue Sterne (Berlin 1953) S. 620; vgl. Deutsche Literaturzeitung 75 [1954] 562.

⁵ *F. Hoyle*,

⁶ *M. Waldmeier*, Radiowellen aus dem Weltenraum (Zürich 1954).

Sterngesellschaften und Sternvölker

Die genaue Durchmusterung des Himmels hat gezeigt, daß die Sterne ein ausgesprochen geselliges Verhalten zeigen — im Kleinen wie im Großen. Es gibt überaus viele Doppelsterne, die aus zwei umeinander laufenden Sonnen bestehen, und auch mehrfache Systeme. Dann gibt es mancherlei Sternhaufen und Sternströme. Besonders interessant sind die Sternassoziationen, Gruppen besonders junger Sterne, die sich durch physikalische Kennzeichen und Bewegungszustand aus dem Feld der übrigen Sterne herausheben.⁷ Im großen schließen sich die Sterne zu Milchstraßensystemen zusammen, die man auch als Galaxien oder „Nebel“ bezeichnet und deren jede bei einem Durchmesser von zehntausend bis hunderttausend Lichtjahren viele Millionen bis einige Milliarden Sterne enthält. Ihre meist spiraligen oder elliptischen Formen sind Gegenstand eifriger Untersuchung. Es war ein großer Fortschritt, als man vor zehn Jahren zwei Grenzfälle von Stern-„Populationen“ unterscheiden lernte, die verschiedene Entwicklungs- und Altersreihen darstellen. Die Arme der Spiralnebel gehören zur Population I, deren Kerngebiete und die elliptischen Nebel aber zur Population II. Sehr interessant ist auch die Verteilung der interstellaren Materie, da sie mit dem Auftreten bestimmter Sterntypen eng verknüpft ist. — Wenn man die Milchstraßensysteme volkstümlich gern „Welteninseln“ genannt hat, so ist das heute kaum mehr berechtigt. Auch unter ihnen findet sich eine ausgesprochene Neigung zu Gruppen- und Haufenbildung.⁸ Unsere Milchstraße ist ein offener Spiralnebel und gehört zu einer „lokalen Gruppe“, zu der unter anderem der berühmte Andromedanebel und die beiden Magellanischen Wolken des Südhimmels zählen.

Großräumige Bewegungen

Jeder Astronom weiß, daß ein Fixstern nicht eine *stella fixa* ist, sondern eine Eigenbewegung hat, die sich als langsame Ortsveränderung an der Sphäre darstellt. Freilich erfordert es lange Beobachtungsintervalle und überaus genaue Meßverfahren, um wenigstens bei den uns nächsten Sternen diese Bewegungen festzustellen. Darüber hinaus gibt es das Hilfsmittel der Spektralanalyse, die aus Linienverschiebungen die auf den Beobachter zu oder von ihm weg gerichtete Geschwindigkeitskomponente einer Lichtquelle direkt, etwa in km pro sec. zu messen erlaubt. Es ist gelungen, diesen Effekt auch bei der Radiokurzwellenstrahlung des interstellaren Wasserstoffs auszunutzen. Aus der Verbreiterung der Spektrallinien mancher Sterne kann man auf ihren Rotationszustand schließen. — Im ganzen ergibt sich folgendes Bild: Alles, sowohl die Sterne wie die diffuse Materie, ist in Bewegung, die sich kleinräumig als ungeordnet turbulent erweist, großräumig aber eine

⁷ W. A. Ambarzumjan und Mitarb. in: Abhandlungen aus der sowjetischen Astronomie, Folge I (Berlin 1951).

⁸ F. Zwicky in: Publications of the Astronomical Society of the Pacific 64 [1952] 247; vgl. W. Petri in: Die Sterne 29 [1953] 101.

gewisse Ordnung erkennen läßt. Von Sternströmen und Assoziationen war schon die Rede. Die gesamte Milchstraße rotiert in etwa 200 Millionen Jahren einmal um sich selbst. Da sie kein starres Gebilde ist, drehen sich ihre einzelnen Teile verschieden schnell, je nach dem Abstand vom Zentrum. Daraus kann man auch auf die Massenverteilung schließen. Dasselbe gilt für die nächstgelegenen Galaxien, bei denen der Spektrograph differentielle Bewegungen feststellen konnte. Im „kleinen“ betrachtet, ist die Bewegung der Nebel im Raum genau so ungeordnet wie die der einzelnen Sterne, sofern nicht in Doppelnebeln und Nebelhaufen besondere mechanische Verhältnisse herrschen. In je größere Fernen aber die Beobachtung dringt, um so deutlicher zeichnet sich eine dem übergeordnete, auseinanderstrebende Bewegung ab, die man als Nebelflucht oder Expansion des Weltalls anzusehen gelernt hat.⁹ Freilich ist die Vorstellung eines „platzenden“ Universums manchen Leuten so unsympathisch, daß sie ängstlich bemüht sind, eine andere Erklärung für die Verschiebung der Spektren ferner Galaxien zu postulieren.

Das Alter der Welt

Auch die letzten, sorgfältigen und weitreichenden Nachprüfungen mit dem Riesenfernrohr auf dem Mt. Palomar haben keine merklichen Abweichungen von der Linearität und Isotropie des Auseinanderstrebens der Nebel ergeben. D. h. in beliebiger Richtung nimmt die Entweichgeschwindigkeit gleichmäßig mit der Entfernung zu. Von den „örtlichen Unregelmäßigkeiten“ ist dabei abgesehen. Sie betragen bestenfalls einige hundert km/sec., während man bereits Entweichgeschwindigkeiten von über 60 000 km/sec., also einem Fünftel der Lichtgeschwindigkeit, gemessen hat. Nehmen wir an und nichts liegt wohl näher —, daß die Expansion in der Vergangenheit unvermindert bestanden hat und daß sie auch für die noch weiter entfernten Nebel gilt, so können wir durch Rückrechnung einen Zeitpunkt angeben, zu dem das gesamte Weltall auf kleinstem Raum vereinigt war. Das war vor etwa 5 Milliarden Jahren. Es gibt noch andere Möglichkeiten, ein „Weltalter“ abzuschätzen. Aus den Bewegungsverhältnissen innerhalb der Milchstraße können wir schließen, daß noch nicht allzu viele Rotationen seit ihrer Bildung vergangen sein können, da sich sonst eine gleichmäßigere Verteilung der Energien hätte einstellen müssen. Die Sterne haben ein individuelles Alter, das sich aus den Energievorräten und Elementumwandlungen in ihrem Inneren unter Berücksichtigung ihrer Masse, Zusammensetzung und Strahlungsbilanz näherungsweise angeben läßt. In manchen Fällen liegt es weit unter dem allgemeinen Weltalter, das ja auch die natürliche Obergrenze darstellen sollte. Man darf mit Sicherheit annehmen, daß der Vorgang der Sternentstehung auch in der Gegenwart noch andauert. — Eine sehr zuverlässige Altersbestimmung gibt die Analyse der Erdkruste und der Meteorite auf radioaktive Substanzen. Sie steht mit dem Expansionsalter der Welt

⁹ E. Hubble, Das Reich der Nebel (Braunschweig 1938).

in guter Übereinstimmung. Darin liegt eine sehr wertvolle und völlig unabhängige Bestätigung einer durch Beobachtungen mit dem neuen Riesenteleskop gewonnenen Erweiterung der kosmischen Entfernungsskala auf das Doppelte, die neben der Radio-Astronomie die größte Sensation der Nachkriegszeit auf himmelskundlichem Gebiet bedeutet hat.¹⁰

Die Entstehung der chemischen Elemente

Zusammenfassend halten wir fest, daß die astronomischen Beobachtungen auf zahlreiche Entwicklungsprozesse und eine großräumige Expansion im Weltall hinweisen und daß sich das Universum vor einigen Milliarden Jahren in einem Zustand befunden haben dürfte, der von dem jetzigen so verschieden war, daß es berechtigt erscheint, von einem zeitlichen Anfang desselben zu sprechen. Diese Vermutung erhält noch eine Stütze in dem Umstande, daß die chemischen Elemente in der Welt allenthalben eine recht gleichmäßige und sehr charakteristische Häufigkeitsverteilung zeigen, die kaum als zufällig verstanden werden kann und auf einen gemeinsamen Ursprung hindeutet, zumal wir im gegenwärtigen Zustande des Universums nirgends — oder nur sehr gezwungen — Gebiete anzugeben vermögen, in denen ein Aufbau schwerer Elemente vonstatten gehen könnte. Die dafür erforderlichen Werte von Druck und Temperatur sind auch im Sterninnern nicht anzutreffen, mögen aber wohl in einem „prästellaren“ Zustand des Weltalls geherrscht haben, als die gesamte Materie auf kleinstem Raum unvorstellbar eng zusammengedrängt war und gewissermaßen einen einzigen riesigen Atomkern bildete. Jedenfalls hat die aus astronomischen Beobachtungen gefolgerte Hypothese eines extremen Anfangszustandes der Welt gerade bei Kernphysikern Anklang gefunden, die die kosmische Häufigkeitsverteilung der schwereren Elemente — die leichteren werden durch Kernreaktionen im Sterninneren allmählich umgewandelt nach Analogie der Wasserstoffbombe — als eingefrorenes kernchemisches Gleichgewicht verständlich zu machen wußten.

III. Weltmodelle

Kosmische Hierarchie

Solange man die Erde oder Sonne als Zentralgestirn der Schöpfung ansah, war es eine ganz natürliche Vorstellung, daß das Weltall eine geschlossene Einheit sei, die in irgend einem metaphysischen Untergrund ruhe. Man denke etwa nur an die Mythen vom Weltei oder an den überhimmlischen Ort in Platons Phädras. Im Laufe der letzten Jahrhunderte haben sich aber folgende Erkenntnisse durchgesetzt. [1] Die Sonne ist nur ein Stern unter sehr vielen. [2] Die Entfernungen zwischen den Sternen sind überaus groß, auch gemessen an den Entfernungen im Sonnensystem. [3] Die erkennbaren

¹⁰ W. Baade vor der Internationalen Astronomischen Union 1952; spätere Ergebnisse referiert W. Petri in: Umschau 54 [1954] 650.

Sterne bilden ein Milchstraßensystem unter sehr vielen, die ihrerseits wieder durch noch viel gewaltigere Zwischenräume von einander getrennt sind. [4] Die Galaxien schließen sich wieder zu noch größeren Übersystemen zusammen. — Dieser „hierarchische“ Stufenbau, dem ein gewisser Wahrheitsgehalt und ein hoher ästhetischer Reiz nicht abgesprochen werden können, scheint sich ins Unendliche zu verlieren. Tatsächlich wird er auch heute noch gern von den Verfechtern des dialektischen Materialismus ins Feld geführt, um eine schlechthin unendliche Ausdehnung des Weltalls plausibel zu machen.¹¹

Der dunkle Nachthimmel

Wenn das Weltall sich wirklich ins Unendliche erstreckt und so gleichmäßig mit Sternen angefüllt ist, daß in jedem hinreichend großen Volumenelement eine bestimmte, nicht verschwindend kleine Produktion von Strahlungsenergie stattfindet, so müßte das nächtliche Firmament gleichmäßig strahlend hell erscheinen. Die Dunkelheit des Nachthimmels ist daher einer der interessantesten kosmologischen Befunde. Auch die absorbierende Dunkelmaterie müßte bei unendlicher Dauer des Weltprozesses längst ins Leuchten gekommen sein. Als letzte Rettung einer Unendlichkeit von Zeit und Raum im naiven Sinne bleibt nur die Annahme einer unendlich verdünnten Welt, in der die Mittelwerte von Masse und Energie im großen verschwinden.

Gekrümmter Raum

Aus dieser Schwierigkeit hat die Relativitätstheorie einen Ausweg gezeigt. Sie lehrt, daß die Welt zwar unbegrenzt, aber nicht unendlich ist. Das mathematische Hilfsmittel dafür ist die Annahme einer Krümmung des Raumes. Man denke sich eine Kugeloberfläche. Sie ist ein zweidimensionales Gebilde, das in einen dreidimensionalen Raum eingebettet ist. Ihre Flächengröße kann man zahlenmäßig genau angeben; man kann auf ihr aber in beliebiger Richtung unendlich lange Strecken zurücklegen, ohne je an eine Grenze zu kommen. Um sich einen gekrümmten dreidimensionalen Raum

¹¹ B. A. Woronzow-Weljaminov, Die Sternenwelt (Moskau-Leningrad 1950) schreibt u. a.: „Der Aberglaube wollte sich nicht zufrieden geben mit den Folgerungen der Wissenschaft darüber, daß das Weltall, die Sternenwelt, sich endlos in die Tiefe erstreckt, daß wir, wie weit wir auch fliegen würden, vorbei an den nahen Sternen, immer neue und neue Gestirne auf unserem Wege antreffen würden. Er gab sich auch nicht damit zufrieden, daß das Weltall ewig ist, daß es nicht ein seit der Zeit seiner vermeintlichen Erschaffung erstarrendes Bild darstellt, daß es ewig war und sein wird, sich ewig entwickelnd und verändernd, daß es ein endloses Ganzes ist, von dem der Mensch und die Erde ein Teil sind (S. 4). — Alle sichtbaren Galaxien, aber auch eine große Menge anderer, entfernterer, die von den Riesenteleskopen der Zukunft entdeckt werden werden, bilden eine große Anhäufung von Galaxien, die sogenannte Metagalaxis. Wenn die Galaxien Inseln sind, so ist die Metagalaxis ein ungeheurer Archipel; und wenn wir mit unseren Teleskopen bis an die Grenzen der Metagalaxis kommen, so werden wahrscheinlich andere Metagalaxien entdeckt werden, ähnlich der unsern, und so ohne Ende (S. 71). — Das gigantische Bild des endlosen Weltalls, das von der materialistischen Wissenschaft durch die Arbeiten sowjetischer Gelehrter geklärt wird, beweist uns die unbegrenzte Erkennbarkeit der Natur, widerlegt jeglichen religiösen Aberglauben und hilft uns, indem wir die Natur besiegen, den Übergang zu beschleunigen zu der neuen, kommunistischen Gesellschaft (S. 72).“ (Wörtl. übers. a. d. Russ. v. Ref.)

vorzustellen, müßte man in höheren Dimensionen denken können, als dem Menschen gegeben ist. Wohl aber lassen sich diese Dinge mathematisch so beherrschen, daß es möglich ist, Krümmungsradius, Masse und Energieinhalt des Universums bei relativitätstheoretischer Betrachtung durch zwar sehr große, aber durchaus endliche Zahlen abzuschätzen. Die Frage nach einem Außerhalb ist physikalisch sinnlos.

Explosion oder Zusammenbruch

Noch vor Entdeckung der Nebelflucht hatte man erkannt, daß die Grundforderung der Homogenität mit den bewährtesten Theorien der Mechanik und Schwerkraft — sowohl der klassischen als der relativistischen — nur unter der Annahme zu vereinbaren ist, daß das Weltall sich in einem Zustande großräumiger Bewegung befindet. Es mag sich ausdehnen oder zusammenziehen; auch ein Wechsel zwischen beidem ist theoretisch denkbar. Die Beobachtung entschied, daß die Welt sich, jedenfalls in kosmologischer „Gegenwart“, ausdehnt. Diese Ausdehnung stellt sich jedem Beobachter in gleicher Weise dar. Man denke an einen Gummiballon oder eine Seifenblase. Bei Vergrößerung der Oberfläche durch Aufblasen sind die Beträge, um die die auf der Fläche gemessenen Entfernungen zweier Punkte zunehmen, stets diesen Entfernungen selbst proportional.

Logarithmische Zeitskala

Es gibt eine überaus geistvolle Theorie, die die Struktur des Weltalls und die grundlegenden Naturgesetze aus einem Mindestmaß von Annahmen und zunächst ohne jede Rücksicht auf die tatsächlichen Beobachtungen durch rein logische und mathematische Erwägungen abzuleiten sucht. Sie geht aus von dem Homogenitätspostulat in einer besonders strengen Form und operiert mit einem expandierenden System fundamentaler „Beobachter“, deren Hauptaufgabe die Registrierung und der Vergleich von Zeitsignalen ist. Es werden zwei Zeitskalen angenommen, eine gewöhnliche, in der die Zeit linear dahinfließt, und eine andere, die durch eine logarithmische Transformation aus der ersten gewonnen wird. Da der Logarithmus von Null gleich „minus Unendlich“ ist, kann man den Zeitpunkt des Weltanfangs nach Belieben in unendlich ferne Vergangenheit rücken. Ein größerer Wahrheitsgehalt wohnt dieser Theorie nicht inne, und sie hat fast allgemein Ablehnung gefunden, da sie mit dem Bereich der Erfahrung zu wenig Berührungspunkte aufweist.¹²

Materie aus dem Nichts

In den letzten Jahren machte in England eine „neue Kosmologie“ von sich reden, die das Problem einer zeitlichen Änderung des Universums ein-

¹² E. A. Milne, *Relativity, Gravitation and World Structure* (Oxford 1935). Hierzu und zum folgenden scharfe Kritik durch H. Dingle in *Monthly Notices of the Royal Astronomic Society* 113 (1953) 393; deutsche Übersetzung im Druck in: *Naturwissenschaftliche Rundschau* 8 [1955].

fach dadurch zu umgehen sucht, daß sie diese zeitliche Änderung leugnet. Das geschieht durch die sehr anspruchsvoll als „perfektes kosmologisches Prinzip“ bezeichnete Annahme, das Weltall müsse nicht nur von jedem Beobachtungsort aus, sondern auch zu allen Zeiten mit Ausnahme örtlicher Unregelmäßigkeiten den gleichen Anblick bieten. Die mit der Expansion des Universums, die als Phänomen anerkannt wird, verbundene zunehmende Substanzverdünnung soll durch eine ad hoc postulierte kontinuierliche Erzeugung von Materie aus dem Nichts stets genau ausgeglichen werden. Man beeilt sich hinzuzufügen, daß dieser Prozeß zu schwach sei, als daß man ihn mit den heutigen Beobachtungsmitteln feststellen könne.¹³ Es gibt noch andere kosmologische Theorien, die zum Beispiel mit einer zeitlichen Änderung der universellen Naturkonstanten arbeiten, von der uns aber in concreto nichts bekannt ist. Auch in diesem Zusammenhange ist schon früher der Gedanke einer spontanen Entstehung von Materie aus dem Nichts als ein auf Grund eines Erhaltungssatzes in der Gegenwart noch andauernder Prozeß geäußert worden. Irgendwelche Beweise kennen wir dafür nicht.¹⁴

IV. Grenzfragen

Ewiger Fortschritt

Rückschauend stellen wir fest, daß auch in der modernen, naturwissenschaftlichen Kosmologie persönlicher Geschmack und Spekulation eine mitunter recht bedeutende Rolle spielen. Selbstverständlich soll der Wert, den Intuition und Kombinationsvermögen für das forschende Ertasten wissenschaftlichen Neulandes haben, keineswegs bestritten werden. Es ist aber unerfreulich, wenn eine reine Arbeitshypothese als universelles „Prinzip“ verkündet wird oder wenn andersartige, etwa philosophische oder gar politische Gesichtspunkte in die streng naturwissenschaftliche Diskussion hereingetragen werden. So gilt in der Sowjetunion die Unendlichkeit der Welt in Raum und Zeit als Dogma. Die anders denkenden Gelehrten des Westens werden mitunter in ausfallender Weise beschimpft.¹⁵ Während Kosmologie ein heißes Eisen ist, wird alles, was Kosmogonie heißt, drüben gefördert in der Hoffnung, daraus geistige Waffen für den weltanschaulichen Kampf schmieden zu können. Insbesondere wurde die wahrscheinliche Annahme, daß der Prozeß der Sternentstehung in der Gegenwart noch andauert, drü-

¹³ H. Bondi, *Cosmology* (Cambridge 1952).

¹⁴ P. Jordan, *Die Herkunft der Sterne* (Stuttgart 1947).

¹⁵ Zum Beispiel I. I. Ikaunieks, *Die räumliche Verteilung und Kinematik der Kohlenstoffsterne* (Riga 1952, russisch) S. 75: „Die gegenwärtig in der bourgeoisen Wissenschaft herrschende Zersplitterung und Verwirrung in der Kosmogonie wird von den angloamerikanischen Imperialisten immer mehr als ideologische Waffe benutzt bei der allgemeinen Vorbereitung eines neuen Weltkrieges.“ Oder B. A. Woronzow-Weljaminow l. c. (11.) S. 71: „Die bourgeoisen Pseudogelehrten, indem sie den Anschein erwecken, als ob sie an die Wissenschaft glaubten, verdrehen oft den wahren Sinn wissenschaftlicher Entdeckungen. Bald behaupten sie, daß das Weltall endlich sei, bald bemühen sie sich, neue Grenzen für das menschliche Wissen aufzurichten, bald versuchen sie mit Hilfe komplizierter Formeln den Eindruck zu erwecken, als ob sie „genau“ den Tag berechnet hätten, an dem die ganze Welt geschaffen wurde.“ (Übers. v. Ref.)

ben mitentwickelt und stark begrüßt.¹⁶ Natürlich hat für den Anhänger einer materialistischen Weltanschauung die Erforschung des konkreten Weltalls eine viel größere Bedeutung als etwa für den Christen, weil sie jenem mangels einer höheren Welt das einzige Thema darstellt, mit dem die Beschäftigung sich lohnt. So wird mit naivem Optimismus an der Verwirklichung des „ewigen Fortschritts“ gearbeitet, ohne sich tiefere Gedanken zu machen. — Daß ein über unendliche Zeiten sich erstreckender Weltprozeß innerlich sinnlos ist, haben die Inder längst erkannt. Sie wußten auch, daß ein solcher Prozeß nur in endloser Wiederholung vorstellbar ist.¹⁷

Der unerklärte Rest

Während in früheren Zeiten die Arbeit des Astronomen ohne innere Beziehung zu seiner religiösen Überzeugung auf sich selbst stehen konnte, ist eine solche Trennung heute jedenfalls im Bereiche der Kosmologie praktisch nicht mehr möglich. Man kann es manchen modernen Theorien und Weltmodellen gut ansehen, ob ihre Schöpfer Atheisten, Deisten oder Theisten sind. Das liegt in der durch die neuen Beobachtungen zwangsläufig aufgeworfenen Frage nach Anfang und Hintergrund des Weltprozesses. Hier scheiden sich die Geister zunächst in solche, die die Welt als singulär und so, wie sie ist, notwendig — und solche, die sie als kontingent ansehen, indem sie der Überzeugung sind, sie könnte auch ganz anders oder gar nicht sein. Während eine kontingente Welt dem freien Willen des Schöpfers entspringt, wird Gott im anderen Falle nur als letzte Singularität, als irreduzibler Rest verstanden, vor dem auch die scharfsinnigste Deduktion Halt machen muß. Man kann sagen: Für den Deisten hat Gott mit der Welt nur einen einzigen echten Berührungspunkt, für den Theisten aber umfaßt er sie ganz. Es gibt auch Vermittlungsversuche, wenn etwa ein englischer Deist und berühmter Kosmologe, der sich für einen überzeugten Christen hält, das Wirken des persönlichen Gottes auf die Sphäre des Organischen beschränkt wissen will.¹⁸

Kosmologie und Gottesbeweise

So gedrängt und unvollkommen der gebotene Überblick sein mußte — eines dürfte klar geworden sein: Ein echter Konflikt zwischen Naturwissenschaft und Religion besteht — jedenfalls auf dem hierfür eminent zuständigen Gebiete der Kosmologie — nicht. Man kann sogar sagen, daß die Atheisten und Materialisten es heute schwerer haben denn je zuvor, da die eindeutige Richtung der zeitlichen Entwicklung und die hohe Wahrschein-

¹⁶ Zahlreiche Stellen, zum Beispiel bei I. I. Ikaunieks (a.a.O.) und in den Abhandlungen aus der sowjetischen Astronomie (Berlin 1951 ff.).

¹⁷ Vgl. etwa E. Frauwallner, Geschichte der indischen Philosophie, Bd. 1 (Salzburg 1953) S. 118. Zum Weltenei: *Chantepie de la Saussaye*, Lehrbuch der Religionsgeschichte, 4. Aufl. Bd. 1 (Tübingen 1925) S. 107 u. 481; Abbildungen in: C. G. Jung, Symbole der Wandlung (Zürich 1952) S. 440, 666, 667.

¹⁸ E. A. Milne, Modern Cosmology and the Christian Idea of God (Oxford 1952); dazu Besprechung von P. J. Treanor S.J. in: The Observatory, 73 [1953] 30.

lichkeit eines Beginns des uns bekannten Universums in der Zeit überaus eindrucksvolle Stützen der klassischen Gottesbeweise des heiligen Thomas von Aquin, insbesondere seines ersten und fünften Satzes, darstellen.¹⁹ Und daß die Konzeption einer kontinuierlichen Entstehung von Materie aus dem Nichts, wenn sie zutreffen sollte, einen allmächtigen Welterschöpfer überflüssig mache, kann nur geistige Blindheit behaupten.²⁰

Vincent van Gogh, „halb Mönch, halb Maler“

Von HERBERT SCHADE S.J.

Es gibt Menschen, deren Schicksal den Sinn und die Not ihrer Zeit so stark sichtbar werden läßt, daß es scheint, als wäre es ihre einzige Aufgabe, Spiegel für die eigene Epoche und Wegweiser für die Zukunft zu sein.

Zu diesen Menschen gehört der Maler Vincent van Gogh.

Religiöse Fragen erschüttern ihn. Sie suchen eine erste Antwort im Sozialen: Van Gogh geht zu den Bergarbeitern und wird so zum Typus eines Arbeiterseelsorgers. Sie finden einen eigenen Ausdruck und Ausweg in seiner Kunst: Der Maler aus der Zeit des Impressionismus wird zum Wegbereiter einer neuen religiösen Kunst. Und schließlich bestimmen sie seine psychische Erkrankung sichtbar: Der Mensch Vincent van Gogh erreicht die Grenzen seelischer Tragkraft und zerbricht.

Das Soziale, das Künstlerische und das Psychologische aber sind Elemente der modernen Geistigkeit, die in Gefahr sind, ihren religiösen Sinn zu verlieren.

Ohne die Eigenständigkeit dieser Bereiche zu verkennen, sollen hier die religiösen Fragen van Goghs aufgezeigt und als Spiegel der Anliegen unserer Zeit verstanden werden. Dabei wird sich eine religiöse Entwicklung abzeichnen. Jedoch hat diese Entwicklung nicht mehr den klassischen Rhythmus eines Reinigungs-, Erleuchtungs- und Einigungsweges, wie ihn das Mittelalter kennt, sondern sie verläuft gegensätzlich, zeigt große Umwege und endet tragisch.

Trotz dieser Verschiedenheit werden die Grundstufen mittelalterlicher religiöser Entwicklungsvorstellung noch durch alle modernen Irrgänge hindurch spürbar, ob man sie nun mit Dante Hölle, Läuterungsberg und Himmel nennt oder ob Wolfram von Eschenbach seinen Parzival die Stadien der Tumbheit, des Zweifels und der Sælde durchwandern läßt. Auch van Gogh geht in eine Unterwelt, er begegnet Frau Welt und erreicht in seinem

¹⁹ Grundlegend und richtungweisend hierfür zwei Ansprachen von *Papst Pius XII.*: (a) Die Gottesbeweise im Lichte der modernen Naturwissenschaft (22. November 1951, gedruckt in fünf Sprachen durch die päpstliche Akademie der Wissenschaften 1952) S. 55 ff.; (b) Ansprache vor dem Internationalen Astronomischen Kongreß in Rom am 7. September 1952, deutsch abgedruckt in: *Physikalische Blätter* 8 [1952] 433.

²⁰ P. Daniel O'Connell S.J. in: *Irish Astronomical Journal* 2 [1953] 127, 3 [1954] 70.