

Hans-Jörg Fahr [*]

Der Urknall kommt zu Fall

Der Urknall kommt zu Fall

Kapitel 1: Läßt sich die Welt als Ganzes verstehen?

Kapitel 2: Wie begreift man das All? — Oder: Allgemeine Vorgaben jede Kosmologie

Kapitel 3: Was sind "Kosmologische Tatsachen" und was sollten sie uns sagen?

Kapitel 4: Die kosmische Hintergrundstrahlung — ein nicht-kosmologischer Vordergrund

Kapitel 5: Die geheimen Wege der Strukturbildung im Kosmos

Kapitel 6: Der Blick ins Große – zum Scheitern verurteilt?

Kapitel 7: Neue Gesetze braucht der Kosmos

Kapitel 8: Über die kosmologische Dynamik des absolut leeren Raumes

Kapitel 9: Was soll nun aus der Welt werden?

Register

* Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart 1992.

Kapitel 1: *Läßt sich die Welt als Ganzes verstehen?*

Kosmologie – gibt es das überhaupt? Was können wir denn schon über den Kosmos als ganzen aussagen? "Die Welt als Ganzes" ist fatalerweise einer jener Totalitätsbegriffe, mit denen man immer nur unter größter Vorsicht umgehen sollte. Wenn wir mit dem Begriff des Kosmos an die größten Fernen im Weltall denken wollen, so muß das uns Nahe vor diesen kosmischen Dimensionen zur absoluten Bedeutungslosigkeit verblassen. Wenn aber der "Denker" sich selbst und sein Denken ausschließt, kann man von vornherein nicht vom Ganzen reden.

Dennoch redet alle Welt vom Universum und von seiner Entstehung aus einem Urknall. Aber wissen wir denn eigentlich, was ein solcher Urknall ist?

Urknall – das soll die maximale Energiekonzentration auf engstem Raum sein, der Beginn eines einsinnig zeitlich gerichteten Entwicklungsprozesses, der die Welt sozusagen aus einer Expansion hervorkommen läßt.

Doch es stellt sich die Frage, ob die Welt heute wirklich nach einer solchen Raumzeitexplosion aussieht. Wird der Kosmos bei seiner Evolution wie ein abgeschlossenes physikalisches System immer "unordentlicher"; oder bewahrt er nicht vielmehr die Information, die in ihm und in seiner hierarchischen Dynamik steckt?

* * *

Fortsetzung – siehe Buch.

Kapitel 2: *Wie begreift man das All? — Oder: Allgemeine Vorgaben jede Kosmologie*

Die Welt, die wir entdecken können, muß als solche essentiell sein! Und die in ihr auftauchenden Strukturen müssen als gültige Zeichen für das Ganze dienen können. Dann aber darf die Welt eigentlich keiner Evolution unterworfen sein, denn sonst wären wir Erdenbewohner immer durch den Zeitpunkt unserer Weltbetrachtung vorbelastet. Bedeutet dies, daß wir in den Geschehnissen des Universums die ewige Wiederkehr des Immergleichen zu erkennen trachten müssen?

Der Mensch hat sich um die Dimensionen des Großen sowie des Kleinen in der Welt zu kümmern. Zwischen beiden gibt es dimensionenübergreifende, wechselseitige Beeinflussungen. Die Struktureinheiten unserer Welt sind entsprechend störanfällig weil sie kein isoliertes Dasein führen. Aus den Strukturen des Mikrokosmos können wir lernen, daß sie dem Prinzip nach von "teilabgeschirmten" Fundamentalkräften geformt werden. Gilt etwas Vergleichbares auch für die Großstrukturen im Kosmos? Warum gibt es keine beliebig großen Sterne oder Galaxien, wohl aber offenbar beliebig große Mauern und Wabenwände aus Galaxien? Haben wir vielleicht die Natur der Gravitation noch nicht richtig verstanden?

* * *

Fortsetzung – siehe Buch.

Kapitel 3: *Was sind "Kosmologische Tatsachen" und was sollten sie uns sagen?*

Einstein hat die Spezielle und dann die Allgemeine Relativitätstheorie eingeführt, weil er glaubte, weder dem Raum noch der Zeit einen Absolutheitsrang für die Beschreibung der Naturrealitäten einräumen zu dürfen. Der Zeit kommt aber in allen heutigen Weltmodellen, die aus den Einsteinschen Ideen hervorgegangen sind, ein klarer Absolutheitsrang zu. Es sieht so aus, als gäbe es die strenge Zusammenhängigkeit der Weltabläufe verbunden mit einer streng synchronisierten Weltevolution dennoch – trotz verallgemeinerter Logik im Denken.

Woher aber sollte diese Anlage in den Weltgeschehnissen stammen, woher die strenge kausale Geschlossenheit im Universum? Gibt es denn tatsächlich so etwas wie ein homogenes Weltall? Gibt es das vom Ort unabhängig ablaufende, alle Raumskalen übergreifende, absolute Evolutionsgeschehen überhaupt? Erkennen läßt sich nur der durchgängige hierarchische Strukturaufbau im Universum, der auf keiner Größenstufe enden will. Der dunkle Nachthimmel ist ein beredter Zeuge dafür!

Sollten wir nicht lieber alles in zyklischen Prozeßabläufen geordnet sehen und begreifen, daß es in diesem Weltgeschehen keinen Informationsverschleiß gibt?

* * *

Fortsetzung – siehe Buch.

Kapitel 4: *Die kosmische Hintergrundstrahlung — ein nicht-kosmologischer Vordergrund*

In einer unendlich ausgedehnten Welt sollte der Blick in jener Richtung auf einen leuchtenden Stern hinführen. Dennoch leuchtet der Nachthimmel nicht gleichmäßig sternenhell, sondern zeigt um Einzelsterne vor einem dunklen Hintergrund. Nur im Bereich der Radio- und Mikrowellen gibt es das erwartete Phänomen des "leuchtenden" Nachthimmels in Form der bekannten kosmischen Hintergrundstrahlung.

Sie wird üblicherweise als das "Echo" des Urknalls gedeutet aus dem unser Universum hervorgegangen sein soll. Von thermischer Natur kann diese Strahlung nur dann sein, wenn sie es bereits früher im Urknall gewesen wäre und der Kosmos seitdem eine gleichmäßige und richtungsunabhängige Expansion durchgeführt hätte – dann aber hätte er keine materiellen Strukturen schaffen können, wie wir sie heute zu sehen bekommen. Das Phänomen unseres Kosmos darf einfach nicht auf die Strukturlosigkeit seiner Hintergrundstrahlung reduziert werden – es muß vielmehr zuerst eine Erklärung für die Strukturiertheit gesucht werden! Wenn dann herauskommt, daß wir die Hintergrundstrahlung bis heute falsch interpretiert haben, fällt auch die These von der Urknallgenese des Universums.

* * *

Fortsetzung – siehe Buch.

Kapitel 5: *Die geheimen Wege der Strukturbildung im Kosmos*

Bestünde die Welt nur aus Sandkörnern, eines gegenüber dem anderen völlig indifferent und gleichgültig so müßte zwangsläufig oberhalb der "Sandkorndimension" im Weltall alles amorph, strukturlos und anarchisch erscheinen. Da sich der Kosmos jedoch auf wachsenden Größenskalen immer wieder als hierarchisch strukturiert zeigt, darf man schließen, daß er eben nicht aus kräftemäßig abgeschlossenen Gebilden ähnlich den Sandkörnern besteht, sondern aus Objekten, die mit ihren Kraftfeldern über die für sie typischen Dimensionen hinausgreifen.

Wie aber sollen sich die auffälligen Mammutstrukturen im Weltall, jene großen Mauern aus Galaxien und als kosmische Gravitationsstrudel agierenden "Attraktoren", aus zufällig gegebenen, anfänglich unscheinbar kleinen Dichtefluktuationen in der kosmischen Materieverteilung gebildet haben können? Hier herrscht unter den heutigen Theoretikern ein fataler Erklärungsnotstand: Eigentlich sollten Dichtestörungen im kosmischen Materiemilieu sich erst ausprägen können, wenn sich die im Zuge der Weltexpansion sich abkühlende Materie in elektrisch neutrale Atome verwandelt. Von diesem Zeitpunkt bis heute bleibt aber nicht Zeit genug zur Ausbildung des heute sichtbaren Strukturierungsgrades. Die vielbemühete "dunkle Materie" bietet auch keinen Ausweg, denn dann müßte der Kosmos statt von leuchtender von dunkler Materie bestimmt sein.

* * *

Fortsetzung – siehe Buch.

Kapitel 6: *Der Blick ins Große – zum Scheitern verurteilt?*

Unsere alltägliche Welt definiert den mediokosmischen Bereich. An den Umgang mit diesem Wirklichkeitsbereich sind wir gewöhnt. Wie aber erschließen wir uns die Welten des Allergrößten und des Allerkleinsten?

Sind wir überhaupt für den Umgang mit dem Großen im Universum gerüstet? Es scheint oft, als änderten sich die Gesetzmäßigkeiten, wenn wir die Dimensionen wechseln, unter denen wir Realitäten erfassen wollen. Warum erweist sich denn so vieles im Kosmos als wider unsere Erwartung gehend? Was stimmt denn hier nicht?

Was zeichnet zum Beispiel das Firmament als Bezugssystem aus, in dem sich die Planetenbewegung auf Newtonschem Wege beschreiben läßt und gleichzeitig der irdische Meeresspiegel nicht abgeplattet erscheinen würde? Offenbar werden die Einsteinschen Feldgleichungen dem Machschen Prinzip nicht gerecht. Nach ihm sollte die träge Masse jedes Körpers und damit die Materiedichte im Weltall keine frei wählbare, sondern eine sich erst aus der Massenrückwirkung selbst bestimmende Größe sein. Das muß die Relativität der Massen im Universum zur Folge haben, und es muß bedeuten, daß das ganze Weltall aus jeder seiner Konstellationen aus allen seinen Teilen auf alle seine Teile zurückwirkt – ein völlig neues Konzept für ein Verständnis des Universums.

* * *

Fortsetzung – siehe Buch.

Kapitel 7: *Neue Gesetze braucht der Kosmos*

Geringfügige Abweichungen von der Newtonschen Gravitation machen sich bereits in unserem Sonnensystem bemerkbar. Relativistische Effekte müssen berücksichtigt werden wie etwa die speziell-relativistische Massenzunahme der bewegten Körper und die allgemein-relativistische Massenabnahme bei wachsender Gravitationsbindung im Zweikörpersystem.

Wiewohl Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie dies alles angemessen berücksichtigt, läßt sich dennoch aus ihr kein Verständnis für die beobachtete Superrotation der Galaxien und die virulente Dynamik in Galaxienhaufen ableiten. Es scheint, als wäre auf diesen Größenskalen noch einmal eine Gravitationstheorie neuer Qualität vonnöten. Dies manifestiert sich heute bei den Astronomen allenthalben in der Feststellung fehlender Massen und der Forderung nach dunkler Materie in allen Hierarchiestufen der kosmischen Materiestrukturen.

Interessanterweise wird der Bedarf an dunkler Materie zur Erklärung der Beobachtungen immer größer, zu je größeren Raumskalen im Kosmos man aufsteigt. Das scheint klar auszudrücken, daß unsere derzeitigen Gravitationstheorien um so unanwendbarer und falscher werden, auf je größerer Raumskala sie angewendet werden. Wir brauchen ein skalenabhängiges Gravitationsgesetz!

* * *

Fortsetzung – siehe Buch.

Kapitel 8: *Über die kosmologische Dynamik des absolut leeren Raumes*

Wenn man mit modernen Physikern über das Vakuum spricht, so erfährt man, daß dieses weder leer noch energielos ist. Im Gegenteil, so die heutige Physik, ist der leere Raum voller Geschehnisse und von kosmologisch relevanter Dynamik.

Heute repräsentiert das Vakuum nichts anderes als den Grundzustand aller wechselwirkenden Teilchenfelder, doch bleibt noch unklar, wie dieser Grundzustand zu beschreiben ist und ob ihm wirklich eine von Null verschiedene Energiedichte zukommt. Außerdem werden die Theoretiker zu dem Schluß geführt, daß eine solche Vakuumenergiedichte eventuell vom Bezugssystem des jeweiligen Beobachters abhängen könnte, mit der fatalen Folge, daß es entgegen den Forderungen Einsteins dann doch ein absolut bevorzugtes System im Weltall geben würde, nämlich dasjenige, in dem die Vakuumenergiedichte am kleinsten ist!

All diese Dinge bieten heute revolutionierende Perspektiven für unser Weltverständnis an. Man beginnt sich gar vorzustellen, daß das Weltall als leerer Raum seine Expansion durch den Übergang von einem "falschen" in einen "wahren" Vakuumzustand eingeleitet und sich dann erst in der Expansion Zug um Zug materialisiert hat.

* * *

Fortsetzung – siehe Buch.

Kapitel 9: *Was soll nun aus der Welt werden?*

Wenn wir die vielen anstehenden Probleme im Ringen um eine Erklärung des Universums und seiner Geschichte einmal unvoreingenommen erkennen, so scheint sich doch zwingend zu ergeben, daß wir die Kosmologie in eine ganz neue Richtung weiterdenken müssen. Stammt die Welt denn wirklich aus einem Urknall her?

Wenn es eine bevorzugte, vom kosmischen Generalgeschehen vorbestimmte Epoche für die Galaxienentstehung gegeben hat, so sollten die uns fernen Galaxien typischerweise anders, nämlich "älter" aussehen als die uns nahen. Nehmen wir dagegen einmal an, es gäbe keine absolute, alles mittragende Evolution im Kosmos, sondern nur sich unkorreliert und unsynchronisiert entwickelnde kosmische Teilsysteme mit einem je eigenen Anfang und Ende, lauter unkorrelierte Schicksale also!

Unsere Welt hat viele verschiedene Anfänge, nicht nur einen. Ein Geschehen bedarf nicht der Verursachung von einer bezeichnaren Stelle her, es ist vielmehr als Einzelveränderung in die Universalmechanik aller kosmischen Veränderungen voll eingebettet. Das Universum als ganzes altert aus diesem Grund nicht. Diese selbstverjüngenden Prozesse im Universum müssen wir in Zukunft stärker aufzeigen und darüber hinaus das Vitalitätsgleichgewicht finden, das für die Erhaltung der Vielfalt des Realen und des kosmischen Informationsgehaltes sorgt.

* * *

In den vorangegangenen Kapiteln dieses Buches haben wir viel Kritisches über das kosmologische Weltbild unserer Zeit vorgebracht und dabei vielleicht nachweisen können, daß viel leichtsinniges Denken an der Auszimmerung des bisherigen geistigen Weltgebäudes beteiligt ist. Wohin aber hat uns diese kritische Ausleuchtung der zahlreichen Schwachpunkte unserer heutigen kosmologischen Weltansicht letzten Endes geführt? Müssen wir alles bisher Gedachte verwerfen, indem wir zuerst einmal die vielen selbsteitlen, an unserem Weltbild beteiligten logisch-wissenschaftlichen Kalküle bereitwillig wieder völlig abstoßen, um sodann in einer Wüste des Denkens einen Neuanfang zu besserem Begreifen der Welt zu suchen? Oder gereicht uns denn doch vielleicht das bisher Gedachte, wenn es auch Falsches enthielt, wenigstens zu einer Informationshilfe für einen allfälligen Neuanfang?

Gewöhnlich lernt man doch auch aus der Tatsache, daß man lange Zeit in einer bestimmten Richtung vergeblich die Wahrheit der Welt gesucht hat – zumindest, daß man gerade eben in dieser Richtung nicht weiter nach der Wahrheit der Welt suchen sollte. So gewinnt man auch aus beschrifteten Irrwegen schon eine gewisse Orientierungshilfe!

Versuchen wir uns also in einem intensiven Resümee unserer vorhergegangenen kritischen Betrachtungen genau diese Orientierungshilfe zu verschaffen und zunutze zu machen! In welchen Punkten und welchen Hinsichten könnten die für das heutige kosmologische Weltbild verantwortlichen geistigen Strömungen korrekturbedürftig sein? An welchen

Punkten kann man denn überhaupt einen Neuanfang im Denken machen? Expandiert die Welt nun? Oder expandiert sie nicht? Stammt sie aus einem Urknall oder nicht? Ist sie einem Entropietod geweiht oder führt sie zu einem Urkollaps zurück? Das alles sind Fragen mit einem klar unterstellten Ausschließlichkeitsaspekt, so, als ginge es um rein logische Entscheidungen nach dem Modell: A ist entweder richtig oder falsch. Tertium non datur! Etwas Drittes daneben gibt es wohl nicht.

Kann es nicht aber vielmehr sein, daß die Welt wohl zwar expandiert, aber nicht überall und andauernd, und vor allem nicht überall gleich stark, so daß es keine monotone gemeinsame Entwicklungslinie im ganzen Universum gibt, sondern viele disjunkte und sich vielleicht sogar teilweise durchkreuzende Entwicklungslinien? Jede Strukturform hat vielleicht als eine solch individuelle Form ihre eigene, aus allem anderen Geschehen herauslaufende Evolution, wie etwa diejenige jedes einzelnen Menschen innerhalb der Menschheit, die zwar mitgetragen und mitverursacht wird von den vielen anderweitigen Evolutionen, die aber nicht an eine absolute Evolution im Kosmos fest angebunden werden kann, wie dies etwa über eine absolute kosmische Zeitkoordinate geschehen würde.

Vielleicht hat jede Struktur ihre je eigene Zeitzählung, aber die absolute kosmische Zeit, die wir immer in allen bisherigen Erklärungen des Universums zugrunde legen wollten, ist "absolut" unsinnig. Denn es gibt eventuell ja gar keinen absoluten Entwicklungsstand des kosmischen Gesamtgeschehens, es gibt vielmehr nur den jeweiligen individuellen Status in der Entwicklung einer von unserer geistigen Intentionalität in der transzendenten Naturrealität anvisierten Einzelheit aus diesem universalen Kosmos.

Wenn man dies in einem Vergleich sehen möchte, so könnte man sagen, daß es sich ja auch nicht lohnt, die Geschichte von zwei oder drei oder mehreren zueinander beziehungslos lebenden Menschen beschreiben zu wollen, weil es sich ja hierbei um eine offene, völlig kontingente Gruppe von selbständig agierenden Lebewesen handeln würde: Nur die Geschichte jedes einzelnen Menschen, oder dann eben die der gesamten Menschheit, zählt ja doch eigentlich! Wenn also die verschiedenen kosmischen Strukturen in erster Linie physikalisch unkorreliert nebeneinander koexistieren und wenn es keinen kohärenten Ereignisstrom gibt, der alle diese Strukturen in sich mitträgt, so macht es gar keinen Sinn, von der Evolution des Kosmos als ganzem sprechen zu wollen. Es gibt dann eben nur die Evolution der Einzelbereiche des Kosmos! Aber diese Einzelevolutionen mögen dafür durchaus unkorreliert sein. Die eine hat so gut wie nichts mit all den anderen zu tun. Einzelne morphologisch und hierarchisch verschiedene Erscheinungswelten im Kosmos mögen ihren je eigenen Anfang und ihr je eigenes Ende haben. Ihnen allen ist womöglich gar kein gemeinsamer Anfang zuzuordnen, denn sie stehen in keinem sie alle gemeinsam in der kosmischen Zeit führenden Zusammenhang. Ist nicht vielleicht das Weltall eher ein turbulentes Geschehen zwischen immer wieder entstehenden und danach vergehenden Strukturen mit multikausalen gegenseitigen Beeinflussungen, eher jedenfalls als eine monokausale, monolithische und in der Einbahnstraße der absoluten Zeit sich entwickelnde Ereignispyramide, die in ihrer Spitze einen Urknall annehmen muß und allein von daher ihre Auffächerung in alle heutigen und kommenden Strukturen erfahren soll?

Der Urknall mag für die Erklärung des Wesens der Welt schließlich und endlich, wenn man es sich nur lange genug überlegt, so unwichtig sein wie Adam und Eva für die Erklärung des Wesens der Menschheit!

Wenn eine Atlantikwoge auf die Bretagne-Küste aufläuft, weiß sie dann eigentlich davon, daß sie einem über den Erdball ausgedehnten Ozean mit geoidisch gekrümmter

Wasseroberfläche und einer dichtemäßigen Tiefenstruktur angehört, die von einem sehr komplex angelegten, effektiven Erdgravitationsfeld geprägt ist? Oder verhält sie sich in der Art, wie sie vor der Küste lokal zur Brandungswelle wird, einfach so, als sei sie schlicht nur ein rein lokales System mit einer ausschließlichen Wahrnehmung der lokalen Wasseruntiefenverhältnisse? Oder vielleicht noch suggestiver und noch sinnfälliger gefragt: Wenn man ein einzelnes Wassermolekül aus diesem Ozean herausgreifen würde, könnte man ihm wohl die Zugehörigkeit zum irdischen Ozean und zu dessen Geschichte ansehen? Es ist klar, daß mit dem Grade der gegebenen Abgeschlossenheit solch herausgegriffener Untereinheiten auch das Maß der Mitgeprägtheit in ihren Eigenschaften durch die jeweilige globale Umwelt gradualisiert und moderiert wird.

Die Formen einer solchen Abgeschlossenheit sind dabei jeweils sehr spezifisch zu bewerten und zu analysieren. Ein Atom ist nicht einfach, nur weil es eben ein Atom ist, von seiner weiteren Umwelt unabhängig, ganz egal, in welchem Materieverband es sich befindet. Ein Gasatom in einem Gas, ein Wassermolekül im Wasser, ein Eisenatom in einem Stück metallischen Eisens, dies sind bezüglich des Grades an Abgeschlossenheit gegenüber der Umwelt grundsätzlich recht verschiedene Dinge! Einem Gasatom im Gas merkt man seine atomare Nachbarschaft nur durch die spektrale Verbreiterung seiner charakteristischen Emissionslinien an, ansonsten ist ein Gasatom wie das andere, ganz gleich, in welcher dichten und welcher Gasumgebung es sich auch befindet. Der Einfluß der Wasserumgebung auf ein Wassermolekül ist dagegen schon tiefgreifender. Dies liegt zum einen an der größeren Nähe und deswegen stärkeren Einflußnahme der Nachbarmoleküle, und es liegt zum anderen an der größeren Störanfälligkeit eines Moleküls gegenüber einem Atom. Als loser Verband von Atomen ist ein Molekül leicht elektrisch polarisierbar, das heißt, es wird unter dem Einfluß eines lokalen äußeren elektrischen Feldes zu einem elektrischen Dipol. Dadurch ergibt es sich nun, daß sich benachbarte Moleküle über ihre elektrischen Coulombfelder beeinflussen, indem sie selbstinduzierte elektrische Dipol- und Multipolmomente hervorrufen und so relativ leicht größere Molekülverbände bilden, zum Beispiel Cluster und Ketten aus Wassermolekülen, in denen Eigenschaften aufscheinen, die das einzelne isolierte Wassermolekül einfach nicht haben würde. Noch anders verhält es sich mit Eisenatomen in einem Eisengitter, wie es zum Beispiel jedes Stück metallischen Eisens nun einmal darstellt. Hier teilen sich die einzelnen, an bestimmten Gitterstellen platzierten Eisenatome ihre äußersten Hüllenelektronen, die mehr oder weniger frei zwischen den Atomen kommunizieren und auf elektrische Felder reagieren können. Damit sind Eisenatome im Metallgitter nicht mehr unabhängig voneinander; sie verhalten sich mehr oder weniger wie ein Kollektiv gegenüber Störungen von außen. Wenn die Eisenatome eines kleinen lokalen Bereiches einer elastischen Deformation unterworfen werden, so teilt sich diese äußere Einwirkung den anderen Nachbarbereichen dieser Eisenatome durch Deformationswellen oder, wie man quantentheoretisch sagt, durch Phononen mit. Die Eisenatome verhalten sich hier in dieser Gitteranordnung also durchaus nicht mehr unabhängig voneinander, sondern vielmehr wie ein Verbund!

Die entsprechende Frage nach dem Grad der Abgeschlossenheit an kosmische Objekte gerichtet hieße demnach hier, inwieweit solche strukturellen oder hierarchischen Einheiten wie Sterne, Galaxien und Haufengalaxien im Universum sich als unabhängige Entitäten frei von Wechselwirkung mit Nachbar-elementen der gleichen oder einer anderen Hierarchiestufe beschreiben lassen: Weiß ein Stern, daß er zu einer Galaxie gehört? Weiß eine Galaxie davon, daß sie zu einem Galaxienhaufen gehört? Weiß ein Galaxienhaufen, daß er sich in einem expandierenden Universum befindet, welches dem Urknall entstammt?

Wenn es unter den Strukturgebilden unseres Universums eine klare Alterszeichnung gäbe, so würde dies auf eine höhere Gemeinsamkeit unter ihnen hinweisen und damit anzeigen, daß diese Gebilde kein unabhängiges Dasein voneinander führen. Wenn es also etwa für die Sterne unserer Galaxie einen eng begrenzten Zeitabschnitt gäbe, in dem sie alle entstanden sind, so würde dies zum Ausdruck bringen, daß alle diese Sterne in einen gemeinsamen Schicksalsstrom eingebettet sind, ihr Schicksal demnach nicht restlos unabhängig voneinander sein kann. Ebenso würde die Existenz einer eng begrenzten kosmischen Epoche, aus der alle Galaxien und Galaxienhaufen herkommen, auf ein gemeinsames Schicksal aller dieser Gebilde hinweisen und die allgemeine Synchronisation durch ein Urknallereignis wahrscheinlich machen. Wenn jedoch die Geburt von Sternen in unserer Galaxie ein geschichtlich unsynchronisiertes Ereignis ist, wenn demnach also Sterne in unserer Galaxie ebenso gut früher, heute oder auch noch viel später geboren würden, so spräche das eher dafür, daß solche Sterngeburten ganz unkorrelierte Ereignisse sind. Und wenn selbst heute noch, so wie auch zu früheren Zeiten, Galaxien im Weltall entstehen würden, so würde auch dies darauf hinweisen, daß es für die Galaxienentstehung keine kosmisch bevorzugte Periode gibt und es sich folglich nicht um ein kosmisch korreliertes Bildungsgeschehen handelt.

In der Tat weiß man nun, daß auch in unserer Zeit überall in unserer Galaxis neue Sterne aller Klassen entstehen. Solche Sterngeburten sind an der Tagesordnung im galaktischen Alltag und können heute mit Infrarotteleskopen wie die Entwicklung eines Kindes im Mutterleib in allen Einzelheiten verfolgt und diagnostiziert werden. Viele Sterne in unserer Galaxis wären gar nicht mehr sichtbar, wenn ihre Existenz zum Beispiel auf eine gemeinsame Entstehungsperiode mit unserer Sonne zurückginge. Denn während unsere Sonne bereits 4,5 Milliarden Jahre alt ist, können heiße O- und B-Sterne nur einige Millionen Jahre alt werden, bevor sie in einem Supernovaexplosionsereignis vergehen. Nun sagt man aber unter Astronomen, daß zwar die Astringierung des interstellaren Gases, also die gravitative Fragmentation des in den Galaxien ausgebreiteten Wasserstoffgases zu konkreten Sternen, so lange voranschreitet, wie der Vorrat an Gas eben ausreicht, und meint damit absehen zu können, daß die Sternbildungsraten in früheren Epochen unserer und der anderen Galaxien weit höher waren, als sie heute sind; in diesem Fall wären die heute noch ablaufenden Sternbildungen wie das apothetische Ausklingen eines Erzeugungsprozesses mit einer für die jeweilige Galaxie typischen Halbwertszeit anzusehen.

Die Beweise dafür sind aber nicht sehr schlagend und eher von salomonischer Aussagekraft. Wenn eine Galaxie ein Gebilde mit einem streng korrelierten Sternentstehungsprozeß wäre, so sollten ja Galaxien, die man bei unterschiedlichen Abständen, sprich: zu unterschiedlichen Zeiten, sieht, ganz verschieden aussehen; insbesondere sollten sie sehr verschiedene Leuchtkraft haben. In der Phase höchster Astringierungsrate müßten solche Galaxien besonders stark leuchtend sein, und in den Phasen danach müßten dieselben Galaxien systematisch schwächer leuchtend werden: Ihr Masse-Leuchtkraft-Verhältnis müßte sich über ihre Lebenszeit hin stark verändern. Das schon öfter angesprochene Problem der "dunklen Materie" käme hierbei automatisch um so stärker zur Erscheinung, je mehr galaktische Primärmaterie durch die Sternzyklen prozessiert und ausgebrannt würde, also unwiederbringlich in nekrotische, nichtleuchtende Formen von Materie verwandelt würde.

Was aber spricht denn nun eventuell eher dafür, daß das Weltall weder als Ganzes noch in seinen Teilen eine monoton alternde Angelegenheit ist? Man kann sich relativ leicht klarmachen, wie ein Universum aussehen müßte, dessen gesamte Strukturbildung mit einem

Initialereignis, dem Urknall nämlich, und der sich daran anschließenden Einmaligkeit einer expandierenden Raumzeit zusammenhängt.

In einer sogenannten Blaskammer, die die Physiker zum Nachweis von hochenergetischen und deshalb ionisierenden Teilchen verwenden, wird ein sich in einem bestimmten Kammervolumen befindendes, mit Wasserdampf übersättigtes Gas plötzlich auf größeres Volumen ausgedehnt und dabei abgekühlt (man sagt: unterkühlt). Das sich abkühlende, dampfübersättigte Gas neigt dann spontan zur Tröpfchenbildung, insbesondere dort, wo Kondensationskeime in Form von elektrisch geladenen Gasionen vorhanden sind. Da letztere aber gerade von hochenergetischen Teilchen erzeugt werden, die die Gaskammer im Moment der Volumenexpansion durchlaufen, findet die spontane Tröpfchenbildung gerade längs der Bahnen dieser Teilchen statt und markiert so sichtbar den Weg, den diese Teilchen genommen haben. Wenn die Expansion des Kammergases jedoch erst einmal stattgefunden hat, so klingt die Tröpfchenbildung innerhalb kürzester Zeit ab, und hochenergetische Teilchen, die nach dieser Zeit durch die Kammer hindurchlaufen, hinterlassen keine Tröpfchenspuren mehr, weil bereits aller Wasserdampf aus der Gasphase in die Flüssigphase auskondensiert ist. Die Tröpfchenbildung ist demnach nur einmal pro Expansionsakt für kurze Zeit möglich und tritt weder davor noch danach jemals wieder auf. Was aber hat dies mit dem Weltall zu tun, wenn überhaupt?

Im Urknalluniversum wird sozusagen auch ein Gas bereitgestellt, das bei Expansion zur Abkühlung und zur gravitativen Kondensation neigt. Aus diesem kosmischen Gas bilden sich jedoch die kosmischen Tröpfchen nicht unter der organisierten Wirkung der molekularen Van-der-Waals-Kräfte zwischen den Wasserdampfmolekülen wie in der Blaskammer, sondern unter der organisierten Wirkung der Gravitationskräfte zwischen den einzelnen Gasbereichen des Universums. Wenn jedoch der kondensationskritische Zustand für die kosmische Strukturbildung im expandierenden Urknallgas gekommen ist, so sollten sich innerhalb einer kosmisch mehr oder weniger kurzen Zeitperiode spontan die kosmischen Kondensationen bilden; danach aber sollte die Zeit für kosmische Strukturbildung verstrichen sein und nie mehr wiederkehren, es sei denn, in einer Phase erneuter Expansion nach einem vorherigen kosmischen Kollaps und einem nachmaligen weiteren Urknall. Wenn das, was wir heute in unserem Universum sehen, die Nachhut eines einzigen Urknallereignisses ist, so sollte die Entstehungsgeschichte der kosmischen Strukturen zurückliegen in der Vergangenheit, und der kosmische Strukturbildungsprozeß sollte heute gänzlich abgeschlossen sein.

Das Strukturgeschehen innerhalb der Galaxien selbst versuchen die Astronomen dabei immer gerne von dieser Eschatologie auszunehmen, indem sie sagen, daß die Galaxien, kosmisch-evolutionär gesehen, erst sehr spät als ein Endprodukt aus der allgemeinen kosmischen Strukturierung hervorgegangen sind und daß demnach das in ihnen ablaufende Strukturgeschehen, was die Sternbildung, die Sternverdichtung und die Elementerzeugung anbelangt, hier noch nicht abgeschlossen sein mag. Was aber die großen Strukturanlagen im Kosmos auf der Hierarchieebene der Galaxien und Galaxienhaufen anbetrifft, so glauben sie allerdings allgemein annehmen zu müssen, daß hier die Weichen ein für allemal schon sehr früh gestellt waren.

Gegen diesen Glauben scheint zweierlei Faktisches zu sprechen: Erstens scheinen sich nach wie vor in unserem urknallmäßig gesehen doch schon reichlich vergreisten Universum große Strukturen in ganz jungfräulicher Schönheit herauszubilden! Und zweitens zeigt sich keine eindeutige Alterserscheinung an den Galaxien unserer ferneren kosmischen Nachbarschaft!

Die uns fernen Galaxien müßten schließlich in ganz eindeutigem Sinne jünger aussehen als die uns nahen!

Was die jungfräuliche Entstehung neuer Großstrukturen anbelangt, so mögen neueste Entdeckungen gegen Ende des letzten Jahres von den Astronomen Martha Haynes und Riccardo Giovanelli mit dem 305-Meter-Radioteleskop in Arecibo auf Puerto Rico den entscheidenden Beweis dafür geliefert haben. Im Lichte der typischen Emission des Wasserstoffs bei 21 Zentimetern Wellenlänge haben diese beiden Wissenschaftler etwas entdeckt, das die eindeutigen Merkmale einer Vorstufe zu einer sich bildenden Galaxie in unserer näheren kosmischen Nachbarschaft zeigt. Es handelt sich um eine riesige Wolke neutralen Wasserstoffs, die als solche die Eigenschaften einer Protogalaxie besitzt. Diese Wolke befindet sich in einer Entfernung von etwa 80 Millionen Lichtjahren von uns und weist einen Durchmesser von 800.000 Lichtjahren auf. Sie ist damit um ein Mehrfaches größer als unsere Milchstraßengalaxie. Ihre Gesamtmasse an Wasserstoffgas scheint etwa einem Massenäquivalent von 20 bis 100 Milliarden Sonnenmassen zu entsprechen und weist damit eindeutig die Potenz dieses neuen kosmischen Gebildes aus, eine zukünftige Galaxie mit ganz normalen Charakterzügen zu werden.

Wenn es aber stimmt, daß sich hier in den Tiefen des Universums eine neue Galaxie entwickelt, so widerspricht dies allen urknallorientierten Theorien, nach denen diese Art der Strukturbildung schon längst (zu einer Zeit nämlich, als das urknallgetriebene Universum gerade 1 Milliarde Jahre alt war) zum Abschluß gekommen sein sollte. Das Licht von der gerade entdeckten Protogalaxie ist aufgrund der dem Objekt zugeordneten Entfernung von 80 Millionen Lichtjahren aber nur 80 Millionen Jahre zu uns unterwegs gewesen, und es sollte damit sozusagen den "modernsten" Zustand des dortigen Universums anzeigen! Wenn jedoch in diesem sehr fortgeschrittenen Zustand immer noch Galaxien und Galaxienhaufen entstehen, so sollte das klar aufzeigen können, daß etwas ganz Gravierendes im Urknallbild des Kosmos verfehlt wird!

Eine ähnlich urknallkritische Situation ergibt sich von einer etwas anderen Seite aus der galaxieinternen Strukturentwicklung. Wenn Galaxien und Galaxienhaufen im Kosmos ihre gemeinsame Entstehung in einer weit zurückliegenden Zeitperiode hatten, so sollte die Strukturbildung innerhalb dieser Objekte von da an systematisch bis heute vorangeschritten sein. Wenn wir also heute von der Erde aus Galaxien bei verschiedenen Entfernungen im Kosmos beobachten, so sollte uns dabei eine entfernungskorrelierte Alterungsgeschichte der Strukturbildung in diesen Galaxien klar vor Augen geführt werden: Die entfernteren Galaxien sollten ihrer Struktur nach jünger sein, die näheren ihrer Struktur nach älter, also vergleichbar der Struktur unserer eigenen Galaxie.

Eine solche genealogische Staffelung mit der Entfernung läßt sich jedoch nicht bestätigen, zumindest dann nicht, wenn man sich bei dieser Aussage zunächst einmal auf normale Galaxien beschränkt!

Normale Galaxien pflegt man ihrer Morphologie nach in elliptische Galaxien, Spiralgalaxien und Balkengalaxien zu klassifizieren, wobei diese rein morphologische Klassifizierung von den Astronomen eher als eine Klassifizierung nach dem spezifischen Drehimpuls dieser Objekte denn nach deren Alter verstanden wird. Dennoch scheint zumindest eine Subklassifizierung der elliptischen Galaxien in E0-, E1-, E2-, ..., E7-Typen, oder der Spiralgalaxien in S0-, Sa-, Sb-, Sc-Typen so etwas wie eine Alterssequenz mit systematisch wachsendem Strukturierungsgrad anzuzeigen.

Bei den elliptischen Galaxien, die ja rein qualitativ eine diffuse ellipsoidische Sternanordnung repräsentieren, wächst im Zuge der obigen Sequenz systematisch die Verdichtung der Sternpopulation im Zentralbereich der Galaxie, bei den Spiralgalaxien entsprechend die Ausbildung eines linsenförmigen Zentralbereiches und nach außen laufender, eng fokussierter Spiralarme. Diese wachsende Strukturierung scheint von einem eindeutigen Fortschreiten in der Zeit an solchen Objekten gekennzeichnet zu sein. Danach sollten die heutigen Spiralgalaxien im Universum eher vom Sc-Typ sein, während die früheren Erscheinungsformen solcher Galaxien, die wir ja bei größeren Abständen im Kosmos zu sehen bekommen, eher den Sb-, Sa- beziehungsweise den S0-Typ favorisieren sollten.

Dem scheinen die astronomischen Tatsachen jedoch keineswegs entsprechen zu wollen, denn hierin findet man ziemlich eindeutig etwa gleiche Verhältnisse all dieser Galaxientypen in den verschiedensten Galaxienhaufen wieder, egal, ob diese Haufen nun nahe bei uns sind oder sich sehr weit von uns entfernt befinden. Es scheint also ziemlich eindeutig, daß wir im Kosmos keine Alterssequenz in Form einer Entfernungssequenz angelegt sehen, wie es ein Urknalluniversum erwarten lassen müßte, sondern daß wir in Form von Galaxienhaufen eher so etwas wie sich selbst unterhaltende, im vollsten Sinne vital-stabile und bei Erhaltung ihrer wesentlichen Eigenschaftlichkeit dennoch sich evolvierende Makrogebilde vor Augen haben. Sie sollten so etwas wie einen kosmischen Makroorganismus darstellen, der trotz Energieabstrahlung und entropischer Irreversibilität in den Energiekonversionsprozessen als langlebige Struktur sich in gewissem Sinne zumindest begrenzt erneuern kann.

Aus diesem Zusammenhang herkommend stößt man sich im übrigen, insbesondere als Urknallbezweifler, noch an einer anderen sehr auffälligen kosmischen Tatsache. Sie geht von dem Umstand aus, daß man unter Astronomen allenthalben glaubt, den allgemeinen Hubblefluß des expandierenden Universums gut an der bekannten Relation zwischen scheinbarer Leuchtkraft und Rotverschiebung der kosmischen Objekte bestätigt zu finden, wie sie sich an den Galaxien unseres nahen und fernen Universums widerspiegelt. Legt man den von Sandage und Tammann revidierten Shapley-Ames-Galaxienkatalog zugrunde und beschränkt sich auf Spiralgalaxien vom Sb-Typ mit derselben Leuchtklasse wie die uns nahen Galaxien M31 und M81 aus unserer lokalen Galaxiengruppe, so ergibt sich in einem Diagramm der scheinbaren Helligkeit dieser Objekte aufgetragen gegen deren Rotverschiebung eine relativ gute tendenzielle Bestätigung für eine Hubble-Relation mit einem Hubbleparameter von $H_0 = 65$ Kilometer pro Sekunde und Megaparsec, wenn auch die einzelnen Galaxien eine erhebliche entfernungsunabhängige Streuung in der Rotverschiebung um eine best-angepaßte lineare Beziehung aufweisen.

Im Gegensatz dazu weisen Spiralgalaxien vom Sc-Typ, aus dem gleichen Katalog entnommen, ganz signifikante und einsinnige Abweichungen von einer solchen für Sb-Galaxien abgeleiteten, linearen Hubble-Beziehung auf. Es scheint hier so, als wären den Sc-Galaxien, bei gleicher scheinbarer Helligkeit wie Sb-Galaxien, viel zu große Rotverschiebungen weit oberhalb der Hubble-Relation für Sb-Galaxien zugeordnet. Machen die Sc-Galaxien demnach vielleicht die allgemeine kosmische Expansion gar nicht mit, sondern befolgen ihre eigene oder sogar gar keine Hubble-Relation?

Nach landläufig astronomischem Verständnis drückt sich in der scheinbaren Leuchtkraft der kosmischen Objekte vom morphologisch gleichen Typ praktisch deren Entfernung von uns aus, und es ergibt sich nach vorausgegangener Absoluteichung der Helligkeit solcher Objekte die Möglichkeit, diesen Objekten aufgrund ihrer scheinbaren Helligkeit eine

eindeutige kosmische Entfernung zuzuordnen. Weil aber diese scheinbare Leuchtkraft oder Helligkeit der Objekte mit einem bestimmten Wert der spektralen Rotverschiebung gekoppelt ist, ergibt sich der Befund, daß die Entfernung der Objekte selbst mit einer bestimmten Rotverschiebung verknüpft ist, allerdings im Rahmen einer erheblichen Streuung. Diese Rotverschiebung, die zumindest tendenziell mit der Entfernung der Objekte wächst, deutet man als allgemeine Fluchtgeschwindigkeit der fernen Objekte gegenüber unserem Standpunkt und schreibt sie dem allgemeinen Hubblefluß des expandierenden Universums zu; die Streuung in den Rotverschiebungen bei jeder gegebenen Helligkeit oder Entfernung gilt dagegen als jeweils singuläre oder pekuliare Abweichung vom eigentlich für diese Gegend des Kosmos üblichen Hubblefluß.

Offensichtlich muß man den einzelnen Objekten eine gewisse Eigenwilligkeit zugestehen, aufgrund derer sie sich nicht vollkommen dem Hubblefluß unterwerfen, sondern abweichende Bewegungen durchführen. Nun stellt sich aber ganz klar heraus, daß Abweichungen dieser Größenordnung nicht ausreichen, die Rotverschiebungen der Galaxien vom Sc-Typ im Vergleich zu denjenigen vom Sb-Typ zu verstehen. Ihre Rotverschiebungen sind signifikant größer als die der Sb-Galaxien gleicher scheinbarer Leuchtkraft beziehungsweise Hubble-Entfernung. Daraus kann man schließen, daß entweder die Entfernungen dieser Objekte falsch eingeschätzt werden und daß diese in Wirklichkeit deutlich größer sind oder daß diese Objekte an den gleichen kosmischen Plätzen im Universum von einem weit schnelleren Hubblefluß als dem für die Sb-Galaxien typischen getragen werden, oder schließlich, daß zumindest ein Teil ihrer Rotverschiebung gar nicht auf den Dopplereffekt zurückgeht und demnach auch überhaupt keine Geschwindigkeit anzeigt.

Dieser letzte Verdacht wird durch eine unabhängige Entfernungsermittlung für Sc-Galaxien über die sogenannte Tully-Fisher-Relation erhärtet; sie stellt einen offenbar eindeutigen Zusammenhang zwischen der wahren Leuchtkraft solcher Objekte und der Rotationsgeschwindigkeit ihrer galaktischen Peripherien her, die ihrerseits aus der spektralen Breite von Emissionslinien dieser Objekte gemessen werden kann. Aus dem Verhältnis von scheinbarer Leuchtkraft zu dieser aus der Breite der Emissionslinien abgeleiteten wahren Leuchtkraft kann man dann diesen Sc-Galaxien eine "nicht-kosmologische" Tully-Fisher-Entfernung zuordnen. Wie sich dabei aber interessanterweise zeigt, sind diese Tully-Fisher-Entfernungswerte bei allen Sc-Galaxien mit zu hohen Rotverschiebungen deutlich kleiner als die ihnen allein aufgrund ihrer Rotverschiebung zukommenden kosmologischen Entfernungen. Dies scheint dafür zu sprechen, daß zumindest ein Teil der bei Sc-Galaxien festgestellten Rotverschiebung nicht-kosmologischer Natur ist und auch nicht auf Bewegungen irgendwelcher Art zurückgeht.

Der letztgenannte Befund tritt, wie der amerikanische Astronom Halton Chip Arp, derzeit am Max-Planck-Institut für Astrophysik in Garching bei München, klar herausstellt, insbesondere bei einer Unterklasse der Sc-Galaxien, den sogenannten Sc-I-Galaxien mit besonders eng begrenzten und prägnant ausgebildeten Spiralarmen, ganz deutlich zum Vorschein: Diese Klasse weicht noch einmal von der schon eigenartigen Hubbleschen Rotverschiebungsrelation für normale Sc-Galaxien zu höheren Rotverschiebungen hin ab. Das läßt wiederum als Erklärung nur zu, daß auch hier, und zwar in nochmals erhöhtem Maße, nicht-kosmologische Rotverschiebungen im Spiel sind, oder aber, daß diese Sc-I-Objekte erheblich höhere Leuchtkräfte als normale Sc-Galaxien besitzen. Mit der ersten Erklärung brächte man die Hubble-Relation tief in Mißkredit, und mit der zweiten würde man

den Glauben an irgendwelche sinnvoll definierbaren Einheitskerzen im Weltraum klar unterlaufen müssen.

Beides wäre gleichermaßen schlimm für das Verständnis des Weltalls! Ohne kosmische Objekte, die als sogenannte zuverlässige Einheitskerzen mit bekannter, wahrer Leuchtkraft verwendet werden können, wäre jeder Versuch zum Scheitern verurteilt, die Entfernung weit entfernter Objekte im Universum verlässlich einzustufen. Andererseits wäre ohne Hubble-Relation und ohne Rotverschiebungen mit einer klaren Implikation für die kosmologische Expansionsdynamik ein Verständnis der universalen Raumzeitgeometrie ebenso völlig ausgeschlossen.

Wie Halton Chip Arp außerdem herausstellt, zeigt sich als weiteres, düsteres Indiz in dieser Richtung, daß der Winkeldurchmesser der Galaxien vom Sc-I-Typ mit deren Rotverschiebungswerten ständig anwächst statt abzunehmen, obwohl doch bei wachsendem Abstand solche morphologisch verwandten Objekte im Winkel kleiner erscheinen sollten. Entweder sind diese Objekte also alle viel näher, als kosmologisch nach ihrer Rotverschiebung zu erwarten wäre, und die Rotverschiebung wäre demnach weder ein Maß für die Entfernung noch für die Fluchtgeschwindigkeit, sondern eher vielleicht für die Größe der Objekte; oder Sc-I-Galaxien sind bei großen Entfernungen viel, viel größer und leuchtstärker als bei geringen Entfernungen, so daß sie dann aber folglich überhaupt nicht als Einheitskerzen zu benutzen wären.

Mit dem, was man im Weltall wohl als Einheitskerze oder Leuchtstandard verwenden könnte, haben die Astronomen leider ohnehin große Probleme. Ihre strahlenden Objekte im Kosmos erweisen sich bei genauerer Analyse alle doch als irgendwie individuell geprägte Lichtquellen mit eigener Charakteristik. Das wird bei etwas exotischeren Objekten wie den sogenannten quasistellaren Radioquellen oder Quasaren noch deutlicher, als es schon an den "normalen" Galaxien hervortritt. Unter diesen Objekten scheint es einen ganzen Zoo von Individuen zu geben, die alle in ihrer Eigenartigkeit völlig unverstanden sind.

Während es sogenannte Radiogalaxien gibt, die mit einer optisch ausgebildeten Galaxie identifiziert werden können, jedoch den Hauptteil ihrer Energieausstrahlung im Radiowellenbereich haben, wurden in den sechziger Jahren zunehmend Objekte entdeckt, die sich in ihrer Radioemission den Radiogalaxien als verwandt erweisen, die sich jedoch nicht mit einer optischen Galaxie, sondern nur mit einem nicht auflösbaren, sternartigen Gebilde mit weniger als einer Bogensekunde Durchmesser identifizieren ließen. Diese optisch sowie radioastronomisch untersuchten Objekte wiesen eine enorme Flächenhelligkeit auf und deuteten aufgrund der erstaunlich großen Rotverschiebungswerte in ihren Emissionslinien riesige Entfernungen an.

Nach der gewöhnlichen Hubble-Relation beurteilt stehen solche Objekte in solch großen Entfernungen, daß man ihnen aufgrund ihrer scheinbaren Leuchtkräfte absolute visuelle Helligkeiten zuschreiben muß, die um den Faktor 100 und mehr über denjenigen heller Riesengalaxien lägen. Der zunächst für diese Objekte geprägte Name Quasare (für quasistellare Radioquelle) erwies sich später als verfrüht, weil sich zeigte, daß es Objekte dieser Art gibt, die optisch ganz ähnlich sind, die jedoch im Unterschied zu den zunächst entdeckten Quasaren mit starker Radiostrahlung keine solche Strahlung im Radiowellengebiet aussenden. Seitdem unterscheidet man diese Objekte etwas genauer in sogenannte "QSRs" und "QSOs", also in quasistellare Objekte "mit" und "ohne" Radiostrahlung; mitunter ist auch von radiolauten und radioleisen Quasaren die Rede.

Wenn man nun einmal versucht, solche QSO-Objekte auf die an ihnen widerscheinende Hubble-Relation hin zu untersuchen, so erlebt man Schreckliches. Trägt man für die QSOs, die in dem 1987 veröffentlichten Himmelsobjektkatalog von Hewitt und Burbidge verzeichnet sind, in einem Diagramm die scheinbare Leuchtkraft gegen die Rotverschiebung auf, so würde man aus dem dabei erscheinenden, wild streuenden Punktefeld niemals eine Bestätigung für eine Relation zwischen Entfernung und Rotverschiebung entnehmen können. Die Streuung der Datenpunkte tritt hier noch weit auffälliger in Erscheinung als bei normalen Galaxien, bei denen wenigstens doch eine gewisse Tendenz zur Unterstützung einer Hubble-Relation zu erkennen war. Auf den ersten Blick könnte man die Aussage eines solchen QSO-Diagramms glatt so interpretieren, als habe die Rotverschiebung dieser Objekte überhaupt nichts mit ihrer Entfernung zu tun!

Hierfür lassen sich wiederum zwei alternative Erklärungen beibringen. Entweder: Die Rotverschiebungen sind doch zuverlässige Abstandsindikatoren – dann gilt dies aber überhaupt nicht für die scheinbaren Helligkeiten der QSO-Objekte (sie sollten dann vielmehr eine abstandsabhängige Morphologie und Genealogie besitzen, die man nur als morphologische Entwicklung in der absoluten kosmischen Zeit verstehen könnte!). Oder: Die Rotverschiebungen der QSO-Objekte sind mit deren Abständen völlig unkorreliert und damit unkosmologisch – dann können die scheinbaren Helligkeiten dieser Objekte zuverlässige Abstandsindikatoren sein und bleiben. Ein den Astronomen böswilliger Häretiker könnte sogar als weitere Möglichkeit zu einer Erklärung die Behauptung anbringen, daß weder die scheinbaren Helligkeiten noch die Rotverschiebungen dieser Objekte irgendeine zuverlässige Indikation für deren Abstand abgeben! Das würde der Kosmologie dann überhaupt jegliche Basis entziehen. Aber man darf sich vielleicht nicht gleich diesem tiefsten Pessimismus anschließen.

Bei den normalen Galaxien haben die Astronomen, was die Bestätigung einer Hubble-Relation anbetrifft, ja schließlich doch einigen Erfolg erzielt, wenn sie nur eben nicht einfach alle Galaxien in ein solches Hubble-Diagramm einbringen, sondern jeweils nur die hellste Galaxie aus einem Galaxienhaufen. Es scheint dann, als ob sich diese hellste Galaxie eines Haufens immerhin besser als alle anderen als "kosmische Einheitskerze" benutzen läßt, und mit ihr wird die Streuung im Hubble-Diagramm dann auch deutlich geringer. Allerdings wird sie jenseits von Rotverschiebungswerten von $z = 0,2$ schließlich dennoch wieder so erheblich, daß entweder jedes beliebige kosmologische Expansionsmodell gleichermaßen oder aber gar keines darin eine Bestätigung erfährt.

Auch bei den QSO-Objekten hat sich gezeigt, daß man unter ihnen eine Auswahl von typischeren aus weniger typischen Quellen treffen kann. Es hat sich nämlich erweisen lassen, daß bei den typischeren Quellen mit enger morphologischer Verwandtschaft die spektrale Breite der Kohlenstoff-Emissionslinien (C-IV-Linien) eine gute Korrelation mit der wahren Leuchtkraft dieser Objekte aufweist. Wenn man nun mit Hilfe dieses Kriteriums QSO-Objekte mit verwandter absoluter Leuchtkraft auswählt und dann nur diese in ein Hubble-Diagramm übernimmt, so reduziert man auch hierbei die Streuung der Datenpunkte. Wenn man dann allerdings versucht, diese Datenpunkte mit Hilfe eines gängigen kosmologischen Expansionsmodelles nach Art des bekannten Friedmann-Modelles zu repräsentieren, so wird man auf ein Universum mit sehr starker gravitativer Expansionsverzögerung geführt ($q_0 \approx 3$), dessen Weltalter angesichts des Alters allein unserer Milchstraßengalaxie als viel zu kurz zu bewerten wäre. Eine kosmologische Deutung selbst dieses vom "Untypischen" bereinigten Hubble-Diagramms fiele, jedenfalls im Rahmen konservativer Expansionsmodelle des Kosmos, recht schwer oder wäre gar unmöglich.

Weitere Hinweise darauf, wodurch eigentlich alle Objekte den Standardkosmologen ihr Handwerk schwer oder gar unmöglich machen, kommen aus der Beobachtung der Winkeldurchmesser dieser Objekte als Funktion ihrer Rotverschiebung. Wenn man die Standardmodelle der kosmologischen Expansion des Universums heranzieht, so geben alle diese Modelle eine eindeutige Aussage darüber ab, wie sich der Winkeldurchmesser einer Kugel vom Radius l mit dem Abstand dieser Kugel von uns beziehungsweise mit der diesem Abstand zugeordneten Rotverschiebung z dieser Kugel verhalten sollte. Es zeigt sich, daß dieser Winkeldurchmesser eines sich selbst morphologisch gleich bleibenden, kosmischen Objektes in einem positiv gekrümmten und gravitativ geschlossenen Weltall zunächst mit der Rotverschiebung des Objektes abnehmen sollte, dann aber jenseits eines kritischen Rotverschiebungswertes aufgrund der involvierten Raumzeitgeometrie des Universums wieder zunehmen sollte, weil ja die objektbegrenzenden Lichtstrahlen sich auf einer gekrümmten Fläche zu uns hin ausbreiten.

Dabei zeigt sich, daß sich bei allen diskutablen Weltmodellen ein Minimum des zugeordneten Objektwinkels bei Rotverschiebungswerten zwischen 1 und 2 ergeben sollte. Bis zu solchen Werten lassen sich aber selbst normale Galaxien oder Radiogalaxien ohne weiteres untersuchen, und dabei konnte ein solches Minimum des Objektwinkeldurchmessers in keinem Falle gefunden werden. Im Gegenteil wird eigentlich völlig klar, daß die Objektwinkeldurchmesser ganz systematisch mit wachsender Rotverschiebung abnehmen. Das scheint alles nicht zusammenpassen zu wollen. Und es kommt ständig Neues noch dazu, das die Dinge, so wie sie bisher gedacht werden sollten, nur noch rätselhafter und vor allem suspekter macht!

Haben wir demnach nicht wirklich Grund genug zum Umdenken? Die Frage müßte doch dann sein, ob diese weite Welt denn tatsächlich überhaupt einen gemeinsamen Anfang hat, von dem alles ersichtlich geprägt ist, oder ob sie nicht vielmehr viele verschiedene Anfänge und die diesen entsprechend zugeordneten Endstadien hier und dort im Universum hat.

Wir wollen uns nun dieser faszinierenden Spekulation halber auf den revolutionären Standpunkt begeben und behaupten: Es gibt für das Universum als ganzes überhaupt keine absolute Zeit, die alle Prozesse in diesem Weltall gleichermaßen wie ein kosmischer Parameter in Szene ruft oder festlegt, und es gibt auch keine monokausale Einbahnstraße im kosmischen Geschehen! Es gibt vielmehr nur ein in sich abgeschlossenes, auf sich selbst rückgekoppeltes Wirkgeschehen, das zwar lokal und singular betrachtet wie Veränderung und Entwicklung aussieht, das jedoch, global bewertet, so angelegt erscheint, daß die sich lokal verschleißende Information in der Geschehensanlage gerade dazu dient, an anderen Stellen durch entsprechende Informationskristallisation neuen Geschehensanstoß zu liefern!

Es gibt somit den sich selbst generierenden kosmischen Geschehensfluß und den sich in seinen Teilen immer wieder repetierenden Kosmos. Wirkungen, die sich in ihrer Konstellation verschleißend, müssen durch das Geschehen, das sie bewirken, die Wiederherstellung der Wirkursachen zu erreichen verstehen!

Wenn also Kraftfelder Bewegungen der Materie des Weltalls verursachen, so muß man für dieses Geschehen eine zugrundeliegende Gesetzmäßigkeit verlangen, durch die gewährleistet wird, daß solche materiellen Bewegungen wiederum neue Kraftfelder konstellieren. Wenn diese Forderung ganzheitlich für den Kosmos gestellt ist, so muß dann auch klar sein, daß hinter diesem ganzheitlichen Geschehen niemals so etwas wie ein chaotisches Walten erscheinen kann, das ansonsten ja bei allen nichtlinearen Prozeßabläufen in dissipativen, also informationsverschleißenden physikalischen Systemen zwangsläufig ist:

Hier würde ja keine Information vernichtet, sie strömt vielmehr einfach nur von einem Platz zu anderen Plätzen im Universum, indem Wirkungen neue Wirkursachen konstellieren.

Diese Wissenschaftsapodiktik weist ganz in die Richtung dessen, was von dem Österreicher Viktor Soucek in seinem Buch *Vom Uratom zum Kosmos* von Anbeginn an als thetische Erkenntnis durchklingt: Daß nämlich in einer linearkausalen Naturbeschreibung zwar die Unbestimmbarkeit der Naturprozesse bei ihrem Verlauf in der Zeit als ein evidentestes Phänomen hervortritt, aber eben nicht als ein Phänomen der Natur selbst, sondern als ein Phänomen der sie verfehlenden heutigen Naturbeschreibung. Nicht das Chaos bestimmt nach Soucek die Naturverläufe, sondern nach wie vor eine Ordnung, die jedoch als eine dynamische Ordnung zu sehen ist, in der nicht lineare Kausalität vorherrscht, sondern eine Ganzheitsbedingtheit, wie er sich ausdrückt. In der Chaostheorie glaubt man zu dem absurd klingenden Schluß kommen zu können, daß bereits der Flügelschlag eines Schmetterlings in China als Anlaß zu einem Hurrikan im Bermudaraum dienen kann. Dies kann jedoch nur aus einer linearkausalen Fehlsicht des Naturgeschehens her fälschlich so geschlossen werden. In Wirklichkeit hat sich überall in der nahen und weiten Welt die bewirkende Konstellation geändert, und sie verändert sich in der Tat in jedem Punkt des Universums, wodurch aber auch in jedem Punkt des Universums letzten Endes neue Ursachen konstellierte werden.

Wenn das Universum nun aber gemäß dieser neuen Sicht der Dinge durch seine in sich abgeschlossene Selbstbedingtheit und durch seine voll rückgekoppelten Bewirkungen sich ganz wie ein biologisch organistisches Gebilde in seinen entstehenden und vergehenden Teilen ständig jung und vital erhalten können soll, dann sollten sich keine sich eindeutig und monoton vollziehenden Alterungsprozesse in diesem Universum erkennen lassen! Zwar dürfte es alternde Teile in diesem Universum geben, aber wegen der geforderten Erhaltung der kosmischen Gesamtinformation sollte das Universum selbst als ganzes keiner Alterung unterliegen.

Eine solche eindeutige Alterungslinie scheint sich, wie wir zuvor diskutiert hatten, ja auch tatsächlich an den einzelnen Teilgebilden des Universums nicht aufzeigen zu lassen. Hier kommt man viel eher zu dem Schluß, daß gleiche Verhältnisse von morphologisch jüngeren und älteren Galaxien oder Galaxienhaufen in allen Entfernungen des Universums – und das hieße, zu allen zurückliegenden Zeiten (!) – vorliegen. Hier findet man also eher als ein völlig neues kosmologisches Prinzip bestätigt, daß der Kosmos überall und zu allen Zeiten den gleichen Vitalitätsstatus besitzt. Einzig und allein die Quasare – so würden es die Astronomen jedenfalls gerne empfinden durchbrechen dieses Prinzip vehement: Sie nämlich stehen, nach ihren großen Rotverschiebungen zu urteilen, offensichtlich nur in sehr großen kosmischen Entfernungen von uns, tauchen also für die Bekenner der Urknallhypothese nur in kosmisch sehr frühen Zeiten auf.

Dagegenhalten läßt sich, daß dieser der Panvitalitätsthese zuwiderlaufende Befund nur dadurch entsteht, daß man die großen Rotverschiebungen als Indikatoren für große Entfernungen nimmt. Würde man dagegen zu der Einsicht übergehen, daß Objekte wie die Quasare einfach ihrer Natur und ihrer physikalischen Beschaffenheit nach große Rotverschiebungen in ihren Emissionen produzieren, so könnte man sie praktisch freimütig so im Raum verteilen, daß sie dann, zusammen mit den anderen kosmischen "Individuen", zu einem überall im Universum anzutreffenden, uniformen Artengemisch führen.

Etwas ganz Wesentliches spricht stark dafür, daß diese Sicht der Dinge gar nicht so falsch sein kann: die Elementzusammensetzung in den kosmischen Objekten! Nach der konservativen Urknalltheorie entstehen während einer kurzen Phase der kosmischen

Expansion, wenn die Materietemperaturen im Weltall sich zwischen 10 Milliarden und einer Milliarde Grad Celsius bewegen, durch nukleare Kernverschmelzung die ersten leichten chemischen Elemente im Kosmos, vom Wasserstoff bis zum Bor. Sterne oder Galaxien, die sich unmittelbar aus diesem frühen kosmischen Material bilden, sollten demnach überhaupt keine höheren Elemente und damit auch keine Emissionslinien solcher höheren Elemente aufweisen. Wenn nun Quasare wegen ihrer immensen Rotverschiebungen solch extrem frühe, ja geradezu die ersten konkreten Gebilde im Kosmos wären, so sollten sie eben deswegen keine Emissionslinien höherer Elemente zeigen! Dem widersprechen die Beobachtungen allerdings gehörig: In fast allen Quasarspektren findet man Emissionslinien des Magnesiums, des Siliziums und des Schwefels, ähnlich wie auch in Spektren von normalen Galaxien! Das kann doch eigentlich nur bedeuten, daß Quasare trotz ihrer immensen Rotverschiebungen auch nicht älter oder jünger als andere Objekte im Weltraum sind.

Wenn unsere Milchstraßengalaxie sich aus dem primordialen Urknallmaterial gebildet hätte, das keine Elemente jenseits vom Bor enthielt, so sollten die ersten Sterne, die sich in unserer Galaxie entwickelten, demnach auch keine Elemente jenseits vom Bor aufweisen. In der Tat gibt es in unserer Galaxie solche Sterne, deren "Metallgehalt" oder prozentualer Anteil an Elementen oberhalb vom Sauerstoff deutlich kleiner als derjenige unserer Sonne ist. Es gibt jedoch keine Sterne mit einem verschwindend geringen Metallgehalt. Auch hier liegt also eine gesunde, vitale Mischung vor und keine eindeutige Alterssequenz!

Sicher wissen wir, daß die höheren chemischen Elemente oberhalb vom Bor in den Sternen selbst durch nukleare Fusion erbrütet werden können und sich im galaktischen Material im Laufe der Zeiten aufgrund von stellaren Materieausstößen (wie zum Beispiel stellare Materiewinde oder Supernova-Ausbrüche) anreichern. Wenn dieser Prozeß jedoch für das galaktische Material mit der Zeit zu einer eindeutigen und monotonen Metallizitätszunahme führen würde, so sollten kosmisch junge Galaxien, die wir in großen Entfernungen von uns sehen, einen wesentlich niedrigeren Metallizitätswert aufweisen als kosmisch ältere, die wir in unserer unmittelbaren Nachbarschaft sehen. Einen solchen galaktischen Metallizitätsrückgang mit der Entfernung, also mit der Rotverschiebung, konnte man jedoch bisher niemals bestätigen. Eine gelinde Hoffnung richteten hier die Urknallastronomen auf Ergebnisse aus allerjüngster Zeit: So glauben die Röntgenastronomen neuerdings, eine Bestätigung für ein chronologisch monoton angelegtes Anwachsen der Anteile schwerer Elemente in den zu Anfang ihrer Bildung als extrem metallarm angesehenen Großstrukturen im Kosmos liefern zu können. Sie beobachten die Emission der heißen intergalaktischen Gase zwischen den Galaxien von Galaxienhaufen im Röntgenbereich bei Photonenenergien von 2 bis 20keV (Kiloelektronenvolt). Längst hat sich inzwischen erweisen lassen, daß das Gesamtvolumen eines Galaxienhaufens außerhalb der einzelnen zum Haufen gehörigen Galaxienmitglieder von einem sehr dünnen, aber sehr heißen Gas (oder wie man sagt: Plasma) mit Temperaturen von 100 Millionen Grad Celsius durchsetzt ist. Wegen dieser extrem hohen Temperaturen emittiert dieses Gas im Röntgenbereich ein thermisches Bremsstrahlungsspektrum und tritt somit als helle Röntgenleuchtquelle am Himmel in Erscheinung.

Inzwischen hat man nun bei genauerer Untersuchung der spektralen Energieverteilung in solchen Röntgenspektren entdecken können, daß dem breitbandigen Röntgenkontinuum bestimmte typische Röntgenemissionslinien überlagert sind, die auf die charakteristische Röntgenemission hochionisierter Eisenatome zurückgehen; darunter sind auch Eisenatome, denen durch die hohen thermischen Energien bei Zusammenstößen bis zu 26 ihrer 56

Hüllenelektronen entrissen worden sind. Anhand dieser Linienemissionen kann man nun nicht nur das Vorhandensein selbst von Eisenatomen im intergalaktischen Medium nachweisen, sondern auch aus der relativen Intensität dieser Linienemissionen gegenüber dem Kontinuum-Untergrund zusätzlich die relative Häufigkeit der Eisenatome in diesem Gas bestimmen.

Dabei stellt sich nun in allerneuester Zeit, seit man sowohl im Winkel als auch in der Energie extrem hochauflösende Röntgenteleskope zur Verfügung hat, heraus, daß die relative Eisenhäufigkeit im intergalaktischen Gas von Galaxienhaufen eine systematische Abnahme vom Haufenzentrum zum Haufenrand hin aufweist. Die besten Beobachtungen dieser Art sind kürzlich mit einem auf dem Spacelab 2 geflogenen Röntgenteleskop der Universität Birmingham am Haufengas des Perseus-Galaxienhaufens gemacht worden. Dabei hat sich zeigen lassen, daß die Eisenhäufigkeit, gemessen an derjenigen in der Sonnenatmosphäre, systematisch – vom Zentrum zum Rand des Perseushaufens – von Werten um 1,5 auf Werte unter 0,2 abfällt.

Diesen Befund möchten gewisse Astronomenkreise als ein klares Phänomen der systematischen Anreicherung primordialer Gasmaterie mit höheren Elementen verstehen. Diese sollte sich natürlich im Zentrum des Perseushaufens, wo die Galaxien dichter gedrängt sind, wegen der dort volumeneffizienteren Ausstoßraten an höheren Elementen durch nukleare Fusion in den galaktischen Sternpopulationen besonders intensiv vollziehen, so daß ein Metallizitätsgefälle zum Rand von großen Galaxienhaufen hin zwangsläufig scheinen will. Was aber bei einer solchen Erklärung vergessen wird, ist die Tatsache, daß es für den obigen Befund auch eine ganz andere, sehr einfache Deutung gibt, die im Gegenteil zur ersten Deutung ganz in den Rahmen der Hypothese vom "vitalen Universum" mit seiner zeitlosen Arten- und Elementenmischung unter den kosmischen Materiestrukturen hineinpaßt:

Man braucht sich bloß einmal die Mischungsverhältnisse der Gase im obersten Atmosphärenbereich unserer Erdatmosphäre anzusehen. Hier entmischen sich die schwereren von den leichteren Gasbestandteilen systematisch mit wachsender Höhe. Während bei 100 Kilometern Höhe der Stickstoff, dann bei 200 Kilometern der Sauerstoff, dann bei 1000 Kilometern das Helium vorherrscht, ist die oberste Atmosphärenhaube der Erde oberhalb von 3000 Kilometern Höhe praktisch allein vom leichtesten Gas, dem Wasserstoff, bestimmt. Die Häufigkeit der schwereren Gase nimmt also mit der Höhe nach einer elementspezifischen barometrischen Höhenformel ab. Verantwortlich für diese Entmischung des Leichteren vom Schwereren ist die relative Diffusion der Gase gegeneinander im Gravitationsfeld der Erde. Es findet einfach eine gravitative Entmischung der Gase statt!

Auch im Perseushaufen (und in jedem anderen Galaxienhaufen) gibt es ein entsprechendes, von der galaktischen Materieverteilung bestimmtes Gravitationsfeld, das zum Haufenzentrum hin anziehend wirkt und dazu führt, daß sich ein kosmisch vorgegebenes, gasförmiges Elementengemisch zum Rand des Haufens hin barometrisch entmischt und somit schwerere Bestandteile, wie zum Beispiel auch Eisenatome, nach außen hin immer seltener werden läßt. In dem Abfall der Eisenhäufigkeit vom Zentrum zum Rand des Perseushaufens braucht man deshalb garnichts anderes als die Wirkung des Gravitationsfeldes des Perseushaufens auf ein überall im Universum zu allen Zeiten gleichermaßen vertretenes vitales kosmisches Elementengemisch zu sehen. In den Gravitationsmulden des Universums findet man eben zwangsläufig bei einer Boltzmannschen Gleichgewichtsdurchmischung prozentual höhere Anteile an schweren Elementen.

Alles scheint letzten Endes recht gut in das Bild eines in sich abgeschlossen und multikausal agierenden Universums passen zu wollen, das auf immer gleichem, globalem Vitalitätsniveau verweilt, wenn auch durchaus lokal unterschiedliche Vitalitätsstadien anzutreffen sein mögen. So, wie es ersichtlich lokal bestimmte Alterungsprozesse im Weltall gibt, so mag es aber auch, anders angelegt und an anderen Orten und Zeiten ablaufend, erneuernde und verjüngende Prozeßverläufe geben, die global und weiträumig betrachtet – ein Vitalitätsgleichgewicht im Kosmos unterhalten.

Gewiß, es kann keinen Zweifel daran geben, daß unsere Sonne und unsere Erde eindeutig zum Altern bestimmte kosmische Körper darstellen. Ihre Lebenswege scheinen eindeutig vorgegeben zu sein, und diese bestimmen diese Körper für eine "nekrotische", also dem Tod geweihte Endform vor. So wird die Sonne in etwa fünf Milliarden Jahren (von heute an gerechnet) zu einem Roten Riesen werden, sich aufblähen und dabei immens viel Materie und Strahlung in den nahen Weltraum emittieren, um schließlich als Weißer Zwerg zu verenden und zu verlöschen.

Was dann aber aus dem verloschenen Zwerg und aus der Gesamtenergie wird, die dieser vor Eintritt in seine letzte Daseinsform in das weitere Universum abgeschickt hat, das läßt sich nicht bis zum letzten absehen.

Sehen wir uns hier vielleicht noch ein wenig tiefer die Apotheose unserer kosmischen Geschichte an: Nach allgemeiner Vorhersage der Urknallkosmologen sollten in einem ewig expandierenden Universum alle im Kosmos ablaufenden, fusionsbetriebenen Materieumwandlungen schließlich beim stabilen Element Eisen enden. Das Eisenatom repräsentiert nämlich die stabilste Packung von Kernbausteinen, die das Periodensystem der Elemente vorzuweisen hat. Alle anderen Atomkerne von Elementen unterhalb und oberhalb des Eisens sind vergleichsweise weniger stabil gebunden, was bedeutet, daß mit ihnen noch freie Nuklearenergie zu gewinnen ist, wenn man sie in Eisenatome verwandelt. Ist aber erst einmal Eisen da, so kann es in einem auskaltenden Universum nicht mehr weiter umgewandelt werden. Werden demnach nichts als Eisenkugeln durch das spätere, erkaltete Universum umhertreiben? Werden wir zu einem Kosmos aus Eisen veröden?

Im Rahmen der Urknallkosmologie ist auch ein dazu alternatives Szenario denkbar, nämlich für den Fall, daß die Allexpansion nicht ewig anhält, sondern irgendwann in ferner Zukunft in eine Kollapsbewegung umschlägt. Wie begännen wir wohl einen solchen Umstand wahrzunehmen? Würden die Galaxienspektren uns dann Dopplersche Blauverschiebungen statt der heutigen Rotverschiebungen darbieten? Was würde die kosmische Hintergrundstrahlung tun? Würde sie wieder heißer? Auf jeden Fall müßte die Devise heißen: Warten wir es ab! Denn es dauert gewiß noch sehr lange, bevor sich in unserer Zeit die Zeichen eines solchen Kollapses unübersehbar einstellen würden. Selbst dann, wenn sich das Universum bereits zum jetzigen Zeitpunkt entschließen würde, von einer Expansion in einen Kollaps umzuschlagen, so würden Jahrtausende vergehen, bis wir dies in geänderten kosmischen Umständen widergespiegelt sähen.

Das hängt mit folgendem zusammen: An der Rotverschiebung der Photonen, die von einer fernen Galaxie kommen, erkennen wir nach der gängigen kosmologischen Theorie die Größe des Universums zum Zeitpunkt der Emission dieser Photonen im Vergleich zu seiner heutigen Größe. War das Universum zum Emissionszeitpunkt kleiner als heute, so führt dies zu einer entsprechenden Rotverschiebung. In der Kollapsphase wird es jedoch dereinst einmal den Fall geben, daß das Universum zum Zeitpunkt der Emission eines fernen Galaxienlichtes größer war als im Moment der Ankunft dieser Photonen bei uns. Dies würde

uns dann durch eine Blauverschiebung solcher Photonen signalisiert werden. Selbst die uns nahen Galaxien sind aber von uns schon einige Millionen Lichtjahre entfernt. Das heißt also, daß das Licht von solchen Galaxien uns immer einen kosmischen Zustand von vor etlichen Millionen Jahren anzeigt. Erst wenn demgemäß der Kollaps des Universums schon seit mehr als 10 Millionen Jahren im Gang wäre, würden diese Galaxien anfangen, uns mit blauverschobenen Spektren zu erscheinen, während die noch viel fernerer Galaxien nach wie vor rotverschobene Spektren aufweisen würden.

Anders müßte sich dies bei der Spektralverteilung der Hintergrundstrahlung bemerkbar machen. Hier handelt es sich ja nach allgemeiner Vorstellung um ein freies Photonenfeld im einheitlichen kosmischen Raum. Wenn letzterer kleiner wird, so erhöht sich simultan damit die Dichte der Hintergrundphotonen. Die Wellenlänge dieser freien kosmischen Photonen im Moment des Eintreffens bei uns hat jedoch direkt mit der Größe des Universums zur Zeit der Emission dieser Photonen, also dem Moment des sich elektrisch neutralisierenden Universums, im Vergleich mit der Größe zum jeweiligen Zeitpunkt des Empfanges dieser Photonen zu tun. Sobald also das Universum bereits angesetzt hat, sich wieder zu verkleinern, sollten wir dies unmittelbar an einer Temperaturerhöhung, also an einer "Entrötung", der Hintergrundstrahlung erkennen können. Von diesem Zeitpunkt an sollte die Temperatur der Hintergrundstrahlung also wieder systematisch von 3 Kelvin auf höhere Werte klettern. Die Hintergrundstrahlung als kosmisches Thermometer sollte uns also stets die aktuelle Größe der Welt anzeigen.

Warten, wir also einfach ab, bis eines von diesen apokalyptischen Zeichen im Kosmos aufscheint, und beurteilen dann, ob die Urknallkosmologie richtig gedacht ist. Leider können wir nun aber nicht so lange warten, bis entweder alles in der Welt zu Eisen geworden ist oder bis die ersten Galaxien in unserer kosmischen Nachbarschaft uns mit blauverschobenen Spektren erscheinen. Wir können aber spekulieren und versuchen, das logisch Befriedigendste zu ersinnen:

Es mag ja doch vielleicht auch sein, daß auf dem kosmischen Wege der "Eisenapokalypse" bei späteren Zusammenstößen zwischen den vielen nuklear ausgebrannten Schwerefeldruinen, wie etwa der Sonne als "schwarzem Zwerg", die beteiligte Materie, zumindest zum Teil, neu auf einen weiten, gravitationsarmen Bereich des Weltraums umverteilt wird, so daß sie wieder als freies Gas für neue Sternbildungen zur Verfügung steht. Auch mag sein, daß es in diesem freien kosmischen Gas eine Tendenz zur "Primordialisierung" gibt, die dafür sorgt, daß das kosmische Gas nuklear neu vitalisiert, also von höheren Elementen durch Spaltungs- und Stripping-Prozesse in Verbindung mit hochenergetischen kosmischen Geschößteilchen gereinigt wird, sozusagen' eine kosmische Frischzellenkur im Rahmen eines Recycling-Prozesses auf kosmischer Skala durchmacht. Das könnte, kosmisch global gesehen, letztlich in einem "circulus vitiosus" angelegt sein, nur müßte man sich um die genaue Bilanzierung von Alterungs- und Verjüngungsprozessen im Kosmos erst einmal noch sehr viel mehr Gedanken machen, bevor diese Möglichkeit abschließend beurteilt werden kann.

Von einem urknall-generierten Universum demnach, zumindest versuchsweise einmal, ganz abzugehen, könnte also unter solchen Auspizien durchaus angeraten sein.

Wenn doch schon die Rotverschiebungen der verschiedenen Himmelsobjekte zumindest zu gewissen Teilen keine Fluchtbewegungen markieren, wenn darüber hinaus die Fluchtbewegungen an gleichen Orten im Universum ganz verschieden sind und sich schließlich überhaupt kein mit dem allgemein unterstellten Hubblefluß synchron

expandierendes kosmisches Substrat finden läßt, warum dann nicht einfach konsequent werden und den Urknall als einen ausgemachten Spuk ansehen?

So weit könnte das ein guter Ratschlag sein, den man gern in einem erneuerten Denken befolgen würde, wenn da nicht das Phänomen der kosmischen Hintergrundstrahlung wäre! Was fangen wir mit ihr in einem ewig vitalen, metabolistisch angelegten, also sich selbst in seinen Strukturgebilden regenerierenden Universum an? Ist sie doch nun einmal anerkanntermaßen das Echo des Urknalls! Zumindest wie es bisher immer gesehen wurde. Aber daran läßt sich vielleicht etwas ändern! Wie könnte man denn ,alternativ diese Strahlung in einem vitalen Universum verstehen? Immerhin erfreulich in diesem Zusammenhang, und zugleich den allerwenigsten bekannt, ist die Tatsache, daß diese kosmische Hintergrundstrahlung samt all ihren Eigenschaften auch ganz anders verstanden werden kann, als es gewöhnlich geschieht.

Eine der reizvollsten Alternativerklärungen stammt von dem Astrophysiker Martin J. Rees vom Astronomischen Institut der Universität Cambridge in England. Er stellt zunächst einmal heraus, daß es im Rahmen der Urknallkosmogenese völlig zufällig bleiben muß, warum die Anzahl der Photonen in der kosmischen Hintergrundstrahlung im Vergleich zur Anzahl der im Kosmos vorhandenen Baryonen (Wasserstoffatomkerne), wenn beide aus der Urknallkosmogenese herrühren, so immens groß ist. Das Zahlenverhältnis zwischen beiden beläuft sich nämlich, bei herkömmlicher Erklärung der Gegebenheiten, auf etwa eine Milliarde!

Die Urknalltheoretiker, die sich inzwischen eng mit den Elementarteilchenphysikern verbündet haben, verstehen dies als Anzeichen eines ganz schwachen Symmetriebruches bei der Erzeugung von Materie aus Energie im Rahmen von Paarerzeugungsprozessen. Normalerweise gilt unter Laborphysikern streng der Satz von der Baryonenzahlerhaltung, der kurz besagt, daß bei allen Prozeßabläufen zwischen Teilchen und Feldquanten die Zahl der involvierten Baryonen (Atomkerne) vor und nach der Reaktion stets die gleiche ist. Dabei zählen Teilchen positiv und ihre Antiteilchen negativ. Man kann damit aus elektromagnetischen Feldquanten, also sozusagen aus Energie, Teilchen in einer entsprechenden Reaktion entstehen lassen, jedoch nur, wenn man dabei gleich viel Teilchen und Antiteilchen erzeugt.

Prozeßabläufe, bei denen dieser Baryonenzahlerhaltungssatz verletzt würde, wurden unter Physikern bisher stets als in der Natur unmöglich angesehen. Wenn dies immer überall und zu allen Zeiten des Kosmos in dieser Weise streng gültig gewesen ist, so kann der Urknall abgelaufen sein, wie er auch immer will – wenn er dabei aus Energie materielle Teilchen in entsprechender Zahl hervorgehen ließ, dann können dabei nur gleichzählig viele Teilchen und Antiteilchen entstanden sein. Solange der Kosmos sich bei höchsten Energien aufhielt, konnten alle diese Teilchen und Antiteilchen immer wieder aus Energie nacherzeugt werden. Wenn aber der Urknall den Kosmos durch Expansion in die Abkühlung hineintreibt, so kommt es schließlich bei Unterschreiten bestimmter Temperaturen zu irreversiblen Vernichtungsprozessen, bei denen sich paarig vorhandene Teilchen und Antiteilchen völlig in Strahlung umsetzen. Wären in dieser Phase also noch alle materiellen Teilchen gleichzählig mit ihren Antiteilchen vorhanden, so würde es zu 'einer einzigartigen Vernichtungsorgie im Kosmos kommen, bei der sich sämtliche ruhemassehafte Materie in Strahlung umsetzen würde, so daß wir heute überhaupt nur noch die kosmische Hintergrundstrahlung im Universum antreffen sollten.

Da dies nun ganz offensichtlich nicht der Wahrheit entspricht, kommt man notgedrungen auf die Idee, daß es eine geringe Symmetrieverletzung bei der Teilchenerzeugung geben oder jedenfalls früher gegeben haben muß, die dafür sorgt, daß bei einer Milliarde Teilchenerzeugungsprozessen gerade ein einziges Mal ein erzeugtes Teilchen unpaarig bleibt. Das hilft dann zu erklären, daß sich später im Kosmos etwa eine Milliarde Teilchen mit ihren Antiteilchen zu Hintergrundphotonen vernichten können, während nur das eine unpaarige Teilchen überbleibt. Das Zahlenverhältnis zwischen Hintergrundphotonen und Atomkernen im Kosmos wäre damit immerhin logisch als möglich erwiesen und durch Gesetzesänderung vor unserem Verstand gesetzesstimmig gemacht. Aber wäre es damit schon im guten Sinne des Wortes erklärt? Martin Rees und viele andere mit ihm, der Autor eingeschlossen, meinen: Nein!

Für ihn läßt sich dieses Zahlenverhältnis viel besser verstehen, wenn es nicht als Abbild eines geeignet erfundenen Symmetriebruches angesehen wird, sondern vielmehr als ein Abbild für den lokal und global gegebenen Ordnungszustand der Materieverteilung in unserem Teil des Universums. Wenn gasförmige Materie sich im Universum unter der Wirkung der eigenen Gravitation auf kleinere Räume zusammenballt, so wird dabei Gravitationsenergie frei, die sich bei Energieerhaltung in elektromagnetische Strahlungsenergie umsetzt. Diese dient entweder der Erwärmung der verdichteten Materie (adiabatische Verdichtung) oder entweicht dem sich verdichtenden Gas in die benachbarten Raumgebiete hinein (isotherme Verdichtung). Bei dem letztgenannten Verdichtungsprozeß entsteht genau in dem Maße, wie Gravitationsenergie gewonnen wird, Strahlungsenergie für den Weltraum, die sich dort in Form von freien kosmischen Hintergrundphotonen verteilt. Es wird dann leicht ersichtlich, daß der Strukturierungsgrad der kosmischen Materieverteilung sich letztlich in der Intensität und Spektralverteilung der kosmischen Hintergrundstrahlung widerspiegeln muß, daß letztere also nichts anderes ist als ein geeigneter Entropieindikator für die kosmische Materieverteilung, an der man den Ordnungszustand der kosmischen Ruhemassen ablesen kann. Die Temperatur der Hintergrundstrahlung wäre demnach also kein Maß für die jeweilige Größe der Welt, sondern für deren Ordnungsgrad!

Wenn die Materie im weiten Weltraum eine gewisse statistisch gesehen gleichbleibende Form von Klumpigkeit repräsentiert, die in Gestalt einer mittleren Materiedichte im Weltall als Funktion der Raumskala anzugeben wäre, so läßt sich klar ausrechnen, wieviel Gravitationsenergie im ganzen dabei freigemacht worden sein muß, um aus einem homogenen Materieuniversum ein strukturiertes mit dem gegebenen Grad an Klumpigkeit hervorgehen zu lassen. Von einem solchen Universum ausgehend können wir dann ohne weiteres ausrechnen, welche Energiemenge, sozusagen als äquivalente Erstattung gewonnener Gravitationsenergie, von einer solchen, im Weltall verklumpten, ruhemassebehafteten Materieformation in Form von elektromagnetischen Photonen ausgegangen sein muß, als diese sich im Kosmos herausbildete. Die spannende Frage ist dann, ob wir nicht genau die Menge an Photonen als heutige kosmische Hintergrundphotonen sehen, die gerade in diesem bilanzmäßigen Sinne den Strukturierungsgrad unserer Welt in einem entsprechenden Entropiegewinn widerspiegelt. Diese Frage läßt sich mit sehr viel Aufwand sehr genau und quantitativ, aber dabei vielleicht auf zuviel zusätzlichen Annahmen aufgebaut, beantworten. Sie läßt sich aber auch mit ganz einfachen Mitteln, zumindest für Abschätzungszwecke, genügend gut beantworten.

Dazu sollte man sich zunächst noch einmal darüber klarwerden, woran man die Gesamtmenge ruhemassehafter, baryonischer Materie im Kosmos ermessen kann. Diese

Menge geht im wesentlichen doch aus einer Einschätzung der mittleren Leuchtdichte im Universum hervor, welche die mittlere Zahl leuchtender Sonnen pro kosmischem Einheitsvolumen angibt. Da wir jedoch wissen, wieviel Materie in einer Standardsonne, wie etwa der unseren, vereinigt ist ($2 \cdot 10^{31}$ kg!), können wir daraus die mittlere Materiedichte im heutigen Universum ableiten und kommen dabei auf den, schon früher angegebenen Wert von etwa $0,5 \cdot 10^{-30}$ g/cm³! Wir können nun davon ausgehen, daß ein jeder dieser irgendwo im Weltall leuchtenden Sterne sich aus frei im Kosmos verteilter, gasförmiger Materie durch gravitative Verklumpung gebildet hat und dabei im Ersatz für gewonnene Gravitationsenergie während der hydrostatischen Phase seiner Kelvin-Helmholtz-Kontraktion Energie in entsprechender Menge als Photonen abgegeben hat (die Kelvin-Helmholtz-Kontraktion bezeichnet eine Phase, in der die bei der Schrumpfung gewonnene Gravitationsenergie im gleichen Maße, wie sie entsteht, als Photonenenergie von der Oberfläche des kollabierenden protostellaren Gebildes in den ferneren Weltraum abgestrahlt wird).

Man kann dann leicht ausrechnen, daß ein jeder dieser Sterne bei Kontraktion auf seinen typischen Sternradius, bei dem er dann anschließend den wesentlichen Teil seines Lebens verbringt, etwa ein Millionstel seiner Eigenmasse durch Bildung von Bindungsenergie, sozusagen als Massendefekt, verliert und in Photonen umwandelt. Diese Photonen gehen entsprechend einem Emissionsspektrum von 3000 K (strahlende Oberfläche des kollabierenden Kelvin-Helmholtz-Sterns!) zumeist als Photonen einer Energie von rund 0,3 eV in den weiteren Weltraum verloren. Daraus läßt sich eine Bilanz errechnen, die angibt, wieviel Photonen aus diesem Prozeß auf ein Baryon (einen Atomkern) kommen sollten: etwa 104 (zehntausend). Diese Verhältniszahl liegt allerdings deutlich unter der erwarteten Zahl für die kosmische Häufigkeit von Photonen pro Baryon, die etwa 109 (eine Milliarde) beträgt. Wenn man jedoch bedenkt, daß jeder leuchtende Stern auch, und besonders in der Phase stagnierender Kontraktion, über nukleare Fusion ruhemassehafte Energie in Photonen verwandelt und es dabei einen Energiekonversionsfaktor von etwa 0,02 zu beachten gibt (er besagt, daß ein Stern im Laufe seines Lebens etwa 2 Prozent seiner Eigenmasse in Strahlung verwandelt), so wird man leicht zu einem daraus hervorgehenden Photonen-zu-Baryonen Verhältnis von $2 \cdot 10^8$ geführt, einem Wert also, der "praktisch" schon dem kosmisch erwarteten Wert, bei der Unsicherheit, die ihm anhaftet, voll entspricht!

Es scheint demnach so, als benötige man den Urknall und die daran gekoppelte Rekombination von Materie und Antimaterie überhaupt nicht zum Verständnis der Hintergrundstrahlung im Universum. Zwar müßten die Details der Hintergrundstrahlung, wie ihre Isotropie, ihr Planckscher Spektralcharakter und ihre Temperatur, noch einer genaueren quantitativen Erklärung zugeführt werden, aber dies erscheint immerhin durchaus im Rahmen des Machbaren, wenn wir uns statt in einem Urknalluniversum in einem dynamisch-organistischen Universum mit seinen als dauerhaft gedachten Bewegungs- und Strukturumsetzungen wähen dürfen. Es ist also ganz und gar nicht so, als könnten wir ohne Urknall die kosmische Hintergrundstrahlung nicht verstehen.

Es gilt vielmehr in der kommenden Zeit, genau das jetzt in eine angemessene physikalische Naturerklärung umzusetzen, was Victor Soucek in seinem Buch *Ungleichheit vom Uratom zum Kosmos* als Grundprinzip des realen Universums, bewiesen an endlosen Beispielen aus allen Bereichen der Natur, hervorgehoben hat: nämlich das Prinzip der konstanten Vielfalt des Realen oder – wie ich es lieber nennen möchte – das Prinzip der Erhaltung der Information in der Gesamtnatur des Universums.

Das Konzept des einander Gleichen muß nach seiner Ansicht aus der Naturbeschreibung eliminiert werden, weil es etwas Derartiges einfach nicht gibt. Selbst ein Elektron ist dem anderen nicht gleich, und es so zu beschreiben, als sei dies dennoch der Fall, heißt von etwas reden, was nicht zur Natur gehört. Es kann in der Natur überhaupt nichts Gleiches jemals entstehen, weil sich jeweils die Entstehungsbedingungen für das Werden durch Ort und Zeit und darin sich ändernde Weltbewirkungskonstellationen ständig ändern. Damit erklären sich sofort die maßlose Formenvielfalt und geradezu zwangsläufig der Ursprung des erstaunlichen morphologischen Reichtums in dieser Welt. Die Ungleichheit tritt mithin als das eigentliche Wesen der Schöpfung in Erscheinung. Allbewegtheit in sich wandelnden, aber einander niemals gleichen Strukturen macht das Leben und den dynamisch vitalistischen Charakter unseres Universums aus. Wir haben eben kein zentralistisch, monistisch angelegtes Universum.

Dieses Ungleichheitsprinzip, gedacht als das Wesensprinzip der Schöpfung, verbietet demnach eindeutig, einen Urknall in Form einer homogenen Initialversammlung nicht dynamisierter Energie als Ausgangspunkt des Daseins der Welt anzunehmen, einen Gleichheiten stiftenden Urknall also, von dem ausgehend sich ein gleichförmiger Geschehensstrang durch alle Zeiten und alle Orte des Kosmos hindurchzieht.

"Irren sich demnach die heutigen Wissenschaften total in der Beschreibung des Kleinen und des Großen im Kosmos?", so könnte man sich zu fragen beginnen. "Ja" muß man nach Soucek dann darauf antworten! Sie müssen sich einfach irren, und immer wieder irren, denn sie schauen das an sich Unvergleichbare in der Realität der Welt auf das darin steckende Vergleichbare hin an, sie suchen doch stets nur das Kommensurable unter den Naturerscheinungen auf und erklären dies sodann zum Wesentlichen, obwohl es so etwas im Weltganzen gar nicht gibt, denn in der Realität ist nichts dem anderen gleich. Lediglich unser Verstand erküht sich, dem vielen Ungleichen in der Naturrealität das Konzept des Kommensurablen überzustülpen und damit der Dinglichkeit der Welt Gewalt anzutun. Das zumindest muß man argwöhnen, wenn man Victor Soucek in der groß angelegten Beweisführung folgen will, die er in seinem Buche präsentiert: Kein Gebilde in unserem weiten Universum gleicht jemals irgendeinem anderen. Alle Realität ist geprägt von absoluter Ungleichheit und Inkommensurabilität, alles Werden ist nur immer wieder ein Anderswerden, also eine fortwährende Umformung von immer schon Vorhandenem. Die Welt als ganzes evolutioniert nicht, sie ist vielmehr nur die Bühne der Erscheinungsformen der einen in sich geschlossenen Ganzheit der Naturrealität.

Der Autor Soucek will gewißlich mit diesen Ansichten der alten heraklitischen Weisheit neue Geltung verschaffen, daß nämlich alles im Fluß ist, daß nicht das Sein ist, sondern nur das Werden! (Heraklitos von Ephesos, 540-480 v. Chr.) Auch was die Idee des strengen Zusammenhängens der Einzelgeschehnisse mit dem universalen Ganzen anbelangt, so scheinen die Lehren des Parmenides, wonach jedes Reale mit allem anderen Realen zusammenhängt, den Autor beeindruckt zu haben. Vielleicht sogar buddhistisches Denken läßt sich im Denken des Autors nachweisen, wenn er die naturwissenschaftliche Konzeptbildung als einen die Realität immer wieder verfehlenden Mayaismus bloßstellt, als eine Bemühung nämlich, die Realitätsobjekte in Bilder des Verstandes zu pressen. Dennoch scheint Soucek in seinem Denkansatz über alles Bisherige hinauszugehen, indem er den totalen panvitalistischen Zusammenhang im Realitätsganzen viel konsequenter und letztlich sogar mechanistischer als andere jemals vor ihm ausdenkt.

"Das Universum ist an jeder Teilbewegung mit einer absoluten Konstellationsveränderung beteiligt!" Kein Elektron kann seine Lage verändern, ohne daß sich dadurch sofort die

gesamte Weltlage ändert. Umgekehrt läßt sich der Einfluß der Konstelliertheit des ganzen Universums bei der Beschreibung jedes Teilgeschehens nicht außer acht lassen. Alles ist durch alles bedingt, es gibt nur wechselseitige Kausationen. Die Gesamtkonstellation bedingt in einem allerdings unausgesprochen bleibenden "Wie" nach Soucek die Bewegung des einzelnen und wird wiederum durch den Vollzug aller Einzelbewegungen selbst geändert. Dadurch ist ausgeschlossen, daß jemals etwas Gleiches hervorgebracht wird im Universum, denn wenn das erste seiner Art hervorgebracht ist, ist die Weltkonstellation schon eine andere, so daß kein zweites dieser Art entstehen kann.

All diese immer wieder in dem vorliegenden Buch skandierten Weisheiten haben zweifellos etwas Beschwörerisches an sich, und es fällt schwer, sich ihrem Bann zu entziehen, jedoch müßte die daneben wie verfehltes Tun wirkende, gewollt wissenschaftliche Nüchternheit auch irgendwo zu ihrem Rechte kommen können, wenn wir nicht in ein wissenschaftsloses Zeitalter mit rein taoistischem Weltverständnis (siehe Kapras Buch *Das Tao der Physik*) eintreten wollen. Dazu zeigt sich so leicht kein gangbarer Weg auf, denn die absolute Ungleichheit in der Natur nimmt dem Wissenschaftler im Prinzip die Chance, von etwas Generellem statt von nur einer in seiner Form kontingenten Einzelheit zu sprechen. Das Prinzip der konstanten Formenvielfalt mag zutreffen und heuristisch erleuchtend sein. Man mag sicherlich auch zugeben wollen, daß es nicht zwei exakt gleiche Schneekristalle, Schmetterlinge, Fingerabdrücke, Planeten oder Sterne gibt.

Das Interessantere aber ist doch für die Wissenschaft, daß unser weltaspektierender Verstand sich vor der unendlichen Formenvielfalt nicht geschlagen geben will, sondern sich Ordnungen unter dieser Vielfalt durch Verwesentlichungen auf das Eigentliche und durch Abstraktionen von den gegebenen "differentiae specificaе" schaffen will. Unser wissenschaftlicher Verstand will das Verschiedene auf seine Gemeinsamkeiten hin ansehen. Das ist ein Ziel und Bemühen!

Sicher wird Soucek recht haben, daß kein Stern exakt gleich viel Masse und die gleiche chemische Zusammensetzung hat wie irgendein anderer Stern. Viel wichtiger aber ist die astrophysikalische Erkenntnis, daß trotz der Ungleichheit in all den Eigenschaften wie Masse, Drehimpuls und Chemie alle diese Objekte sich im Rahmen einer einzigen Theorie behandeln lassen und sich dabei sogar etwas Allgemeingültiges über das Verhalten all dieser Objekte aussagen läßt. Trotz der Aussage der Daktyloskopie, daß kein Fingerabdruck eines Menschen jemals gleich dem eines anderen Menschen sein wird, lohnt es sich, vom Genus "Mensch" zu reden. Auch das Pauliprinzip, das keine Elektronen in gleichen Zuständen zuläßt, stempelt es deswegen nicht etwa zur Sinnlosigkeit ab, wenn Wissenschaftler von "den Elektronen" gemeinhin theoretisieren wollen.

Die spannende und sicherlich immer wieder Genialität erfordernde Mühe der Wissenschaft um ein Verständnis der Natur geht eben darauf hin, die Dinge der Welt unter geeigneten Ordnungen zu vergemeinsamen. Unter Anwendung welcher Konzepte lassen sich angemessene Ordnungen unter die Vielfalt der realen Dinglichkeit bringen? In ihrer Kontemplation schaffen sich die Wissenschaften ihre Objekte an dem Vielfältigen der Realität durch ideelle Abstraktion vom "Unwesentlichen". Das ist gerade die Kunst des wissenschaftlichen Weltverstehens: nämlich unter dem in wechselseitiger Kausation Befindlichen das einander sich enger Bedingende als ein abgeschlossenes System zu betrachten und dabei von dem weniger Einfluß Nehmenden in der Gesamtrealität auszugrenzen.

Für die Zukunft des Weltverstehens gilt es nunmehr herauszufinden, wie man unter Wahrung der wissenschaftlichen Erkenntnisattitüde ein dynamisch-vitalistisches, Urknall-loses, sich statt dessen in seiner Vielfalt ewig unterhaltendes und reproduzierendes Universum verstehen und physikalisch beschreiben will. Eine dafür zu erfüllende Forderung wird sicherlich die folgende sein: Die Gesetze, die die Vorgänge dieser Welt bestimmen, müssen skaleninvariant formuliert sein, so daß man die Geschehensabläufe auf der Basis von Ähnlichkeiten skalieren kann. Wenn nur für jeden Ausschnitt aus der Naturrealität des Kosmos die geeignete Längenskala, das geeignete Zeitmaß und das geeignete Kraftmaß benutzt wird, so sollte die Welt auf allen Hierarchiestufen sich selbst ähnlich werden. Das Universum kann dann als eine fraktale Struktur erkannt und begriffen werden. Es bedarf keines Anfanges und keines Endes, es bewegt sich vielmehr ständig, ohne sich als Ganzes zu entwickeln und ohne kosmische Information im Ganzen zu verschleifen. Die Gesetze der Gravitation müssen dazu so angelegt sein, daß die Bewegungen der vielen gravitierenden Körper im All undissipativ und nicht-relaxierend verlaufen, so daß wir mit diesem Kosmos nicht einem Entropiemaximum und auch nicht dem absoluten Strukturchaos zutreiben, sondern daß sein pankosmischer Vitalitätsstatus ewig erhalten bleibt.

Register

Abplattungsproblem 187 ff
 Äquivalenz von träger und schwerer Masse 210
 Äther 195
 Alpher, Ralph 109
 Antipodendistanz 20
 Arp, Halton C. 294 f
 Baade, Walter 36, 63
 Baryonenzahlerhaltung 314
 Blauverschiebung 91
 braune Zwerge 228
 Casimir-Effekt 266
 COBE - Cosmic Background Explorer, 94, 159
 De Vaucouleurs, Gerard 76, 250
 Defizit von leuchtender Materie 238f
 Dichtefluktuaton, zeitliche Entwicklung 153
 Dicke, Robert 102
 Dirac, Paul 53, 273
 Doppler, Christian 91
 Dopplereffekt 81, 91
 Dressler, Alan 94
 dunkle Materie 143, 225
 und Strukturbildung 151
 Eddingtonsche Massengrenze 47
 Eisen als Endzustand der Kernfusion 309
 Eisenapokalypse 312
 Eisenhäufigkeit im intergalaktischen Gas 306
 Elemententstehung in Sternen 285
 Elementhäufigkeit 132
 Emissionslinien in Quasarspektren 304
 Energiedichte des Vakuums 22, 253, 267
 und kosmologische Konstante 268
 Energiefluktuation im Vakuum 12
 Entropie 26
 Entropiezuwachs 103
 Expansion, anisotrope 119
 Expansion, inflationäre 21, 155
 Expansion, isotrope 35
 Farbladung 44
 Foucaultsches Pendel 187
 Friedman, Alexandrej 162
 galaktischer Halo 226
 Galaxien als Gravitationsatome 45
 Galaxienklassifizierung 290
 Gamow, George 101
 Geller, Margaret 71, 137
 Giovanelli, Riccardo 289
 Gleichgewicht, thermodynamisches 113
 Gleichgewichtshorizont 109
 Gravitation 208, 221
 Gravitationskonstante, abnehmende 54
 Gravitationslinseneffekt und Hintergrundstrahlung 126
 Gravitationsoptik 126
 große Mauer 71
 Guth, Alan 21
 Hawking, Stephen 12, 23
 Haynes, Martha 289

Helium-Lyman-Alpha-Photonen 116
 Heliumhäufigkeit, primordiale 173
 Herman, Robert 101
 Hierarchiebildung 65
 Hintergrundstrahlung, kosmische 69, 87
 als kosmisches Thermometer 310
 als Maß für Ordnungsgrad der Welt 316
 Strukturen 159 ff
 Hoell, Josef 156
 Homogenität 35, 66
 horro vacui 253
 Hoyle, Fred 55, 102
 Hubble-Gesetz 18
 Hubble-Konstante 80
 Hubblefluß 74
 Hubblerektion, galaxienabhängige 292
 Huchra, John 71, 137
 Hydra-Centaurus-Superhaufen 73, 94, 138, 250
 inter-cluster voids 75
 Isotropie der Expansion 77
 Jeans, James H. 147
 Jeanssche Grenzmasse 147
 Jordan, Pascal 53
 Kelvin-Helmholtz-Kontraktion 318
 Kollapsphase des Universums 310
 Koordinatensysteme, Äquivalenz der 184
 Kopernikus, Nikolaus 35
 kosmische Einheitskerzen 296, 298
 kosmische Strukturbildung 288
 kosmischer Attraktor 73, 138, 250
 kosmologische Konstante 84, 155, 252
 Einführung 255
 kosmologische Prinzip, neues 303
 Kosmos als fraktale Struktur 34, 324
 Kusanus, Nikolaus 36
 Ladung, elektrische 44
 Leerräume 137
 Lemaitre, Georges 21, 84
 Lichtgeodäten 196
 Linde, Andrej 12, 20
 Mach, Ernst, 55, 188
 Masse-Leuchtkraft-Verhältnis galaktisches 225, 286
 kosmisches 240
 von Galaxienhaufen 239
 Meteoritenalter 271
 Milgromsches Bewegungsgesetz 232
 Narlikar, Jayant 55
 Neutrinoexperimente 149
 Neutrinoruhemasse 144
 Neutronen-zu-Protonen-Verhältnis 171
 Nullpunktsfluktuationen eines Quantenfeldes 264
 Objektwinkeldurchmesser und Weltmodelle 300
 Olbers, Heinrich Wilhelm 67
 Olberssches Paradoxon 67
 Panvitalitätsthese 303
 Pauk, Wolfgang 144
 Penzias, Arno 87
 Periheldrehung des Merkur 219

Periodensystem der Elemente 50
 Photonen-zu-Baryonen-Verhältnis 318
 Poissonsche Differentialgleichung 245
 Positroniumatom 41
 Priester, Wolfgang 156, 272
 Protogalaxie 289
 Ptolemäus 35
 Pythagoras 35
 Quantenfluktuation 23
 Quarks 44
 Quasare 297
 Raumzeit 20
 Rees, Martin 313
 Rekombination der Materie 114
 Rekombinationsära 118
 Rekombinationsphotonen 116
 Relativitätsprinzip, absolutes 65
 Röntgenstrahlung, diffuse 129
 Rotverschiebung 91
 kosmologische 70, 82
 Ruhemasse des Universums 24
 Scheinkräfte 197
 Shapley, Harlow 36, 63
 Smoot, George 159
 Stabilitätsgrenze bei Sternen 46
 starke Farbwechselwirkung 51
 starke Wechselwirkungskraft 44
 Strukturbildung 39, 124, 136 ff e
 ntfernungskorrelierte Alterungsgeschichte 290
 Strukturbildungsrate 156
 Styroporuniversum 216
 Sunyaev-Zeldo'vich-Effekt 129 f
 Tammann, Andreas 250
 Testlaboratorien für Gravitationstheorien 218
 Thirring's Hohlkugelschale 201
 Tully-Fisher-Relation 230, 294
 Urknall 9 f
 Vakuum, Begriffswandlung 260f
 Vielweltentheorie 12
 Vitalitätsgleichgewicht, kosmisches 309
 Weinberg, Steven 88
 Weltalter 271
 Wilson, Robert 87
 WIMPs (weakly interacting massive particles) 157
 Yukawa-artiges Gravitationspotential 232, 247
 Zeit als Koordinate 61
 Zeldo'vich, Jakov 102
 Zweikörperproblem 219