

**Peter Ripota** präsentiert:

# **Mythen der Wissenschaft**

**Teil 2: LeMaitre und die Folgen  
Der Urknall**

## **Urknall: Der biblische Schöpfungsmythos, neu erzählt**

Der Urknall fand nicht statt  
Was stammt noch alles aus der Bibel?

Das Neueste vom Urknall  
Wissenschaftsmeldungen aus aller Welt

Das Kosmische Rauschen  
Wie kalt ist das All?

Alternative Universen  
Welten ohne Knall

Der Ewige Kosmos  
Warum Licht ermüdet

**Der Urknall fand nicht statt  
oder  
Was stammt noch alles aus der Bibel?**

*... eine kleine Gruppe von Theorien, die als verschlei-  
erter Mythos der Frühzeit wiedererkannt wird ...  
Oswald Spengler: Der Untergang des Abendlands*

**Am Anfang war das Wort,  
und das Wort war bei Gott,  
und das Wort war Gott.**

So schildert Johannes im Neuen Testament den Beginn der Welt. Ersetzen Sie nun "Wort" durch "Vakuum" und "Gott" durch "Energie"; formen Sie die Worte ein ganz klein wenig um, dann erhalten Sie etwa diese Aussage:

*Am Anfang war das Vakuum, und das Vakuum war voll Energie, und die Energie war im Vakuum.*

Jetzt greifen wir zurück auf die Genesis des Moses, und dort heißt es:

**Und Gott sprach: Es werde Licht! Und es ward Licht.**

Diesen Satz können wir fast unmittelbar verwenden, indem wir in so übersetzen:

*Und die (latente) Energie entschloss sich, aus dem Nichts des Vakuums in die Realität zu treten. Und so entstand eine gleißende Lichtkugel.*

Jetzt hätten wir die Grundlagen der Idee des Urknalls mit ein paar Worttransformationen aus der Bibel abgeleitet. Was nicht weiter verwundert, denn

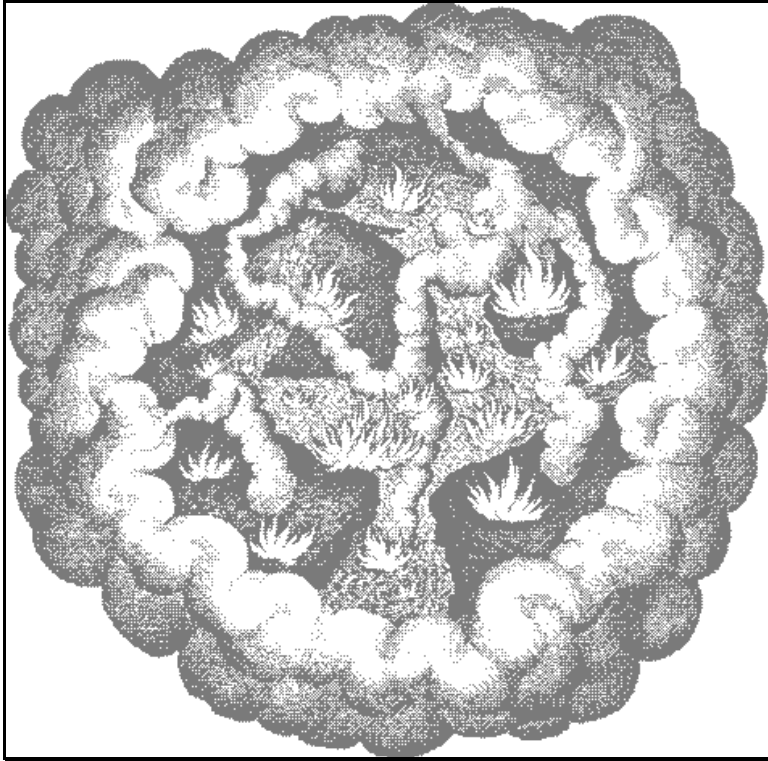
(a) ist der Mythos vom Urknall bis in Einzelheiten der Genesis angelehnt, und

(b) stammt die Idee von einem belgischen Pater. Aber schön der Reihe nach.

Es begann - wie fast alles in der Physik des 20. Jahrhunderts - mit *Albert Einstein*, in diesem Fall mit seiner Allgemeinen Relativitätstheorie. Die Lösung seiner Gleichungen, auf das Universum angewandt, ergab, noch vor Entdeckung der kosmologischen Rotverschiebung, ein expandierendes oder ein kontrahierendes Universum - jedenfalls kein statisches. Einstein gefiel das gar nicht, und so schmuggelte er ein Glied in seine Gleichung, die sogenannte "kosmologische Konstante", die er dann, als die These eines expandierenden Universums sich durchsetze, flugs wieder entfernte. Immerhin gab er zu, das wäre sein größter Irrtum gewesen.



Der belgische Pater *Abbé Georges Lemaître* dachte sich 1931, auf Grund der Einsteinschen Gleichung (ohne stabilisierendes Zusatzglied) als erster ein Universum aus, das einen zeitlichen Beginn hatte und sich unaufhörlich ausdehnt. Und als dann die Rotverschiebung allgemein bekannt wurde, setzte sich seine Idee allmählich durch. Offenbar entsprach ein dynamisches Universum nicht nur dem Zeitgeist, sondern vor allem auch unseren religiösen Vorstellungen, die, das sei hier betont, unsere Wissenschaft weitaus stärker geprägt haben als wir glauben. Ist es da Zufall, dass die wissenschaftliche Hypothese von der Entstehung des Universums aus dem Nichts ausgerechnet von einem katholischen Pater stammt?



Leider ist der Bezug zur katholischen Kirche nicht nur in der Person des belgischen Paters zu finden. Gerade in der Wissenschaft, die objektiv und demokratisch sein sollte, haben sich teilweise Strömungen durchgesetzt, die an Eigenheiten und Auswüchse der Kirche erinnern: Dogmen; orthodoxe Lehrstuhlinhaber, die Abweichler nicht dulden; Inquisition. So wurde aus der Vorstellung eines Weltalls, das sich unaufhörlich ausdehnt und wo die Galaxien immer schneller werden, je weiter sie entfernt sind, bald ein Dogma, das zu durchbrechen so gut wie unmöglich ist. Abweichler wurden mit Nichtbeachtung und Ausschluss aus der Gemeinde der Rechtgläubigen bestraft, zum Nachteil der Wissenschaft.

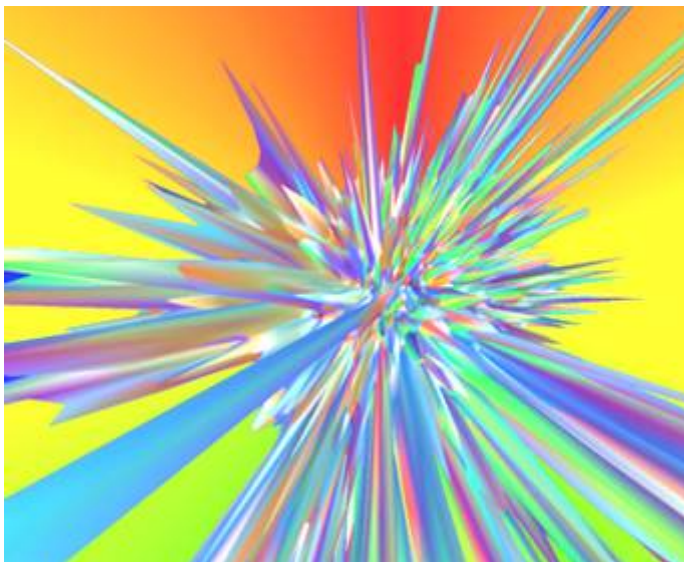
Aber weiter in der Geschichte. Lemaître's Ideen wären Ideen geblieben, hätten nicht zwei Entdeckungen seine Deutung scheinbar unterstützt. 1929 entdeckte der Astronom *Edwin Hubble* einen Zusammenhang zwischen Rotverschiebung und Entfernung einer Galaxis: Je weiter eine Galaxis von uns entfernt ist, desto mehr sind ihre Spektrallinien in Richtung "rot" verschoben. Eine solche Verschiebung der Wellenlänge von Licht oder Schall wird traditionellerweise als "Dopplereffekt" gedeutet, was in diesem Fall bedeutet: Alle Milchstraßensysteme fliehen vor uns, je weiter weg, um so schneller.

Verfolgt man diese Flucht in die Vergangenheit zurück, so gibt es einen Punkt in der Zeit, an dem alle Materie des Weltalls in einem einzigen Raumpunkt konzentriert war. Jetzt gingen die Kosmologen umgekehrt vor: Sie errechneten die Entwicklung der Welt von diesem Punkt an (vor ca. 15 bis 20 Milliarden Jahren; die Zahl ändert sich ständig. Heute spricht man von 8 bis 15 Milliarden Jahren.). Zu diesem Zeitpunkt müsste die gesamte Materie des Universums in einem Punkt unvorstellbarer Dichte konzentriert gewesen sein. Sie hätte in der uns bekannten Form gar nicht existieren können, höchstens als reine Energie oder als ein Lichtmeer.

Derartige Spekulationen waren sogar dem gewiss nicht zimperlichen Einstein suspekt, weshalb er eine solche Deutung ablehnte - sie schmecke ihm zu sehr nach Religion. Aber auch Hubble glaubte nicht an einen Urknall aus dem Nichts, ebenso wenig wie sein Zeitgenosse und Kollege *Fritz Zwicky*. Beide fanden eine andere Erklärung: Licht ermüdet. Ihre Vermutung ist heute bestätigt, ihre Deutung hat sich aber nicht durchgesetzt. Davon später mehr. Bleiben wir beim Urknall.

1948 beschäftigten sich der russische Astrophysiker *Georg Gamov* und seine Kollegen *Alpher* und *Hermann* mit der Verteilung der Elemente im Weltall. Sie kamen zu dem Schluss, dass am Anfang reiner Wasserstoff vorhanden gewesen sein muss, der sich im Lauf von rund 15 Milliarden Jahren durch Kernfusion allmäh-

lich in schweren Wasserstoff (Deuterium) und in Helium verwandelt hat. Dabei stützten auch sie sich auf die These eines expandierenden Universums, das ganz klein begonnen hat - vielleicht nur mit einem Proton und einem Elektron. Gamovs Kollege und unermüdlicher Urknallkritiker *Fred Hoyle* nannte diese Idee ironisch "big bang", der Große Knall, aus dem dann im Deutschen der "Urknall" wurde. Dabei war "big bang" auch das Codewort für die erfolgreiche Zündung der ersten Atombombe in der Wüste von New Mexiko.



Bei ihren Berechnungen kamen die Urknall-Hypothetiker zu dem Schluss, die heiße Urmasse müsste sich inzwischen abgekühlt haben und als Mikrowellenstrahlung das ganze All ausfüllen. Als dann *Wilson* und *Penzias* 1965 tatsächlich eine solche Strahlung entdeckten, jubelte die Fachwelt ur(knall)plötzlich: Der Große Knall war salonfähig geworden. Besonders das Buch von *Steven Weinberg* "Die ersten drei Minuten" aus dem Jahre 1972 hat zur Popularisierung der Idee beigetragen. Bei der Lektüre dieses fan-



tasievollen Werks hat man den Eindruck, der Autor wäre dabei gewesen oder hätte einen Bericht aus erster Hand verwertet.

Seitdem ist die These vom Urknall - besser gesagt: der Mythos - fester Bestandteil astronomischen "orthodoxen" Wissens, und wer andere Meinungen vertritt, wird, wie es einer echten Kirche geziemt, aus der Gemeinschaft der Gläubigen ausgeschlossen; zwar nicht mehr am Scheiterhaufen verbrannt, aber geächtet und verbannt, und der Zugang zu wissenschaftlichen Mitteln wie z.B. Fernrohren wird ihm verwehrt.

Indes, einiges war beunruhigend in dem Sinne, dass die Erwartungen mit der Realität nichts zu tun hatten. Mehr noch: Die Aussagen der Urknall-Hypothetiker widersprechen zum Teil eklatant den allseits sichtbaren Fakten - und zudem der Logik, dem gesunden Menschenverstand und den geheiligten Urprinzipien der Physiker. Hier einige dieser Ungereimtheiten:

#### **- Wieso ist die Welt so gleichförmig?**

Die Wissenschaftler sagen: Der Raum ist homogen (an jedem Punkt gleich) und isotrop (in jeder Richtung gleich). Das aber kann nicht sein, denn am Anfang war, nicht nur in der Bibel, reines Licht, also ein Meer von Fotonen. Und dieses Lichtermeer dehnte sich natürlich mit Lichtgeschwindigkeit aus. Das aber bedeutet, dass jede zufällige Unregelmäßigkeit in der Verteilung der Fotonen sich im Lauf der Zeit ungeheuer verstärken müsste. Die Welt bestünde aus überdimensionalen Materieklumpen, die in- zwischen alle zu gigantischen Schwarzen Löchern zusammengefallen sein müssten. Doch das ist nicht der Fall. Weil Lichtteilchen so schnell sind, haben sie keine Möglichkeit, sich zu verständigen, also beispielsweise Unterschiede in ihrer Verteilung auszugleichen. Die Wissenschaftler sprechen daher vom "Horizont-Problem": Der Horizont der Welt dehnt sich schneller aus, als dass es einen Ausgleich geben könnte.

Doch auch diese Krise des Urknalls wurde scheinbar elegant gelöst. *Alan Guth* erfand in den Sechzigerjahren eine Methode, alle Körnigkeit des frühen Weltalls mit einem Schlag zu verwischen. In seiner "kosmischen Inflation" bläht sich das Universum in einer sehr frühen Phase für ganz kurze Zeit noch schneller auf als die übliche Ausdehnung mit Lichtgeschwindigkeit, von Atomkernkleinheit zur Größe unserer heutigen Milchstraße, in Bruchteilen von Sekunden, also mit hunderttausendfacher Lichtgeschwindigkeit. Dadurch wurde die Ursuppe kräftig durchgemischt und homogenisiert. Eine solche kosmische Inflation ist aber nach allen Formeln der Physik, insbesondere nach denen der Relativitätstheorie, absolut unmöglich - keine Masse kann auch nur annähernd Lichtgeschwindigkeit erreichen, geschweige diese milliardenfach überschreiten!

#### **- Warum nimmt die Explosionsgeschwindigkeit mit der Entfernung zu?**

Bei jeder Explosion nimmt die Kraft, welche die Teile ursprünglich weggeschleudert hat, allmählich ab, und die Teilchen werden langsamer. Dazu trägt auch die Schwerkraft bei, die im Explosionszentrum natürlich stärker wirkt als außen, weil am Ort des Explosionsherdes mehr Masse konzentriert ist als außen. Beim Urknall war es angeblich genau umgekehrt: Je weiter ein Teilchen (eine Galaxis) vom Explosionsherd entfernt ist, desto schneller wird sie. Aber: Woher nimmt sie denn die Energie dafür?

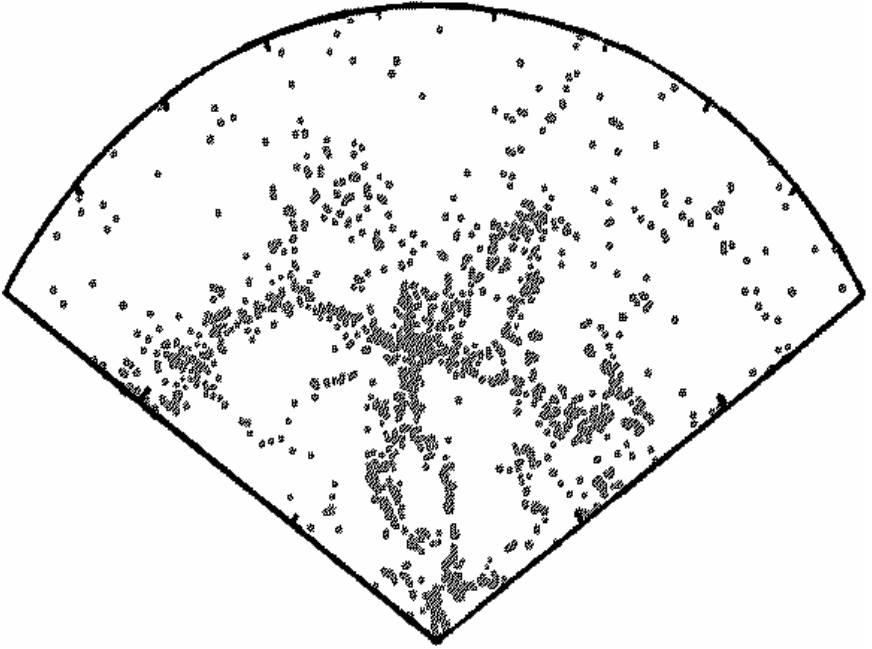
#### **- Wieso sind die ältesten Sterne älter als das Universum?**

In den Kugelsternhaufen um die Galaxien finden sich die ältesten Sterne. Ihr Alter sieht man am Gehalt von "Metallen", das sind in der Astronomie alle Elemente komplexer als Helium. Sie werden in den Sternen erbrütet, und aus ihrer Menge kann man auf das Alter ihres Sterns schließen. Jedenfalls sind diese Sterne über 15 Milliarden Jahre alt, älter als der gesamte Kosmos.

Was tun Sie, wenn Sie den Koffer für Ihre Reise packen und merken, es ist zu viel drin, der Koffer geht nicht mehr zu? Ganz einfach: Sie packen ihn wieder aus und falten seinen Inhalt noch besser, quetschen das Ganze ein wenig - und schon klappt's. So ähnlich meisterten die Astronomen auch diese Krise: Sie machten die ältesten Sterne ein wenig jünger (d.h., sie beschleunigten den Prozess der Metall-Erzeugung), und sie machten das Universum ein bisschen älter (durch Änderung der Hubble-Konstanten, also der Geschwindigkeit, mit der die Galaxien vor uns fliehen). Schon passt die Sache irgendwie, ähnlich wie der Fuß von Aschenbrödels Schwester in den Glasschuh. Doch das ist ein Vabanque-Spiel, von dem nie sicher ist, ob es nicht eines Tages versagt. Zudem erinnert das ewige Korrigieren (notwendig, nicht tugendhaft) an die Zeiten eines Ptolemäus, der die irregulären Bahnen der Planeten dadurch erklärte, dass er bei Bedarf virtuelle Zusatzplaneten erfand - immer einen neuen, wenn's nötig war.

### **- Woher kommen die großräumigen Strukturen im Weltall?**

In den letzten zehn Jahren entdeckten die Astronomen, vor allem mit Computerhilfe, immer gigantischere Strukturen im Weltall. Unser Universum ist keineswegs so gleichförmig, wie wir bisher glaubten. Die gesamte sichtbare Materie (also Sterne und Gaswolken) konzentriert sich an der Oberfläche ungeheuer großer imaginärer Blasen, und dazwischen ist nichts - absolute Leere. Mehr noch: Untersuchungen haben gezeigt, dass fast alle Galaxien in eine bestimmte Richtung strömen (zu einem Zielpunkt im Sternbild Hydra und Centaurus), mit einer Geschwindigkeit von ca. 600 km/sec. Das erklärt man sich so, dass dort, jenseits unseres Sichtbarkeitshorizonts, eine gigantische Masse lauert, der Große Attraktor, oder etwas noch viel Größeres. Woher kommt das Gebilde, wie sieht es aus, was hat es in unserer Welt zu suchen?



*Die Astronomin Margaret Geller entdeckte die größten Strukturen im All, gigantische Zellen und Blasen, die sich über Millionen von Lichtjahren erstrecken. Besonders eindrucksvoll ist das nach ihr und ihrem Mitarbeiter benannte "Geller-Huchra-Männchen", eine gigantische Formation, die aus Tausenden von Galaxien-Superhaufen besteht und einem Menschen ähnelt, welcher die Galaxienmassen mit seinen Armen zusammen hält*

Die alternative Erklärung dazu ist noch seltsamer: Nicht die Galaxien strömen, relativ zur Hintergrundstrahlung, sondern die Hintergrundstrahlung strömt und die Galaxien stehen still. Das aber würde bedeuten, dass der Raum weder homogen noch isotrop ist und es zum Beginn unserer Welt irgendwie "schief" geknallt hat, so als ob der Weltenschöpfer nicht aufgepasst hätte.

Jedenfalls reicht die Zeit von ca. 15 Milliarden Jahren nicht, dass allein auf Grund der gegenseitigen Anziehung (Gravitation) solch komplexe Muster entstehen. Erfinderisch wie die Kosmologen sind, holten sie aus dem Zylinderhut ihrer Ideen flugs eine neue Zauber-Taube heraus. Sie nannten sie dunkle Materie, und die soll nun alles erklären. Als Keimzelle für die Anlagerung von anderer Materie soll sie die Gebilde im All geformt haben. Weil sie dunkel ist, kann man sie nicht sehen. Doch woraus besteht sie?

Die einen meinen, es handelt sich um Neutrinos. Die müssten allerdings Masse haben (was bisher nicht nachgewiesen wurde), und ihre große Menge müsste schon früh kosmische Dunkel-Strukturen gebildet haben, was eigentlich auch irgendwie zu sehen wäre. Außerdem haben die COBE-Messungen gezeigt, dass dieses Modell zu Widersprüchen führt.

Es könnte sich auch um exotische Teilchen handeln, die noch nicht entdeckt sind: Axone, Gravitinos und dergleichen. Doch das ist reine Spekulation.

Schließlich könnte ganz gewöhnliche, aber für uns unsichtbare Materie im All vorhanden sein: Braune Zwerge (Sterne, die es gerade nicht geschafft haben, eine Kernfusion zustande zu bringen), leuchtschwache weiße und rote Zwerge, Neutronensterne, Schwarze Löcher. Bisher hat man sie entweder gar nicht gefunden oder nicht in dem Maße, in dem sie nötig wären, oder nicht zu der Zeit, wo man sie bräuchte (Neutronensterne und Schwarze Löcher sind Endprodukte einer stellaren Evolution, kommen also zu spät ins Spiel). Die erforderliche Menge an dunkler Materie ist gewaltig: Zu jedem leuchtenden Punkt im All braucht man nach dieser Theorie 100 Nichtleuchter!

Es gibt noch eine alternative Erklärung, ein weiteres kosmisches Zauberkunststück: Im Weltall existiert neben Gravitation auch eine Anti-Gravitation, ein Druck, der die Dinge auseinander treibt. Ursache ist die "kosmologische Konstante", die Einstein in seine Gleichung ziemlich willkürlich einsetzte, um sie bald wieder he-

rauszunehmen, mit der Bemerkung, ihre Einführung wäre der größte Fehler seines Lebens gewesen. Doch mit diesem kleinen Zusatzterm wird das Universum alt genug (30 Milliarden Jahre), um Galaxien und höhere Gebilde in Ruhe entstehen lassen zu können. Doch diese - rein willkürliche und durch nichts gerechtfertigte - Annahme führt zu zahlreichen Schwierigkeiten, Ungeheimtheiten und Widersprüchen, die wiederum mit neuen Annahmen gerechtfertigt werden müssen - ad infinitum.

### **- Wo hat die angebliche Ur-Explosion eigentlich statt gefunden?**

Da, wo sich die Erde befindet (weil ja alle Galaxien anscheinend von uns davon laufen)? Wäre das der Fall, stünden wir in unserer Weltanschauung wieder in den Zeiten vor Kopernikus und Galilei - die Erde im Mittelpunkt einer jetzt aber viel größeren Welt. Wenn aber das Explosionszentrum woanders liegt, warum sehen wir dann nicht mehr Sterne in dieser Richtung?

Um diesen Einwand auszuschalten, dachten sich die Gelehrten etwas ganz Neues aus: Nicht die Galaxien laufen vor uns davon, sondern der Raum als solcher dehnt sich in einen Hyperraum aus. Dann entfernen sich alle Dinge tatsächlich gleichförmig voneinander, wie die Rosinen an der Oberfläche eines Teigs, der im Backofen aufgeht. Aber: Wenn der Raum an sich wächst, gilt dies natürlich auch für den Raum innerhalb der Atome. Dann wächst aber alles, auch unsere Maßstäbe - Wie sollten wir diese Ausdehnung der Welt dann messen können?

Die Hauptfrage aber lautet:

### **- Woher kam aus dem Nichts das gesamte Universum?**

Oder, etwas anders formuliert:

### **- Was war vor dem Urknall?**

Bei den Pionieren der Urknall-Hypothese war die Masse des Universums noch in einem gigantischen Feuerball konzentriert. Inzwischen aber vertreten die Gelehrten die Idee, der gesamte Kosmos sei urplötzlich aus dem Nichts - physikalisch: aus dem Vakuum - hervorgebrochen. Klingt das nicht sehr nach dem jüdisch-christlichen Schöpfungsmythos? Wo bleibt da das geheiligste Prinzip der Physik, das Prinzip von der Erhaltung der Masse + Energie?

Und was davor war, das wiegeln Wissenschaftler mit dem Hinweis ab: Davor war nichts. Solche Fragen stellt man nicht, die sind unanständig. Derartige Argumente kennen wir aus der Kindheit: Wenn wir etwas fragten, was den Eltern peinlich war, bekamen wir auch so eine Antwort.

Bleibt als einziges positives Indiz für den Urknall die kosmische Hintergrundstrahlung. Doch die braucht zu ihrer Erklärung keinen Urknall, wie wir im nächsten Kapitel zeigen. Aber vorher noch einige Meldungen aus renommierten Wissenschaftsjournalen, deren Erkenntnisse der Hypothese vom Urknall eklatant widersprechen.

# **Das Neueste zum Urknall oder Kurze Meldungen aus aller Welt**

*Wir wollen einfach hinnehmen, dass es gewisse Ungleichförmigkeiten gegeben haben muss, die irgendwie die richtige Art von Zusammenballungen durch Gravitationskräfte auslösten.*

*Roger Penrose*

## **Das Universum ist jünger als gedacht**

Dr. Eyal Maoz vom NASA Ames Research Center in Kalifornien und andere Astrophysiker fanden mit Hilfe des Hubble-Weltraum-Teleskops heraus: Das Universum ist nur 12 Milliarden Jahre alt. Der Grund: Messungen an variablen Sternen (Cepheiden) in der weit entfernten Galaxie NGC 4258 ergaben, dass alle Entfernungen falsch bestimmt wurden und um einen Faktor von 10-15% nach unten korrigiert werden müssen. Damit gibt es wieder einige Sterne, die älter sind als das ganze Universum!

## **Fehlender Wasserstoff gefunden - oder doch nicht?**

Gemäß der Urknall-Hypothese müsste es doppelt so viel Wasserstoff (H) im Universum geben als bisher gesichtet. Das Hubble-Weltraum-Teleskop hat den nun gefunden - behaupten seine Betreiber. Liest man die Meldung genauer, steht dort: Kein einziges neues H-Atom wurde entdeckt, dafür einige hoch energetische Sauerstoff-Atome, welche den Lichtstrahl eines weit entfernten Quasars färbten. Die könnten eventuell, möglicherweise, unter Umständen - oder vielleicht auch nicht - von dem gesuchten Wasserstoff energetisiert worden sein. Doch, wie heißt es dann so schön: Wieder eine grandiose Bestätigung des Urknalls!



### **Urknallhypothese widerspricht Beobachtungen**

Die Mess-Ergebnisse des Boomerang-Balloons, der im Dezember 1998 zehn Tage lang über der Antarktis die Temperaturunterschiede der kosmischen Hintergrundstrahlung maß, zeigen wieder einmal, dass es keinen Urknall gegeben haben kann. Im Ur-Plasma gab es danach 50% mehr schwere Teilchen als von der Urknall-Hypothese vorausgesagt. "Es gibt keine Möglichkeiten, diese Messergebnisse mit der Urknall-Hypothese in Einklang zu bringen" sagte der Physiker und Kernteilchen-Experte David R. Tytler von der Universität von Kalifornien und San Diego. Dagegen der Physiker Michael S. Turner von der Universität Chicago auf einer Pressekonferenz: "Die Boomerang-Ergebnisse passen auf unsere moderne Kosmologie wie Handschuhe." Die müssen wohl etwas zwicken.

### **Wo kommt das viele Deuterium her?**

Der schwere Wasserstoff (Deuterium = D) wird nicht in Sternen erzeugt, also muss jegliches im Universum vorhandenes Deuterium aus den ersten drei Minuten nach dem Urknall stammen. Nun konnte der Deuterium-Anteil in einer Gaswolke in der Nähe des Zentrums unserer Milchstraße gemessen werden. Wissenschaftler von der Hofstra Universität in Hempstead, New York; vom American Institute for Physics, vom Williams College-Hopkins Observatory in Williamstown, Massachuseettes; von der Colgate Universität in New York; und von der Universität Manchester in Großbritannien fanden heraus: Der Anteil an Deuterium in Blausäure (DCN) ist hunderttausendmal größer als von der Urknall-Hypothese vorausgesagt. Einzige Möglichkeit, den Urknall zu retten: Das Deuterium stammt aus einer Deuterium reichen Wolke und regnete von ihr auf unsere Milchstraße herab - und das seit Millionen von Jahren. Aber: Woher stammt das Deuterium in der fiktiven Wolke?

## **Expandierendes Universum widerspricht Energie-Erhaltungssatz**

Würde man - rein theoretisch - ein aufgerolltes Seil hier auf Erden mit einem weit entfernten Stern verbinden, dann würde sich das Seil bei der Expansion des Universums entrollen und wir könnten aus dem Nichts Energie gewinnen. Darauf weist der Astronom Edward Harrison von der Universität von Massachusetts hin. Nach Berechnungen von Harrison beschleunigt sich die Expansion des Weltalls, je mehr Sterne man zusammenknüpft. Folgerung: Eines der wichtigsten physikalischen Prinzipien, das Energieerhaltungsprinzip, ist verletzt und uns stehen ungeheure Energien aus dem Nichts zur Verfügung (die nicht identisch mit der postulierten Vakuum-Energie der Quantenphysik sind!).

## **Weit entfernte Galaxienhaufen entdeckt**

Im Rahmen einer großangelegten Suchaktion mit Hilfe des Röntgensatelliten ROSAT und optischer Teleskope ist es einem internationalen Forscherteam unter Leitung von Harald Ebeling, University of Hawaii, gelungen, 101 riesige Galaxienhaufen am Rande des bekannten Universums aufzuspüren. Die Entdeckung zeigt, dass diese gewaltigen Strukturen schon sehr früh in der Geschichte unseres Kosmos entstanden sind - viel zu früh für die Hypothese vom Urknall. Große Galaxienhaufen bestehen aus vielen Tausenden von Galaxien, die ihrerseits wieder Milliarden von Sternen enthalten. Die neu entdeckten Galaxienhaufen sind weiter als fünf Milliarden Lichtjahre von uns entfernt, also rund ein Drittel zum "Rand" des Universums. Sie hätten nach der Urknall-Hypothese keine Zeit gehabt, sich auszubilden.

## **Älteste Sterne noch älter als gedacht**

Die ältesten Sterne der Milchstraße finden sich im "Halo", einem kugelförmigen Bereich rund um die Galaxis. Exakte Analysen der chemischen Zusammensetzung von 70 dieser alten Sterne durch Debra L. Burris vom Oklahoma City Community College (USA)

ergaben: Die Sterne enthalten soviel Metalle schwerer als Eisen, dass es schon vorher jede Menge riesiger Sterne gegeben haben muss, die schwere Metalle bei der Kernfusion anreicherten und dann bei ihrer Explosion als Supernovae ins All schleuderten. Damit erhebt sich wieder mal die Frage: Wann fand eigentlich der Urknall statt - nachdem diese Sterne entstanden sind?

### **Ballondaten widersprechen Urknall-Hypothese**

Das BOOMERANG-Projekt diente dazu, den kosmischen Hintergrund, den angeblichen Rest des Urknalls, durch Ballonmessungen über dem Südpol genauer zu vermessen. Die Daten widersprechen der Urknall-Hypothese:

- Die Materiedichte (im Verhältnis zur Dichte der Lichtteilchen) ist nach den Messungen viel höher als die Theorie ergibt. Der SCIENCE-Artikel stellt fest: "Kein Herumdoktorn an den Parametern kann diese Dichte erreichen." Mit anderen Worten: Selbst Mogeln hilft nichts.

- Das Verhältnis D/H von schwerem zu normalen Wasserstoff ist niedriger als Messungen an Quasaren, in interstellaren Wolken und in der Jupiter-Atmosphäre. Da aber nach der Urknall-Hypothese der gesamte schwere Wasserstoff ("Deuterium") beim Urknall entstand und im Laufe der Weltall-Entwicklung Deuterium verbraucht wird, stimmt hier etwas ganz und gar nicht. SCIENCE: "Ein Paradoxon".

### **Neue Erkenntnisse gegen den Urknall**

In einem Artikel zum hundertsten Geburtstag der Quantenphysik in NATURE 408 wurden auch einige astronomische Details veröffentlicht, die mit der Urknall-Hypothese unvereinbar sind:

- Kosmische Strahlen von weit entfernten Galaxien dürften oberhalb einer bestimmten Energieschranke, der "Greisen-Zatsepin-Kuzmin-Grenze", gar nicht existieren, da sie durch die kosmische Hintergrundstrahlung abgeschwächt werden sollten. Es gibt sie aber doch.

- Ähnliches gilt für hochenergetische Protonen aus weit entfernten aktiven Galaxien: Auch für sie sollte es durch Abschwächung durch den Infrarot-Hintergrund eine obere Energie-Schranke geben, die es aber nicht gibt.

### **Größte Struktur im Kosmos gefunden**

Auf die bislang größte Struktur in unserem Universum glaubt eine Gruppe amerikanischer Astronomen unter Leitung von Gerard Williger von den National Optical Astronomy Observatories gestoßen zu sein. Es handelt sich um eine 600 Millionen Lichtjahre große Anhäufung von Quasaren und Galaxien. Sie befinden sich im Sternbild "Löwe" in 6,5 Milliarden Lichtjahren Entfernung von uns.

Seit längerem war bekannt, dass sich in dieser Region im Sternbild Löwen überdurchschnittlich viele Quasare befinden. Statt der zu erwartenden zwei bis drei Quasare stießen die Himmelforscher dort auf 18 dieser Objekte. Die neue Untersuchung dieser Region zeigt nun, dass diese Quasare dort nicht allein stehen. Vielmehr befinden sich in dem Gebiet offenbar eine Vielzahl von Gaswolken. Die Forscher konnten diese Wolken aufspüren, weil sie das Licht noch weiter entfernter Objekte absorbieren. Die Astronomen glauben, dass diese Gaswolken zu Galaxien gehören, die wegen der Entfernung selbst mit den großen Teleskopen nicht auszumachen sind. Eine solche Anhäufung von Galaxien wirft für die Astronomen jedoch Probleme auf. Denn die Struktur ist eigentlich zu groß, um allein durch den Einfluss der Schwerkraft seit dem Urknall entstanden sein zu können.

### **Älteste Schwarze Löcher gefunden**

Das Röntgen-Teleskop CHANDRA der NASA hat in einer Übersicht am südlichen Sternenhimmel die schwächsten aller Röntgen-Quellen im All entdeckt, darunter einen hinter Staub und Gas versteckten Quasar, der 12 Milliarden Lichtjahre entfernt sein soll - und damit mindestens ebenso alt ist. Da das Universum nach der Urknallhypothese auch nur dieses Alter besitzt - plus oder minus

ein paar Jahrmilliarden - fragt sich der Laie, wie denn dieses Gebilde entstanden sein kann.

### **Älteste Supernova entdeckt**

Mit Hilfe des Weltraumteleskops Hubble haben NASA-Wissenschaftler den Lichtblitz einer Supernova in zehn Milliarden Lichtjahren Entfernung entdeckt, das ist die größte Distanz, in der jemals ein sterbender Stern beobachtet werden konnte. Sie erhielt den Namen "1997ff". Da sich die Explosion in der Frühzeit des Universums ereignete, hoffen die Forscher auf Erkenntnisse über die mysteriöse dunkle Energie, eine Annahme, die Einstein als den größten Fehler seiner Laufbahn verwarf. Kosmologen glauben bekanntlich, dass das Weltall im Urknall vor zwölf bis fünfzehn Milliarden Jahren entstand. Die Supernova ist zehn Milliarden Jahre alt. Sie entstand aus einem Weißen Zwerg, der wiederum mindestens fünf Milliarden Jahre alt ist. Gibt nach Adam Riese:  $10 + 5 = 15$  Milliarden Jahre. Mithin war der besagte Stern älter als das gesamte Universum!

# **Das Kosmische Rauschen**

## **oder**

### **Wie kalt ist das All?**

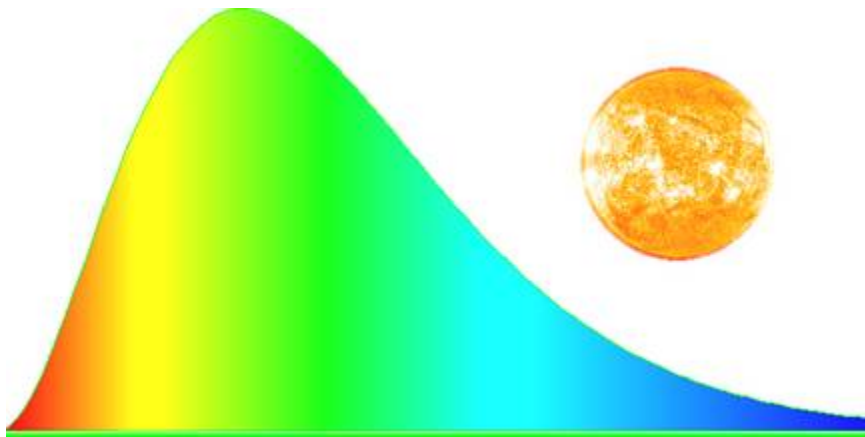
*Man verzichtet auf Beweise; man will glauben, nicht zergliedern. Die kritische Forschung hört auf, ein geistiges Ideal zu sein.*

*Oswald Spengler: Der Untergang des Abendlands*

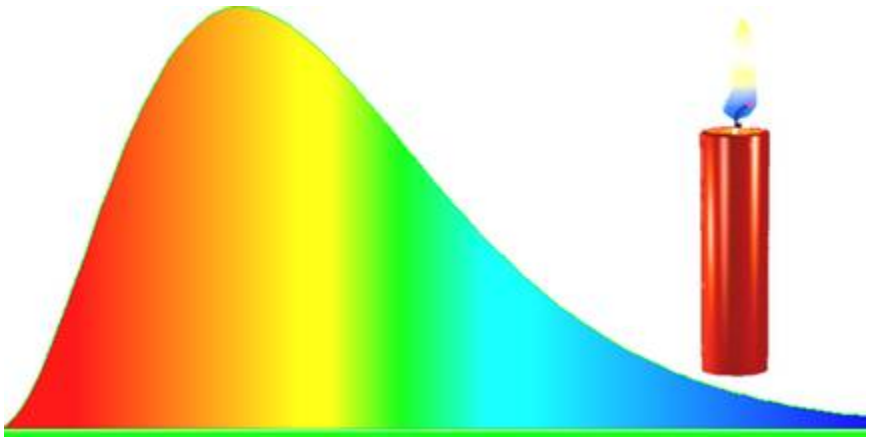
Wenn ein Körper erhitzt wird, beginnt er zu strahlen. Das können wir am besten an dem Lämpchen einer Taschenlampe beobachten, wenn wir die Batteriespannung ganz langsam erhöhen. Bei kleiner Spannung erscheint der Glühfaden dunkelrot. Erhöhen wir die Spannung, wird er hellrot, zuletzt weiß, und, wenn der Draht das aushalten würde, schließlich blau und violett.

Die Physiker fanden heraus: Die Strahlung folgt einer bestimmten Verteilung, d.h., es gibt eine Hauptstrahlung mit einer bestimmten Wellenlänge, aber auch andere Wellenlängen sind vorhanden. Je heißer der Körper, desto energiereicher ist die Strahlung, desto mehr verschiebt sich das Licht in Richtung Violett, Ultraviolett, bis hin zu Röntgen- und Gammastrahlen. Je kälter der Körper, desto weniger Energie gibt er ab, und die Strahlung verschiebt sich in Richtung Rot, Infrarot, Mikrowellen, Radiowellen (Kurz-, Mittel-, Langwellen). Ein Stoff, dessen Strahlung dem sogenannten "Planckschen Strahlungsgesetz" folgt, wird auch "Schwarzer Körper" oder schwarzer Strahler genannt. Die Bedeutung des Ausdrucks: Im nicht-strahlenden Zustand absorbiert er alle Strahlungen gleichmäßig, darum erscheint er auch schwarz. Umge-

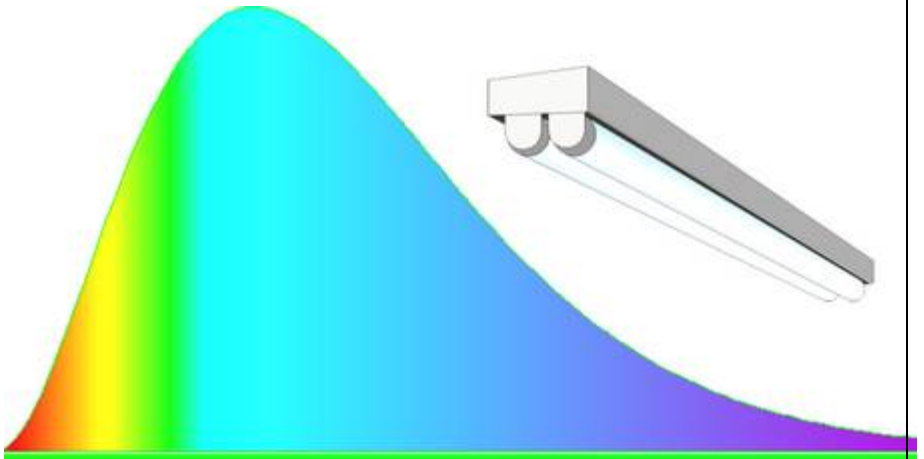
kehrt: Wenn er selber strahlt, verwandelt er die ganze zugeführte Wärme direkt in Strahlung. So können die Physiker eine Spektralverteilung von Licht allein durch die Temperatur des Schwarzen Körpers definieren, der, würde er auf diese Temperatur erhitzt, genau diese Strahlung aussendet.



*Spektralverteilung des Lichts von der Sonne: Das Maximum liegt im grünen Bereich - in dieser Farbe sieht das menschliche Auge am besten*



*Spektralverteilung des Lichts einer Kerze: Das Maximum liegt im rot-gelben Bereich - darum erscheint uns ihr Licht so "warm"*



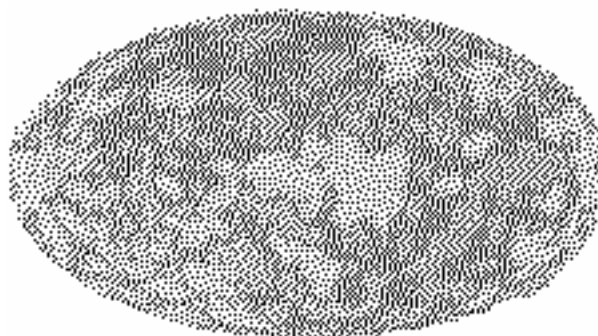
*Spektralverteilung des Lichts einer Leuchtstoffröhre: Das Maximum liegt im blauen Bereich - deswegen erscheint uns ihr Licht so "kalt"*



Jetzt verstehen Sie vielleicht besser die Frage Ihres Computers, auf welche Temperatur er den Bildschirm einstellen soll. Denn die Gradangaben zwischen  $1000^\circ$  und  $10.000^\circ$  bezeichnen natürlich nicht die wahre Temperatur des Glases! Sie bezeichnen nur einen fiktiven Schwarzen Körper, der bei dieser Temperatur eine Farbzusammensetzung hätte, wie sie der Computer-Monitor simulieren wird. Oder warum der Scanner darauf besteht, die Lampe auf die richtige Temperatur zu bringen: Bei falscher Temperatur werden auch die Farben der Vorlage falsch eingelesen. Zur Orientierung: Die Sonne hat eine Temperatur von rund  $6.000^\circ$ , also entspricht diese Farbtemperatur in etwa den Lichtverhältnissen bei Tageslicht. Bei Kerzenschein oder im Licht konventioneller Glühlampen ist die (fiktive) Temperatur kleiner, das Licht ist insgesamt in Richtung Rot verschoben. Im Licht von Leuchtstoffröhren ist die Farbtemperatur größer, das Licht ist insgesamt in Richtung Blau verschoben. Und noch ein Tipp: Physiker machen Temperaturangaben seit einiger Zeit nicht mehr in Grad Celsius, sondern in Kelvin (ohne Grad), vom absoluten Nullpunkt aus gezählt. Damit wären  $0^\circ \text{C} = 273 \text{ Kelvin (K)}$ , denn bei  $-273^\circ \text{C}$  liegt der absolute Nullpunkt der Temperaturskala

Nach dieser langen Einleitung zurück zum Urknall. Die Urknalltheoretiker, insbesondere *George Gamov*, hatten vorausgesagt, dass sich nach dem Urknall das Weltall so abgekühlt haben muss, dass eine Reststrahlung im Bereich der Mikrowellenstrahlung übrig geblieben sein muss, welche das gesamte All ausfüllt, also von überall her kommen sollte. Und genau das entdeckten die Physiker Wilson und Penzias. Diese Entdeckung war einer der größten Triumphe für das Modell. Die Strahlen hatten genau die Wellenlänge, die sie haben sollten. Sie entsprachen einem "Schwarzen Strahler", einer gleichförmigen Strahlungsquelle, von 2,7 Kelvin. Das ist nicht die Temperatur des Weltraums, sondern nur die Temperatur eines fiktiven Schwarzen Strahlers, der genau diese Strahlung hervorbringen würde. Und die kosmische Hintergrundstrahlung war auch so gleichmäßig, wie die Kosmologen sie brauchten.

Jedoch, des Guten kann auch zuviel sein. So ganz absolut vollständig gleichmäßig darf die Strahlung doch nicht sein, denn sonst gäbe es im Kosmos keine Strukturen. Die gibt es aber, und zwar bis hinauf in größte Größen: Galaxien, Galaxienhaufen, auch "Cluster" genannt, Super-Cluster, Super-Super-Cluster, kosmische Blasen, gigantische Zellen, und schließlich so überdimensionale Gebilde wie die "Große Mauer" oder den "Großen Attraktor". Ihre Samen müssten in der Ur-Strahlung bereits angelegt sein. Also schickte man einen Satelliten namens COBE ("Cosmic Background Explorer") ins All, und siehe: Das treue Gerät enthüllte, dass die Strahlung rote und blaue Flecken aufweist, also Stellen mit höherer und niedriger Temperatur. Wiederrum war eine der wichtigsten Voraussagen der Urknallhypothese erfüllt. Der Urknall war zum Großteil gleichförmig, aber eben nicht ganz. Alles in Ordnung - oder doch nicht?



*COBE-Aufnahmen mit Temperaturunterschieden von Millionstel Grad - wie kann man so was messen ???*

Abgesehen davon, wie es den Forschern gelang, Unterschiede von Millionstel Grad festzustellen, wo die Messgenauigkeit nur in der Größenordnung von Tausendstel Grad liegt - abgesehen davon können die bisher gesichteten Mikrowellen-Strukturen nicht die größten Gebilde im Weltall erklären. Zudem weist der deutsche Urknall-Kritiker *Hans Jörg Fahr* darauf hin, dass die Strahlung, wenn sie denn vom Rande des Universums kommt, gar

nicht so gleichmäßig sein dürfte, denn zwischen der Strahlung und uns liegt ja das gesamte Universum mit seinen vielfältigen Formen. Und die müssten doch die Strahlen irgendwie beeinflussen, verformen, verbiegen, verstreuen.

Doch - braucht die kosmische Hintergrundstrahlung zur Erklärung überhaupt einen Urknall? Wie der Physiker *André K.T. Assis* von der Universität Campinas (Brasilien) in einem historischen Überblick zeigt, haben lange vor Penzias und Wilson Physiker die Temperatur des leeren Weltalls berechnet, und zwar mit Hilfe des Stefan-Boltzmannschen Strahlungsgesetzes allein aus der Strahlung der Sterne und Galaxien. Und - sie kamen zu besseren Vorhersagen als Gamov! Hier einige Beispiele:

AUTOR(EN)	JAHR	VORAUSGESAGTE TEMPERATUR (STEFAN-BOLTZMANN)
C.E. Guillaume	1896	5-6 K
Arthur Eddington	1926	3,18 K
E. Regener	1933	2,8 K
Walther Nernst	1938	0,75 K
ZUM VERGLEICH:		VORAUSGESAGTE TEMPERATUR (URKNALL)
George Gamov	1952	50 K (!)

Das ist ja der Hammer: Alle Autoren, die allein vom Sternenlicht ausgingen, kamen auf ziemlich gute Werte. Allein Gamov, der vom Urknall ausging, errechnete eine völlig falsche Temperatur. Mehr noch: Als die Erkenntnis der Hintergrundstrahlung sich in

der Fachwelt durchsetzte, wies Gamov in einem Brief an die Entdecker darauf hin, dass er genau die gemessene Temperatur (2,7 Kelvin) vorausgesagt hätte - dabei war sein Wert zwanzigmal höher!

Fazit: Die kosmische Hintergrundstrahlung ist in keiner Weise ein Beweis für die These vom Urknall. Aber wenn es keinen Urknall gab, wie sieht unsere Welt dann aus? Und wie erklärt sich die kosmische Rotverschiebung? Darüber mehr im nächsten Kapitel.

# **Alternative Universen oder Welten ohne Knall**

*Der Weg (das Tao) erzeugt eins,  
eins erzeugt zwei,  
zwei erzeugt drei,  
drei erzeugt die zehntausend Dinge.  
Lao Tse: Tao Te King*

Wozu sollen wir uns eigentlich mit dem Beginn des Kosmos beschäftigen, wo solche geistigen Abenteuer doch rein theoretisch sind und unser Alltagsleben in keiner Weise berühren? Auf diese Frage gibt es keine Antwort. Wir können nur darauf hinweisen, dass die Menschen zu allen Zeiten sich Fragen nach dem Woher und Wohin gestellt haben. Früher wurden diese Fragen von der Religion beantwortet, heute kann die Wissenschaft Aussagen machen, deren Konsequenzen überprüfbar sind. Mit dem Alltag hat das alles nichts zu tun, aber religiöse Ideen - also solche, die über den Alltag hinaus gehen - können das Schicksal des Einzelnen und ganzer Völker entscheidend beeinflussen. Ganz abgesehen davon, dass wir nun mal wissbegierig sind und jetzt zum ersten Mal Gelegenheit haben, solche existentiellen Fragen auf wissenschaftliche Weise zu beantworten.

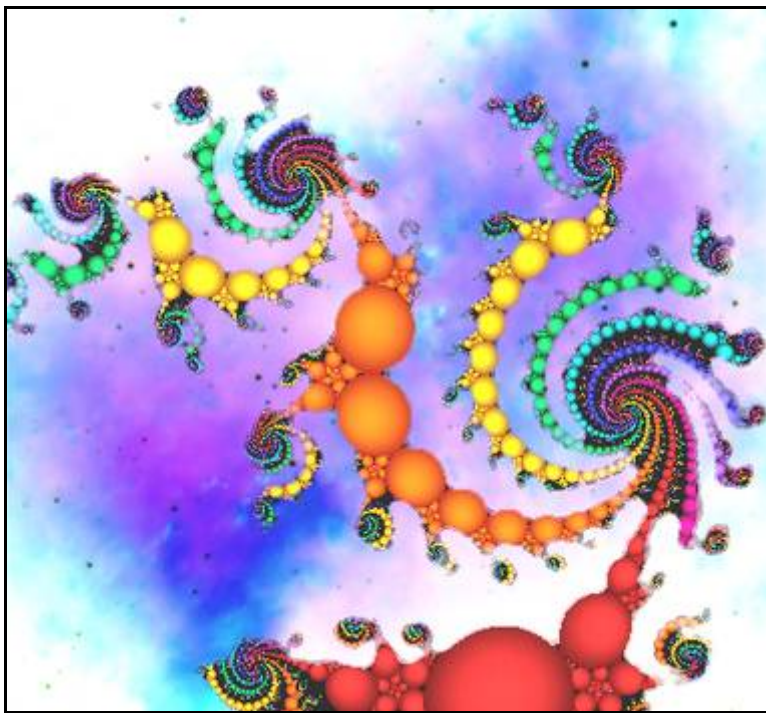
Aber was ist am Urknall-Modell so attraktiv? Es ist so einfach. Und vor allem: Es entspricht unseren religiösen Mythen. Denn der Urknall läuft sehr ähnlich wie der biblische Schöpfungsbericht. Naturwissenschaftler neigen zu einfachen Erklärungen, und damit sind sie bisher gut gefahren. Deswegen sind Naturwissenschaftler beispielsweise ungeeignet, Betrüger (z.B. im Bereich der Parapsychologie) aufzudecken. Um zu zeigen, dass ein Löffelver-

bieger wie Uri Geller schwindelt, braucht man keinen Physiker, sondern einen Zauberkünstler.

Zudem bemühten sich die Urknall-Hypothetiker in der Tradition Einsteins, überall im All die gleichen Verhältnisse zu postulieren, mithin ein demokratisches Universum zu schaffen. Alle Galaxien laufen vor uns davon, aber das gilt für jeden Punkt des Alls. Der Urknall fand an einem bestimmten Ort statt, aber dieser Ort ist überall. Galaxien gibt es rund um den Himmelsglobus, keine Richtung ist ausgezeichnet (der Raum ist isotrop), keine Gegend des Kosmos hat Privilegien vor irgend einer anderen Gegend (der Raum ist homogen). Doch für solche Forderungen braucht man keinen Urknall.

Mithin kommen wir zur ersten Alternative zum Urknall-Kosmos:

**Das fraktale Universum** (*T.V. Soucek, Karl-Heinz Rader*)



Es gibt eine Möglichkeit, die Gleichberechtigung im Weltall aufrecht zu erhalten, ohne dass es sich ausdehnen und überall gleich aussehen muss. Diese Möglichkeit kannte Einstein noch nicht, denn sie stammt aus der Chaos-Theorie. Der zentrale Begriff ist der des Fraktals.

Ein **Fraktal** ist ein Gebilde, das zwar nicht an jedem Punkt gleich aussieht, wohl aber auf jeder Hierarchie-Ebene oder Skala nach den gleichen Prinzipien gebaut ist. Es ist, wie die Mathematiker sagen, skalen-invariant. Beispiel: die menschliche Lunge. Sie verzweigt sich in Bronchien, diese wiederum in Alveolen, diese wieder ... ad infinitum. Keine Skala ist vor der anderen ausgezeichnet, die Lunge funktioniert nur, wenn alle Gebilde bis hinab in den molekularen Bereich tätig sind.

Diese Ideen können wir auf den Kosmos übertragen. Es gibt nicht eine Ursache für alles, nicht einen Zeitpunkt, da alles begann, nicht ein geschlossenes Universum, sondern eine Vielzahl nebeneinander existierender, entstehender, wachsender, schrumpfender und vergehender Teil-Gebilde. Auf jeder Skala des Kosmos wirken die gleichen Gesetze: Geburt und Tod, Kampf und Kooperation, Abgrenzung und Zusammenschluss.

Das Weltall ist nicht nur fraktal: Es lebt auch. Denn die Gesetze, welche Elementarteilchen zu Atomen und Atome zu Molekülen zusammenkoppeln, diese Gesetze sorgen auch dafür - auf einer höheren Ebene - dass Zellen sich zu Zellverbänden und zu Organen zusammenfügen, Organe zu Körpern, Körper zu Gruppen, Gruppen zu Sozialverbänden, usw. Und im Weltall geschieht das gleiche: Sterne bilden Galaxien, Galaxien formen lokale Haufen, lokale Haufen schließen sich zu Super-Haufen zusammen, Super-Haufen zu Super-Super-Haufen, diese wiederum zu Kosmischen Zellen ... ad infinitum. Mit anderen Worten: Es gibt keine Grenze der Organisation, doch niemand ist allein für alles verantwortlich. Jeder Teil des Weltalls, auf jeder Skala, entfaltet sein eigenes Le-



ben in seiner eigenen Vielfalt, und wir alle profitieren davon. Das fraktale Universum als Sinnbild einer kosmischen multikulturellen Gemeinschaft ...

Wem diese Vorstellungen zu langweilig sind, dem gefällt vielleicht die nächste Variante:

**Das Alice-im-Wunderland Universum** (*Fred Hoyle*)



Eines der großen physikalischen Geheimnisse lautet: Woher kommen Schwerkraft und Trägheit der Massen? Der österreichische Physiker *Ernst Mach* meinte: Erst die Massen machen andere Massen schwer oder träge. Der britische Astrophysiker, Science-Fiction-Schriftsteller und Querdenker *Fred Hoyle* griff diese Idee auf und behauptete: Wenn ein Teilchen neu entsteht, wiegt es noch gar nichts. Es muss erst die Massen aller anderen Teilchen fühlen, und das dauert. Jedes Ding im Kosmos wird also mit der Zeit schwerer. Folge: Die Schwerkraft, auch innerhalb der Atome, nimmt zu. Also schrumpfen Atome, Moleküle, eben alles, so wie Alice im Wunderland.

So scheint sich alles voneinander zu entfernen, aber in Wirklichkeit werden die Entfernungen größer, weil die Dinge kleiner werden. Auch die Rotverschiebung ergibt sich aus der Zunahme der Gravitation: Die noch leichten, also jungen Atome am Rand des Kosmos haben bei der Erzeugung von Licht noch nicht die Kraft der uns nahen Atome. Also ist das Licht auch "kraftloser", sprich: röter.

Alle bisherigen Varianten räumen der Schwerkraft (Gravitation) den Haupteinfluss bei der Formung aller Objekte im Weltall ein. Variante 3 dagegen geht von einer ganz anderen kosmischen Kraft aus:

**Galaxien aus Plasma** (*Hannes Alfvén*)



Galaxien werden durch elektrische und magnetische Kräfte im intergalaktischen Plasma gebildet, nicht durch die Schwerkraft. Plasma ist der Stoff der Sterne, also ein extrem heißes, elektrisch geladenes, leuchtendes Gas. In ihm können gewaltige Ströme fließen, die ebenso starke elektrische und magnetische Felder erzeugen. Zusätzlich verquirlt sich ein Plasmafaden von selber, so dass komplexe Formen entstehen können und auch stabil bleiben. Auf der Erde sieht man Plasma in Form des Polarlichts.

Mit der Bildung kosmischer Strukturen durch Magnetfelder können die vielfältigen Form von Galaxien erklärt und durch Computersimulationen bestätigt werden. Materie und Antimaterie existieren gleichberechtigt. Treffen sie aufeinander (was häufig geschieht), gibt es viele Mini-Explosionen - das würde die zahlreichen "Gamma-Burster" erklären, die für die Astronomen noch ein Rätsel sind. Sogar die Hintergrundstrahlung wird durch Plasmafäden erzeugt.

Die am besten begründete Alternative zum Urknall-Universum ist **Der ruhende Kosmos** (*William de Sitter* 1917, *Fred Hoyle* und *Jayant Narlikar* 1948)

Bereits 1917 berechnete *de Sitter* ein Weltall, das sich nicht ausdehnt. Die Galaxien können sich beliebig bewegen, der Raum bleibt kompakt und verdünnt sich nicht. Die Rotverschiebung zeigt die Entfernung einer Galaxie, nicht deren Geschwindigkeit. Die Schwerkraft im All verlangsamt die Schwingung von Licht, wodurch es röter wird. Sterne und Galaxien entstehen und vergehen seit ewigen Zeiten. Es gibt keinen Anfang und kein Ende. Die Hintergrundstrahlung ist gewöhnliches Licht, das sich an Eisennadeln bricht, die von Supernovae ins All geschleudert werden.

Mit dieser Idee werden wir uns im nächsten Kapitel beschäftigen.

# **Der Ewige Kosmos**

## **oder**

### **Warum Licht ermüdet**

*Der große Weg ist einfach,  
aber die Menschen ziehen die Umwege vor  
Lao Tse: Tao Te King*

Der junge Albert Einstein war von einer Idee fasziniert: Wie fühlt es sich an, auf einem Lichtstrahl zu reiten? Die jahrelange Beschäftigung mit diesen Fantasien brachte ihn schließlich zu seiner Relativitätstheorie. Zu dieser Zeit - um 1900 - kannte allerdings noch niemand die gigantischen Entfernungen im Kosmos. Darum wollen wir Einsteins Gedankenexperiment mit dem heutigen Wissen wiederholen.

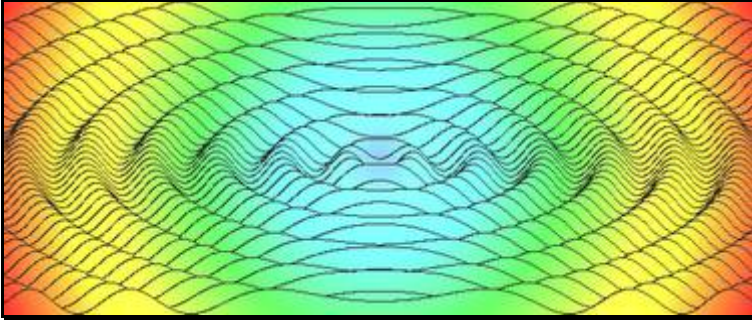
Stellen Sie sich also vor, Sie wären ein Lichtteilchen (Foton), das in einer weit entfernten Galaxis geboren wurde und sich jetzt auf den Weg zur Erde macht. Stellen Sie sich weiter vor, diese Reise dauere nicht nur ein Jahr, auch nicht tausend Jahre, nicht eine Million Jahre, auch keine Milliarden Jahre. Nein, das einsame Foton ist zehn Milliarden Jahre unterwegs - so weit sind die gerade noch sichtbaren Leuchtobjekte in unserem Kosmos von uns entfernt. Würden Sie als Foton nicht auch irgendwann müde werden und einen Teil Ihrer Lebensenergie verlieren?

Wenn das der Fall wäre, wie würde sich dies auswirken? Ein Jogger, dem die Puste ausgeht, wird langsamer und langsamer, bis er stehen bleibt oder ins Gras beisst. Licht aber kann nicht langsamer werden, dann wäre es kein Licht mehr. Seine Energie ist nicht von der Geschwindigkeit abhängig (die ist immer gleich), sondern von der Wellenlänge oder Frequenz. Zu Beginn des 20.

Jahrhunderts fand *Max Planck* die Formel  $E = h\nu$ , die Grundlage der Quantenphysik. Sie besagt: je höher die Frequenz  $\nu$  ("ny") einer Welle, desto mehr Energie  $E$  besitzt sie. Auf das Licht übertragen: Rotes Licht ist energetisch schwächer, blaues Licht hat mehr Energie. Das merken wir beispielsweise, wenn wir uns bestrahlen.

Liegen wir unter einer Infrarot-Lampe, erwärmt sich die Haut auf angenehme Weise, aber sonst geschieht nichts, und wenn wir versehentlich ins Licht schauen, tut das den Augen nicht weh. Ganz anders, wenn wir unter UV-Lampen liegen. Die Gefahr eines Sonnenbrands ist groß, und dicke Brillen schützen unsere Netzhaut vor der verheerenden Wirkung dieses Lichts. Noch schlimmer wirken Röntgenstrahlen (sehr hohe Frequenz), während Radiowellen (niedrige Frequenz) uns jederzeit durchdringen, ohne irgendwelche Spuren zu hinterlassen.

Würde Licht also in irgendeiner Form "ermüden", dann würde sich seine Farbe ändern, von blau in Richtung rot. Je weiter entfernt eine Galaxis von uns ist, desto röter müsste uns ihr Licht erscheinen, desto größer müsste ihre Rotverschiebung sein. Und genau das ist der Fall. 1929 entdeckte der Astronom *Edwin Hubble* diesen Zusammenhang, und sein Kollege *Fritz Zwicky* deutete diese Beziehung im gleichen Jahr als "Ermüdung" des Lichts durch Streuung an interstellaren und intergalaktischen Gasresten und Staubpartikeln. Später befürwortete auch Hubble diese Idee. In einem Brief an den Physiker R. A. Milikan vom 15. Mai 1953 schrieb Hubble: "Ich stimme mit Ihnen überein, dass die Hypothese der Lichtermüdung einfacher und weniger irrational ist." Einfacher und weniger irrational als was?



*Rotverschiebung: Je weiter das Licht von einer Quelle (z.B. einer Galaxis) wahrgenommen wird, desto "röter" erscheint es. Über die Ursache streiten die Gelehrten: Es kann von einer "Flucht" der Galaxis ("Doppler-Effekt") herrühren oder von einer "Ermüdung" des Lichts durch die lange Reise im Weltall*

Tatsache ist: Die Deutung der "kosmologischen Rotverschiebung" als Ermüdung des Lichts finden Sie in keiner offiziellen Verlautbarung zum Zustand des Kosmos. Denn alle Welt glaubt, das rote Licht weit entfernter Objekte wäre zurück zu führen auf eine Flucht der Galaxien vor uns. Denn bewegt sich ein Objekt auf uns zu oder von uns weg, ändert sich ebenfalls seine Farbe auf Grund eines physikalischen Effekts, der nach seinem Entdecker *Christian Doppler* als Doppler-Effekt bezeichnet wird. Sie kennen ihn alle: Nähert sich ein Einsatzwagen mit Martinshorn, klingt der Ton höher als normal. Das entspräche, auf das Licht übertragen einer Blauverschiebung. Entfernt sich der Wagen wieder, klingt der Ton plötzlich tiefer - das Äquivalent zur Rotverschiebung.

Der Doppler-Effekt ist eine bekannte Erscheinung, ja, eine Alltags-Erfahrung. Für die Ermüdung des Lichts dagegen spricht nur unser Gefühl (wir werden ja auch müde), und Gefühle sollten in der Wissenschaft nichts zu suchen haben. Wer sollte eigentlich am Energieverlust des Lichts bei der Wanderung durch die ewigen Räume des Kosmos schuld sein? Zwei Mechanismen kommen dafür in Frage:



Der erste Effekt ist die Streuung von Licht an Gas- und Staubmolekülen, die überall vorhanden sind. Das war die ursprüngliche Idee von Zwicky. Indes, wenn Licht seine Energie durch Streuung verliert, müssten weit entfernte Galaxien verschwommen erscheinen, was sie aber nicht tun. Doch der Einwand ist nicht berechtigt. Der Astronom *Paul Marmet* vom Herzberg Institute of Astrophysics des Nationalen Forschungsrats in Ottawa (Kanada) weist darauf hin, dass Objekte in klarer Luft auch klar bleiben, obwohl es dabei zu Milliarden Zusammenstößen der Lichtteilchen mit Luftteilchen kommt. Die Streuung des Lichts bewirkt offenbar keine Ablenkung, nur eine Verzögerung durch Absorption und Re-Emission von Licht an Luftmolekülen. Mit anderen Worten: Licht wird von Gas- und Staubteilchen verschluckt und wieder ausgespuckt - genau in der Richtung seiner Reise.

Weil diese Zusammenstöße nicht immer elastisch sind, gibt das Licht nach Marmet einen Teil seiner Energie an das Molekül ab. Diese Energie wird dann in Form einer äußerst langwelligen Radiowelle mit 1000 km Wellenlänge wieder abgeschickt. Niemand kann solche Radiowellen aufspüren - bisher. Und im Weltall existiert sehr viel neutraler Wasserstoff, der durch die üblichen Methoden der Astronomen nicht beobachtet werden kann. Er könnte dem Licht die Energie rauben.

Marmets Thesen sind vorläufig nur Thesen. Das gilt indes nicht für den zweiten Mechanismus, der dem Licht Energie entzieht: Er ist durch Beobachtung und Experiment verbürgt. Wir meinen die Wirkung der überall vorhandenen Schwerkraft. Sie raubt dem Licht seine Stärke. Wiederum war es Einstein, der als erster auf diesen Effekt hinwies, und wieder war die Grundlage eine Formel, die durch Einstein berühmt wurde (und er durch sie):  $E = mc^2$ . Um diese Energieformel auf eine Kraft anwenden zu können, muss die Kraft (die Schwerkraft oder Gravitation) erst in eine Energieform verwandelt werden. Das gelang bereits so klugen Köpfen wie *Euler* und *Lagrange*: Sie entwickelten die mathematische Theorie der "Potentiale". Ein Potential ist eine Art Energie-

topf, aus dem Energie geschöpft und Kräfte frei gesetzt werden können. So besitzt jeder Himmelskörper ein Potential an Schwerkraft, das sich in Energie verwandeln lässt - beispielsweise, wenn ein Körper emporgehoben wird und anschließend herunter fällt oder -rollt.

Verlässt ein Lichtteilchen ein Gravitations-Potential, kämpft es also gegen die Schwerkraft an, dann geht Energie verloren. Und verlorene Energie bedeutet, wie wir wissen, eine Verschiebung der Lichtfarbe in Richtung rot. Soweit die Theorie. Nun zu ihrer Bestätigung. Zweierlei spricht dafür:

1. Die "gravitative Rotverschiebung" wurde beim Stern Sirius B, einem "Weißen Zwerg" (das sind sehr dichte, sehr kleine Sterne) tatsächlich beobachtet.
2. Ein Experiment von *Pound* und *Rebka* 1962, durchgeführt mit einer sehr exakten Gammastrahlenquelle am 23 m hohen Turm der Harvard Universität, bestätigte die ermüdende Wirkung der Schwerkraft.

Damit ist bewiesen: Die überall im Kosmos wirksame Schwerkraft verringert die Energie von Licht. Indes, dieser Effekt ist sehr klein - er kann die kosmologische Rotverschiebung nicht erklären. Noch nicht. Eine Kleinigkeit fehlt noch.

Die hat der amerikanische Physiker *James Paul Wesley* nachgeliefert. Der Schlüssel zur Erklärung ist wieder die berühmte Formel  $E = mc^2$ . Sie besagt, in der einen Richtung gelesen, dass Masse Energie enthält, also in Energie verwandelt werden kann, z.B. bei der Kernspaltung. Liest man die Formel umgekehrt (und das Gleichheitszeichen erlaubt eine solche Interpretation), dann bedeutet dies, dass Energie auch Masse besitzt, also beispielsweise einer Beschleunigung Widerstand entgegen setzt (träge Masse) oder durch die Schwerkraft beeinflusst wird (schwere Masse). Man muss also, so Wesley's Argumentation, zur Energie der Schwerkraft (zu ihrem Potential) ihre geringfügige, aber doch wichtige Masse gemäß der Einsteinschen Formel hinzufügen.

Mit diesem neuen Gravitationsgesetz konnte Wesley nicht nur die Trägheit erklären, und zwar als Einwirkung der Schwerkraft aller Massen des Universums - es ergibt sich zusätzlich auch noch die kosmologische Rotverschiebung als eine Ermüdung des Lichts durch die Schwerkraftwirkung aller kosmischen Massen. Das heißt: Lichtenergie wandelt sich in Schwerkraft um - je mehr Gravitationspotentiale das Licht überwinden muss, desto mehr "Zoll" in Form von Energie und Farbe muss es zahlen. Und so wird es röter, und wir brauchen keinen Dopplereffekt als Erklärung, keine Flucht der Galaxien, mithin auch keine Urknallhypothese.



Ein Universum, in dem Licht ermüdet, braucht keinen Anfang und kein Ende. Es lässt Raum für einen Ewigen Kosmos. Doch in der renommierten Wissenschaftspublikation "Science" erschien vor einiger Zeit ein Artikel ("Tired-Light' Hypothesis Gets Re-Tired"), wo die These vom müden Licht durch Beobachtungen des Hubble-Weltraum-Teleskops angeblich widerlegt wurde. Abgesehen davon, dass sofort ein historischer Fehler auffällt: Hubble hat die von ihm beobachtete Rotverschiebung nicht als Galaxienflucht gedeutet; abgesehen davon wird die These vom müden Licht mit der These von der Galaxienflucht widerlegt, die als wahr vorausgesetzt wird - eine Logik, die eines *Lewis Carroll* ("Alice im Wunderland") würdig ist!

Interpretiert man die kosmologische Rotverschiebung als Lichtermüdung, fällt automatisch eine Erscheinung weg, die als Olber'sches Paradoxon den Astronomen Kopfzerbrechen bereitet. Schon Kepler wusste davon, der deutsche Astronom *Heinrich Wilhelm Matthäus Olbers* hat die Sache 1823 konkretisiert. Kurz gesagt: Rein theoretisch müsste es nachts hell sein. Machen wir uns die Sache an einem Beispiel klar. Nehmen wir der Einfachheit halber an, in einer Entfernung von 10 Lichtjahren rund um die Erde gibt es 100 Sterne, die alle gleich stark leuchten sollen. In der doppelten Entfernung (20 Lichtjahre) leuchten die Sterne nur noch mit  $\frac{1}{4}$  der Leuchtstärke, denn die Lichtstärke nimmt mit dem Quadrat der Entfernung ab. Andererseits gibt es in der doppelten Entfernung aber auch viermal so viele Sterne, wie man sich durch Abzählen von Äpfeln und Birnen (oder Nüssen und Erbsen, oder Bäumen in einem Wald) in einem selbst gebastelten Modell überzeugen kann. Die beiden Effekte - Abnahme der Leuchtkraft, Zunahme der Sterne - heben einander exakt auf. Und das bedeutet: In jeder Richtung gibt es unendlich viele Sterne, und der Himmel müsste nachts genauso hell sein wie tagsüber. Natürlich gibt es nicht unendlich viele Sterne, aber außerhalb unserer Galaxis existieren weitere Galaxien bis hinaus an den Rand des sichtbaren Universums. Also bleibt das Argument bestehen.

Doch wenn Licht ermüdet, kann es nächtens dunkel bleiben, wie es auch tatsächlich der Fall ist. Denn weit entfernte Leuchtobjekte strahlen zwar noch, aber nicht mehr im sichtbaren Bereich, und damit verschwindet auf natürliche Weise das Paradoxon des hellen Nachthimmels.

Andrerseits muss sich ein Ewiger Kosmos mit dem Problem auseinander setzen, wie es mit ihm nach langer Zeit weiter geht. Denn irgendwann ist der letzte Wasserstoff verbraucht, es können sich keine Sterne mehr bilden, der Kosmos versinkt in Chaos und Finsternis. Gesucht ist also ein Mechanismus der ewigen Verjüngung. Der könnte so aussehen: Licht gibt bei seiner Wanderung durch die Tiefen des Alls einen Teil seiner Energie an die Schwerkraft ab, deren Energieanteil also steigt. Nach der Einsteinschen Formel kann sich aus Energie Materie bilden, wie bereits im Labor beobachtet: Ein energiereicher Gammastrahl verwandelt sich in ein Elementarteilchenpaar, in ein Elektron und ein Positron. Ein solcher Prozess ist aber bei Gravitationsenergie noch nicht beobachtet worden (und auch schwer vorstellbar). Zudem brächte er nicht viel, denn Elektron und Positron sind Antiteilchen zueinander, was bedeutet, dass sie sich sofort wieder vereinigen und in einem Lichtblitz zerstrahlen. Wie auch immer, hier haben die Theoretiker noch einiges zu tun.

Nun ist es keineswegs so, dass die beiden Thesen - Galaxienflucht (Doppler-Effekt) gegen müdes Licht - einander ausschließen müssen. Es kann ja beides zutreffen. Für die Wissenschaft ist es indes einfacher, zunächst von einer These auszugehen und ihre Konsequenzen zu durchdenken. Probieren wir's!

- Die Konsequenzen der Urknall-Hypothese liegen darin, dass die ganze Welt irgendwie immer in Eile ist. Es blieb - im kosmischen Maßstab - sehr wenig Zeit, all die wunderbaren Strukturen zu bilden, die wir am Nachthimmel entdecken und die sich über Hunderte Millionen von Lichtjahren im All erstrecken. Zudem muss

die Urknall-Welt eines Tages wieder sterben: Entweder folgt auf den "big bang" ein "big crash" (ein großer Zusammenbruch), wenn der Kosmos eines Tages sich nicht mehr ausdehnt, sondern alles wieder in sich zusammen stürzt. Oder aber die Welt dehnt sich ins Unendliche, bis alles in einer Hölle des ewigen Eises und der tödlichen Kälte vergangen ist und nur noch Schwarze Löcher und erloschene Sterne durch ein lebloses All treiben.

- Die Konsequenzen der These vom müden Licht sind viel angenehmer: Die Welt existiert seit Ewigkeiten, es gibt unendlich viele Universen, alle haben sie Zeit, sich zu entfalten. Es gibt keinen Anfang und kein Ende, doch überall im Weltall blüht Leben. Was an einer solchen Auffassung so ketzerisch ist? Das fragte sich sicher auch schon der mittelalterliche Philosoph *Giordano Bruno*, der ähnliche Gedanken vertrat und dafür von der Kirche verbrannt und von den Gelehrten ignoriert wurde.

So beschert uns die kleine Modifikation einer alten Formel ein Universum, das seit Ewigkeiten existieren kann, in dem sich Leben entwickelt und wieder vergeht, wo alles Zeit und Muße hat, sich zu entfalten, wo es viele Katastrophen, aber keinen "Urknall" und auch kein gewaltsames Ende gibt. Die These vom müden Licht verschafft uns eine philosophische Gelassenheit, die uns der Urknall verwehrt.

## Literatur

*'Tired-Light' Hypothesis Gets Re-Tired.* Science Vol 292, 29 June 2001, Seite 2414

Assis, A.K.T.; Neves, M.C.D.: *The Redshift revisited.* Astrophysics and Space Science 227: 13-24, 1995

Assis, André Koch Torres; Neves, Marcos Cesar Danhoni: *History of 2.7 K Temperature Prior to Penzias and Wilson*. APEIRON vol. 2 Nr. 3 July 1995, 79-84

Fahr, Hans-Jörg: *Der Urknall kommt zu Fall. Kosmologie im Umbruch*. Franckh-Kosmos, Stuttgart 1992

Fahr, Hans-Jörg: *Universum ohne Urknall. Kosmologie in der Kontroverse*. Spektrum Verlag, Heidelberg 1995

Fahr, Hans-Jörg: *Die Illusion von der Weltformel*. Haag + Herchen Verlag, Frankfurt 2000

Rader, Karl-Heinz: *Absage an den Weltuntergang. Eine Geschichte großer Hoffnung für das Leben*. Snayder Verlag, Paderborn 1999

Ripota, Peter: *Der Kosmos lebt ewig!* PM 11/01, S. 12-21

Soucek, T.V.: *Ungleichheit vom Uratom zum Kosmos: Das Schneeflockenprinzip*. Universitas Verlag, München 1988

Wesley, James Paul: *selected topics in Advanced Fundamental Physics*. Benjamin Wesley, 78176 Blumberg, Weiherdammstr. 24, 1991

Wurm, Günter und Helmtrud: *Die Urknall Lüge*. Stephanie Naglschmid, Stuttgart 1998