

Werner Holzmüller

## **Energietransfer und Komplementarität im kosmischen Geschehen**

Das jetzt allgemein anerkannte Standardmodell der Entwicklung des Kosmos beruht auf der speziellen Relativitätstheorie. Ausgehend von einem vierdimensionalen Raum-Zeit-Modell wird, den Einsteinschen Feldgleichungen folgend, unter Zugrundelegung der Euklidischen Geometrie (flacher Fall) und einem fiktiven Mittelpunkt eine expandierende Welt angenommen. Dieses dogmatische, in allen Lehrbüchern vertretene Modell beruht auf der Deutung der gemessenen Rotverschiebung der Spektrallinien durch Dopplereffekt und der daraus abgeleiteten Fluchtbewegung der Sterne nach außen hin. Die gegenwärtige Lage der Kosmologie gleicht völlig der früheren Atomphysik, als man zur Deutung der Stabilität der aus Kernen und Elektronen bestehenden Atome nur die Zentrifugalkraft der angeblich um den Kern kreisenden Elektronen zur Verfügung hatte. Erst die Quantenphysik befreite die Wissenschaft von diesem, nur auf einem einzigen Effekt zurückgeführten Atommodell.

Wie im folgenden gezeigt wird, erklärt das statische, aus der Allgemeinen Relativitätstheorie folgende, in sich gekrümmte, endliche Einsteinsche Weltmodell ebenfalls die beobachtete Rotverschiebung der Spektrallinien, ohne die phantastischen Folgerungen eines inflationären Urknallgeschehens.

Die grundlegenden, auf der Tensorrechnung beruhenden 12 Feldgleichungen Einsteins führen zu folgenden unwiderlegbaren Ergebnissen:

1. Die Energie  $E$  und die Masse  $m$  sind durch die Beziehung  $E = m c^2$  miteinander verknüpft und völlig gleichwertig. Auch die Photonen besitzen eine fiktive, der Gravitation unterliegende Masse  $m = h\nu/c^2$ .
2. Die mögliche Höchstgeschwindigkeit im Weltgeschehen ist die Lichtgeschwindigkeit  $c$ .
3. Jeder Punkt des in sich gekrümmten Weltalls ist gleichzeitig dessen Mittelpunkt. (Kosmologisches Postulat)
4. Das reversible Geschehen aller sich gegeneinander bewegenden Systeme (Translation und Rotation) gehorcht der Lorentztransformation. (Irrever-

sible, das heißt zeitlich richtungsbezogene Prozesse verlangen eine, die Nichtspiegelbarkeit an der Gegenwartsebene wiedergebende Korrektur.)

5. Die verschiedenen Energieformen: kinetische Energie, Gravitationsenergie, thermische Energie, alle Formen der durch schwache und starke Kräfte gekennzeichneten atomaren und molekularen Energien (einschließlich der Kernbindungen) und die mit stationären Feldern verknüpfte elektrostatische Repulsion und die alle Wellenlängen umfassende elektromagnetische Strahlungsenergie sind völlig gleichwertig und gehen je nach den äußeren Bedingungen reversibel oder irreversibel ineinander über.

Die Allgemeine Relativitätstheorie, insbesondere die Existenz einer statischen, in sich gekrümmten, endlichen Welt, bestimmt das kosmische Geschehen:

1. Es existiert eine Perihelbewegung der elliptischen Umlaufbahnen der Planeten, die im Falle des Merkur exakt bewiesen wurde.
2. Die Wechselwirkung zwischen der Gravitation und der fiktiven Masse der Photonen führt zu einer Bahnkrümmung der Lichtstrahlen in der Nähe kosmischer Objekte. Das wird z.B. bei Sonnenfinsternissen exakt beobachtet.
3. Das in der Nähe von Galaxien verstärkte kosmische Gravitationsfeld wirkt wie eine Linse (Gravitationslinse) auf die fiktiven Massen der Photonen, die in Sternen hinter den ablenkenden Galaxien ihren Ursprung haben. Das führt zu einer quasioptischen (ringförmigen) Abbildung des Sternes für einen irdischen Beobachter.
4. Das sich über das ganze Universum erstreckende Gravitationsfeld aller kosmischen Objekte bewirkt einen sehr allmählichen, irreversiblen Übergang der Energie der Photonen (Rotverschiebung) an dieses Feld, gegeben durch das Hubblegesetz. Damit entfallen die unverständlichen, mit den Naturgesetzen nicht im Einklang befindlichen Annahmen über das Urknallgeschehen. Der Beweis der Aussage 4 wird im folgenden erbracht.

Behauptung: Das Lichtquant mit der fiktiven Masse  $h\nu/c^2$  reagiert mit dem kosmischen Gravitationsfeld irreversibel unter Frequenzabnahme bei seinem Weg durch das All. (Begründung für die Irreversibilität: Das Gravitationsfeld emittiert niemals Photonen.)

Da wegen der maximal möglichen Geschwindigkeit  $c$  das Gravitationsfeld des Photons diesem selbst niemals vorausereilen kann, ist dieses Feld bezogen auf unser Inertialsystem dem Photon gegenüber asymmetrisch. Bild 1 verdeutlicht, wie das Photon von den Objekten des Vergangenheitsraumes scheinbar zurückgezogen wird. Es besteht mit den in der Zukunft zu errei-

chenden Gebieten keinerlei Wechselwirkung. Das gilt für alle irreversiblen Prozesse. (Die Reibung will einen bewegten Körper ebenfalls zurückziehen.) Es kann deshalb dem Newtonschen Gesetz entsprechend nur mit dem Vergangenheitsraum reagieren. (Ausführliche Begründung in: W. Holzmüller, Hat Einstein recht?<sup>1</sup>)

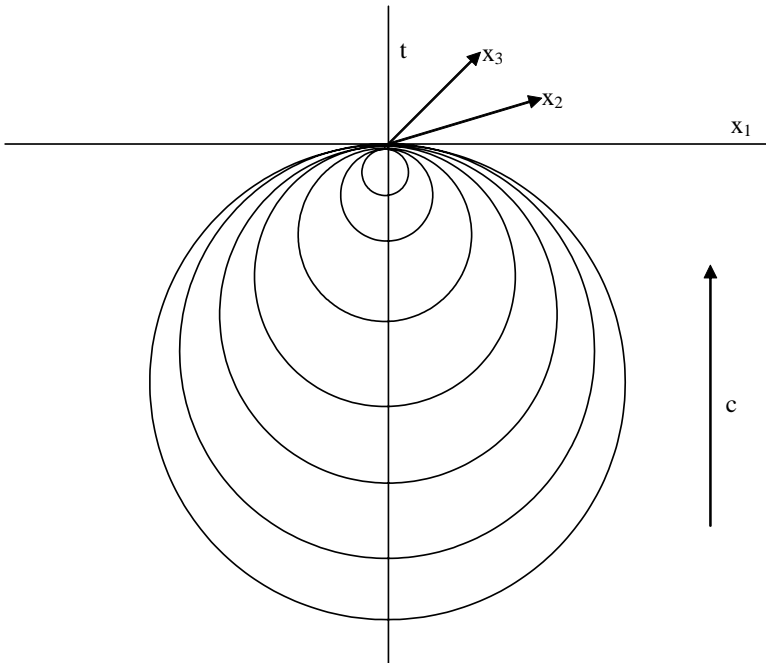


Bild 1: Ein Photon bewegt sich mit der Geschwindigkeit  $c$  und erzeugt im Inertialsystem der Sternwelt ein in den Vergangenheitsraum gerichtetes Gravitationsfeld.

Das Newtonsche Kraftgesetz liefert die umgesetzte Energie  $E$  des Photons:  $E = G M_1 M_2 / r$ , wenn sich beide Körper aus großer Entfernung bis zum Abstand  $r$  nähern. Für das Photon gilt also:

$$E = \int_{R_0}^R G(2/\pi) \left[ (R-r)/R \right] \left( h\nu_0 / c^2 \right) 4\pi r^2 \rho (dr/r)$$

1 Werner Holzmüller: Hat Einstein recht? Versuch einer Kosmologie. In: „Synergie. Syntropie. Nichtlineare Systeme“. Hrsg. von W. Eisenberg [u.a.]; Bd. 5. Verlag im Wissenschaftszentrum Leipzig, 2000

Dabei sind:  $G$  die Gravitationskonstante  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ ,  $2/\pi$  der mittlere  $\cos$  des Winkels zwischen Lichtweg und Gravitationskraft, während der Faktor  $(R-r)/R$  zum Ausdruck bringt, daß die Frequenz des Lichtes bei dem Weg durch das All durch Energieabgabe (Rotverschiebung) linear abnimmt (Hubble). Wir setzen für die Dichte  $\rho$  des Kosmos den mittleren Literaturwert  $0,75 \cdot 10^{-25} \text{ kg/m}^3$  ein und finden nach Integration bis  $R$  ( $R_0$  ist vernachlässigbar klein) für  $R = 1,16 \cdot 10^{26} \text{ m}$  die durch Übergang an den Weltraum übertragene Energie  $E = h\nu_0$ . Die Rechnung ergibt, daß durch Rotverschiebung bis zur Frequenz 0 nach einem Weg  $R = 1,16 \cdot 10^{26} \text{ m}$  durch das All die Photonenenergie restlos an das Gravitationsfeld des Kosmos übergegangen ist und das Hubblegesetz volle Gültigkeit besitzt. Das Licht verschwindet vollständig über eine Entfernung, die dem Weltradius der in sich gekrümmten Einsteinwelt entspricht und kann keine Informationen über diesen Weg hinaus übermitteln.

Bekanntlich ist die Hubble-Konstante  $H$  leicht durch die Beziehung  $H = (c/R)$  zu berechnen. Multipliziert man den erhaltenen Wert mit dem Zahlenfaktor  $3,08 \cdot 10^{19}$ , so erhält man  $H$  in den gebräuchlichen Maßeinheiten. In unseren Fall entsteht  $H = 79 \text{ km/s}$  je Megaparallaxensekunde in sehr guter Übereinstimmung mit den beobachteten Werten. Dabei darf nicht vergessen werden, daß die Dichte der Massenverteilung im All ungenau bekannt ist und unser Ergebnis deshalb nur eine Genauigkeit von  $\pm 20\%$  besitzt. Unsere Rechnung bestätigt das Hubble-Gesetz.

Die Rechnung und Überlegung zeigen, daß die Allgemeine Relativitätstheorie Einsteins nicht nur durch die Perihelbewegung der Planetenbahnen, die Lichtablenkung durch die Gravitationsfelder der Fixsterne (Sonnenfinsternisse), die Wirkung der Gravitationsfelder der Galaxien als Linsen für das Licht der hinter den Galaxien befindlichen Sterne, sondern auch durch die beobachtete Rotverschiebung, verbunden mit einem irreversiblen Energieübergang an das kosmische Gravitationsfeld bewiesen wird. Unter der Annahme einer zyklischen Entwicklung der Sterne entsteht aus der Gravitationsenergie im All kinetische Energie, die sich im ewigen energetischen Gleichgewicht in andere Energieformen umsetzt. Insbesondere entstehen im Zyklus der Sterngeschichte bei Sternkollisionen, (z.B. bei Supernovaeerscheinungen) alle möglichen Energiearten, auch atomare Neubildungen.

Das Modell einer statischen Welt im Sinne der Allgemeinen Relativitätstheorie und der Vorstellungen Hoyles erlangt erst dann allgemeine Beachtung und Anerkennung, wenn gezeigt wird, daß auch die anderen, das zur Zeit geltende Standardmodell stützenden Beobachtungen gedeutet werden. Das ist

in der Monographie „Hat Einstein recht?“<sup>2</sup> des Verfassers geschehen und soll hier kurz erläutert werden.

Als Max von Laue seine Vorstellung über die gemessene Hintergrundstrahlung von 3 K als Residuumstrahlung des Urknallgeschehens veröffentlichte, war die jetzt ermittelte starke Belegung des Alls mit Kalkkörpern und erkaltetem kosmischen Staub noch unbekannt. Man kann nun auf Grund der bekannten Strahlungsgesetze berechnen, daß nahezu alle erkalteten Objekte des Alls, die sich wegen der geringen Raumerfüllung des Kosmos mit Sternen weitab von ihrem nächsten leuchtenden Fixstern befinden, durch die Absorption des ihnen zugestrahlten Lichtes aller entfernten Fixsterne eine Gleichgewichtstemperatur von 3 K annehmen. Sie absorbieren aus der Strahlungskugel jedes Sternes jeweils eine dem Quadrat ihres Radius entsprechende Scheibe und emittieren im Gleichgewicht wiederum eine dem Quadrat ihres Radius proportionale Strahlung, so daß jeder Kalkkörper im Kosmos (Staub oder Riesenstern) durch die Zustrahlung aller leuchtenden Objekte im thermischen Gleichgewicht die gleiche Temperatur von 2,7 K annimmt. Da der Anteil der Kaltmassen wahrscheinlich die der leuchtenden Sterne übertrifft, führt im bestehenden thermischen Gleichgewicht die Emission der 3 K-Strahlung nach Stefan-Boltzmann zu der beobachteten „Reststrahlung“.

Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik verlangt den Ausgleich der Temperaturgegensätze im Kosmos, also einen, in endlicher Zeit eintretenden Wärmetod. Besteht aber die Welt nach Einstein schon unendlich lange, müßte dieser Zustand schon längst eingetreten sein, besonders da der Einsteinsche in sich gekrümmte Kosmos ein geschlossenes System darstellt. Für den nicht eingetretenen Wärmetod gibt es verschiedene Deutungen.

Schon Max von Laue zeigte, daß die kosmischen Objekte den Molekülen eines Gases gleichen, die auch im thermischen Gleichgewicht Schwankungen der Geschwindigkeit aufweisen (Geschwindigkeitverteilung). Im kosmischen Geschehen sind diese Schwankungen sehr viel größer und werden von uns als Ungleichgewicht gedeutet.

Weiterhin setzt die Abgeschlossenheit eines Raumes die Möglichkeit zum Energieaustausch innerhalb dieses Raumes voraus (im Kosmos nur durch Strahlung). Wir zeigten aber, daß die strahlende Energie durch Übergang an das kosmische Gravitationsfeld verschwindet. Damit ist das Universum in bezug auf Energieausgleich durch Strahlung kein abgeschlossener Raum.

---

2 s. a.a.O.

Letztlich ist der die Sterngeschichte wesentlich gestaltende Kollaps von Sternsystemen besonders im zentralen Bereich der Kollapsen mit Energieumsetzungen bis  $10^{46}$  Joule (Supernova) und der Bildung energetisch gänzlich abweichender Systeme verknüpft. Dabei bilden sich abtrennbare Bereiche unterschiedlichster Zusammensetzung und unterschiedlichstem Verhalten, so daß die Aufrechterhaltung der Vorstellung einer Entropiezunahme in dieser uns gänzlich unbekanntem kosmischen Katastrophenwelt abwegig ist.

Der letzte Einwand gegen die Einsteinsche statische Welt ist die bisher noch nicht erfolgte Deutung einer den Gravitationskollaps aller Sterne verhindernden kosmologischen Konstante Einsteins  $\kappa \neq 0$ . Treder konnte zeigen, daß die Oberflächenladung leuchtender Sterne neutral ist, also ein eventuell bestehendes, durch freie Elektronen im All hervorgerufenen repulsives elektrisches Feld auf die Sternenwelt keinen Einfluß hat. Die von Steenbeck und Alfvén nachgewiesenen magnetischen Felder verlangen aber nach Maxwell elektrische Ladungsverschiebungen im Raum, also die Existenz freier Elektronen. Es zeigt sich nun, daß die auf die Masse der Elektronen wirkende Gravitation in Sternnähe gegenüber den sehr starken elektrostatischen Repulsionskräften im Gleichgewicht eine Verdichtung der Verteilung freier Elektronen im All bewirkt. Um die Sterne bilden sich mit diesen gekoppelte Elektronenwolken, die einen Gravitationskollaps der Sternenwelt verhindern und eine kosmologische Konstante im Sinne Einsteins von etwa  $\kappa \sim 10^{-40}$  ergeben.

Die hier kurz besprochenen und von neuen Beobachtungen bestätigten Erscheinungen werden in der genannten Monographie ausführlich erläutert und führen zu der in einer ewig bestehenden Welt sich ständig wiederholenden Sterngeschichte (zyklisches Weltgeschehen). Diese enthält das bekannte Hertzsprung-Russell-Diagramm, wird aber ergänzt durch einen bisher wenig erforschten, sehr langen Lebensabschnitt jedes Sternes als kalter Himmelskörper.

In den Bildern 2 und 3 ist die in etwa 10 Milliarden Jahren ablaufende Geschichte sonnenähnlicher Sterne eingetragen. Alle Energieformen sind gleichwertig und gehen ineinander über. Gesamtenergie und Impuls bleiben unverändert und werden zwischen kosmischen Objekten gesetzmäßig ausgetauscht. Im bestehenden energetischen und entropischen Gleichgewicht gelten die bekannten Erhaltungssätze. Dabei ergibt sich, daß die zwischen allen kosmischen Objekten bestehende Gravitationsenergie mit der durch Multiplikation der bekannten Gesamtmasse aller Sterne und des kosmischen Staubes von etwa  $10^{53}$  kg annähernd berechneten kosmischen Gravitationsenergie unter Zugrundelegung der Einsteinformel  $E = m c^2$  identisch ist.

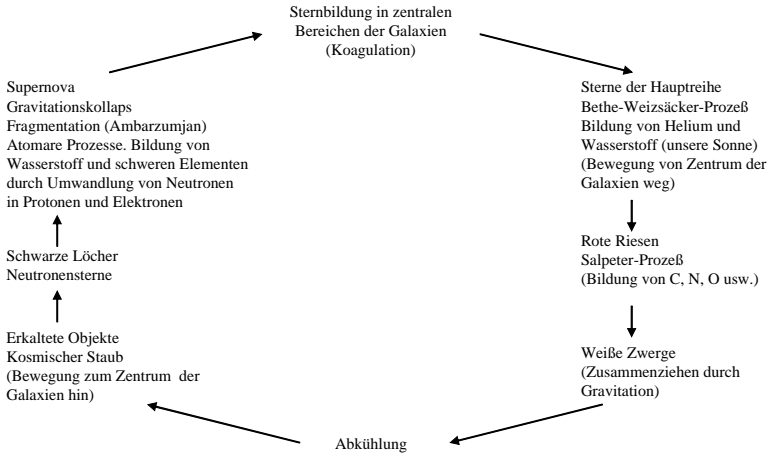


Bild 2: Modell zur Sterngeschichte

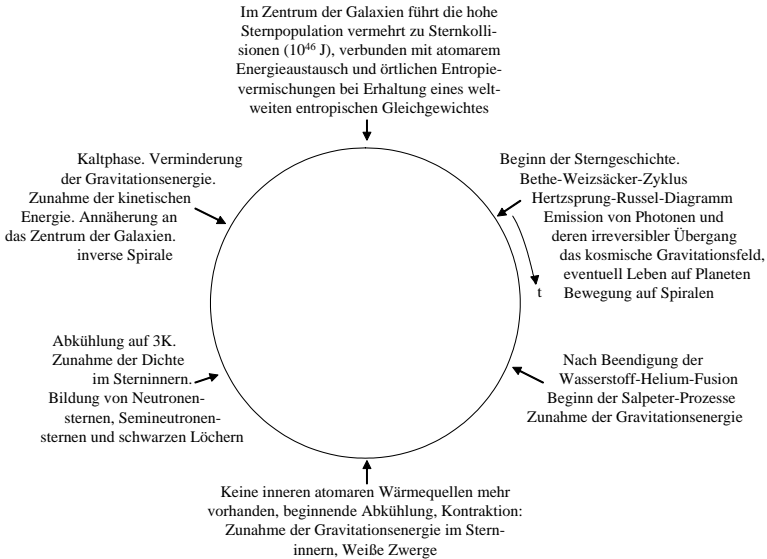


Bild 3: Energieumsetzungen und Sterngeschichte

Für wechselseitige Zusammenhänge dieser Art führte Niels Bohr den Begriff Komplementarität ein. Das wurde zunächst auf das Licht, das uns als Welle oder Korpuskel erscheint, angewendet und dann auf hermetisch zugeordnete Größen: Ort und Impuls oder Energie und Zeit übertragen, wobei die Heisenbergsche Ungenauigkeitsrelation verlangt, daß ein Austausch dieser komplementären Größen Abweichungen von  $n h$  bedingen.

C. F. von Weizsäcker spricht von einer materiellen und einer übergeordneten geistigen Welt, wobei man ebenfalls z.B. Musikinstrument und Notenbild als Komplementär zu der damit materiell gespeicherten und eine geistige Größe darstellenden Sinfonie auffassen kann. Dasselbe gilt für die Desoxyribonukleinsäure als materiellem Träger und der Speicherung des genetischen Erbschatzes oder für Gehirn und Neuronen als Träger von Bewußtsein und Gedächtnis.

Ebenso kann man die verschiedenen Erscheinungsformen der ineinander überführbaren Formen der Energie als zueinander komplementär auffassen. In einem abschließenden, kurzen Abschnitt geschieht das für die Gesamtmasse und Gravitationsenergie des Kosmos.

Wir beweisen unter Benutzung der Einstein-Beziehung  $E = m c^2$ , daß die gesamte Gravitationsenergie des Kosmos zu der Gesamtmasse  $m$  aller Sterne, einschließlich geschätzter nicht strahlender Körper, völlig gleichwertig ist, uns also die Materie in der bisher geläufigen Form aber auch als Gravitationsenergie erscheint. Das ist völlig analog zum Licht, das wir auch als Welle und als Korpuskel kennen. Damit wird die Frage nach dem Wesen der Gravitation sinnlos und auf die Kantsche Frage nach dem Sinn des Dinges zurückgeführt. Je nach Beobachtungsmodus treten uns Körper als Massen oder als Gravitationsfelder (Schwarze Löcher, Neutronensterne) gegenüber. Wir berechnen die Gravitationsenergie  $E$  der Welt, indem wir einem wachsenden Weltkörper  $(4\pi/3) r^3 \rho$  laufend die Masse  $4\pi r^2 \rho dr$  aus großer Entfernung zuführen und dabei schließlich die gesamte Gravitationsenergie  $E$  des Kosmos gewinnen. Diese ist unserer Behauptung entsprechend  $E = m c^2$ . Wir setzen die Masse  $m$  aller  $10^{22}$  sonnenähnlichen Sterne zu  $10^{53}$  kg an, wobei wir berücksichtigen, daß unsere Sonne die Masse  $2 \cdot 10^{30}$  kg hat und ein Mehrfaches kalter, nicht strahlender Massen dazu kommt. Weiterhin ist bekannt, daß die Gravitationsenergie  $E_1$  bei der Annäherung zweier Massen  $m_1$  und  $m_2$  aus großer Entfernung bis zum Abstand  $r$   $E_1 = G m_1 m_2 / r$  beträgt ( $G$  ist die Gravitationskonstante). Gemäß unserer Behauptung müßte gelten ( $c = 3 \cdot 10^8$  m/s)

$$E = \int^R G(4\pi/3)r^3 \rho 4\pi r^2 \rho (dr/r) = 10^{53} 9 \cdot 10^{16} \text{ Joule.}$$



Das ist zu beweisen.

Nach Einsetzen des Wertes  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$  liefert die Integration

$$(1) E = 1,161 \cdot 10^{11} \rho^2 R^3.$$

Wir setzen  $E = m c^2 = 9 \cdot 10^{69} \text{ J}$  und kennen weiterhin die Masse  $m$  der Einsteinschen Weltkugel

$$(2) m = (4 \pi / 3) R^3 \rho = 10^{53} \text{ kg}.$$

Nach Logarithmieren lassen sich aus den Gleichungen (1) und (2) Dichte und Radius der Welt leicht berechnen. Stimmen die dann erhaltenen Werte mit den Literaturwerten überein, dann ist unsere Behauptung, daß Masse und Gravitationsenergie zueinander komplementär im Bohrschen Sinne sind, bewiesen. Man findet für den Weltradius  $R = 4 \cdot 10^{25} \text{ m}$  und für die Dichte  $\rho = 10^{-24,6} \text{ kg/m}^3$  (also etwa  $10^{-27} \text{ g/cm}^3$  im noch häufig verwendeten Maßsystem). Die Abweichungen sind auf ungenaue Kenntnis der vorhandenen Kaltmassen und der als gleichmäßig angenommenen Dichte im Universum zurückzuführen. Diese Ergebnisse bestätigen die Behauptung einer Identität von Masse und der ihr zugeordneten Gravitation.

Daß das hier besprochene, auf der Allgemeinen Relativitätstheorie Einsteins beruhende Modell eine statische, endliche und durch Gravitation in sich gekrümmte Welt beschreibt, verdient wieder neu diskutiert zu werden. Hier wurde dem Bohrschen Korrespondenzprinzip entsprechend eine semiklassische Darstellung gewählt. Dabei verdient der Nachweis eines irreversiblen Überganges der Energie der Photonen an das kosmische Gravitationsfeld besondere Beachtung.

### Anmerkung Hans-Jürgen Treders zu vorstehendem Beitrag

Einsteins „Ein-Viertel-Gleichungen“ (Einstein 1919,1922) lauten

$$R_{ik} - \frac{1}{4} g_{in} R = -\kappa T_{in}$$

und ergeben  $0 = -\kappa T$ , wo  $T = g^{ik} T_{in}$  der Laue-Skalar ist.

$T = 0$  gilt für ruhmasselose Materie, insbesondere für den Maxwellischen Energie-Impuls-Tensor des elektromagnetischen Feldes. Für den Term  $T_i^k$  geben die Maxwellischen Gleichungen (für das freie Feld) weiter  $T_i^k{}_{;k} = 0$  (Gravo-elektrische Gleichungen).

Für den Einstein-Tensor  $R_i^k - \frac{1}{2} \delta_{\mu}^k R$  gilt die Einstein-de-Sitter-Bedingung  $(R_i^k - \frac{1}{2} \delta_i^k R)_{;k} = 1$  und für den metrischen Riemannschen Raum ist  $g_i^k{}_{;1} = 0$ .

Damit gilt hier die Einstein-Laue-Gleichung  $R = 4\lambda = \text{const.}$ , was zu den Einsteinschen kosmologischen Gleichungen (Einstein 1917)

$$R_{in} - \frac{1}{2} g_{in} R = -\lambda_{ik}$$

führt, die also eine Lösung der Einsteinschen gravo-elektrischen Gleichungen ist und den de Sitter-Kosmos als kosmologisches Weltmodell enthält (de Sitter 1917).

Der de-Sitter-Kosmos ist hier also auch als gravo-elektrischer Kosmos auffaßbar. Mit einer kosmischen Rotverschiebung, die keine expandierende Welt voraussetzt (von Laue 1953) –  $(g_{rr})^{-1} = g_{00} = \frac{1}{3} \lambda^2$  und auch eine kosmische Rotverschiebung liefert. Statische gravo-elektrische Kosmen können also tatsächlich den Hubble-Effekt liefern (und zwar mit einer zeitunabhängigen Hubble-Konstante).

Siehe H.-J. Treder: Elementare Kosmologie. Akademie-Verlag, Berlin 1975