Zeitschrift: Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Graubünden

Band: 81 (1946-1948)

Artikel: Die charakteristische Beschreibung des Elektrons, angewandt auf das Universum als Ganzes und andere abgeschlossene Systeme : eine methodologische Analyse und Synthese

Autor: Schaumann, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-594936

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die charakteristische Beschreibung des Elektrons, angewandt auf das Universum als Ganzes und andere abgeschlossene Systeme

Eine methodologische Analyse und Synthese

(Vorläufige Mitteilung)

Von H. Schaumann, Guarda (Engiadina Bassa)

Abstract:

If the basic physical experiences of the one-way flow of time (or increase of the universe's age), the (3+1)-dimensionality of cosmic space-time, the discontinuity in the elementary *processes* or particles, and of the occurence of so-called »two opposite kinds« of electricity or characteristic energy are combined with the as yet »pure« hypotheses of cosmic space's sphericity and space-time's flatness, and with the geometrization [mass] = [time^2×length^{-1}], the following, mainly methodological, points result: *a*) The (only) perfectly closed system ‚universe as a whole' in its *w*th state — *w, the cosmic quantum number* — is, like the electron, characteristically describable in terms of one spatial and one temporal (directional, spin- or period-like) quantity that are necessary and sufficient for its *holoscopic* description aimed at; ± characteristic length = ± characteristic energy = ∓ electric charge. *b*) The two holoscopically complete descriptions of a closed system, viz., the thermodynamic and the characteristic one, would coincide empirically (though as yet not conceptually); thus, e. g., the main spinning period of a galaxy and its entropy imply each other. *c*) The *empirical* +mass (+energy/c^2) of the universe as well as its practically isolated sub-systems turns out

to be »time-summed«, i. e., quadratic in w, or, respectively, in the object's ideal characteristic number, n_C. *d*) The cosmography hinted if followed out proves particularly to fit the actual, practical, description of the empirical universe, notably so by putting on the same footing an object's temporal with its spatial distance from »the« lonely galactic observer. It would seem to be the practically infinitesimal smallness of the space-time cell allotted to man as compared with the universe conceived and surveyed by him, that prevents a theory based on an absolute (anthropocentric-universal), »polar« cosmic space-time from conflicting anywhere with special relativity which of course holds whenever a plurality of observers etc. is involved. The geometrizability of mass taught by general relativity, on the other hand, is fundamental in the present theory. *e*) The »natural« — time-flow-equivalent — expansion of spherical space implied, which connotes the evolutionary building up of the universe's (characteristic) space, matter, or electricity equally positive and negative (conservation — at zero value — of its spatial quantity), by no means entails the interpretation of the cosmic spectral red-shifts as velocity-shifts. These are rather to be explained by a secular violet-shift of radiation frequencies (confirmation of *Milne*'s two physical time-scales). The resulting generalized form of *Hubble*'s law permits a relative spatio-temporal location of remote objects in terms of the universe's size. *f*) As elementary *processes* (in cosmic time) the emission and absorption of light-quanta take *the elementary time (quantum of duration)* $\tau = 9.401 \cdot 10^{-24}$ **sec.** *g*) The present age of the universe $t_n = n\tau$; n, the present-day value of w. Putting $n = e^2/fm^2 = 4.168 \cdot 10^{42}$ — the electron's charge e and mass m, with c and h, arbitrarily taken as secularly constant; f, present-day value of the Newtonian gravitational »constant« $f(w) = \text{Const.}/w$ — one gets $t_n = 1.242 \cdot 10^{12}$ yrs. This value is consistent with all those durations estimated as »age of the universe« or »cosmic time-scale« which actually read »age of the approximately present-day universe«. The product $n\tau$ might, however, have to be partially adapted to the final present-day value of *Hubble*'s »constant« k_H ($\equiv \Delta\lambda/\lambda_j \div$ distance; λ_j, *shifted* »then« wave-length) just now being revised; and, perhaps, *vice-versa*. For the three quantities involved in an *atomic-cosmic relation* as $n\tau = 1/k_H$ ($= t_n$) might possibly one day have to check each other nu-

merically. *h*) The secular evolution of the universe as well as its sub-systems would point from the extreme conditions of degenerate to those of ideal gases. The developing of a *thermodynamic cosmo*gony should become a primary concern of physics, since the properties of the evolving universe *as a whole* control those of its constituents.

The apparent internal and external consistency of the present — as yet rudimentary and rather non-mathematical — attempt at a synthetic cosmography would, on the whole, seem to corroborate the — to many unpleasant — methodological fact, so far established in their domains by quantum mechanics and biology, that man proceeding to describe phenomena far beyond his own scale has, in one way or another, to renounce objectivity, an ideal of classical science (while, of course, also [inter-]subjective natural descriptions can, and ought to, be *true*).

Die stets erneut geäußerte Vermutung, das Weltall lasse sich vielleicht mittels eines Fundamentalteilchens ausmessen, setzt außer dem Auftreten einer »großen« dimensionslosen Naturkonstanten eine gewisse Wesensverwandtschaft der beiden derart in einer Messung verglichenen Objekte voraus. Hierbei seien »wesensverwandte physikalische Deskripta« verstanden als »durch die gleichen oder analoge Größen beschriebene physikalische Systeme«. Die Beschreibung der beiden Fundamentalpartikel ± Elektron nun ist typisch holoskopisch (ganzheitlich). Eine solche betrachtet ihr Deskriptum unter Abstraktion von seinem Teilehaben wie von seinem Teilsein als ein — praktisch — abgeschlossenes isoliertes Ganzes. So erfaßt sie ein Elementarteilchen mittels seiner sog. »charakteristischen« Größen: elektrische Ladung, Spin, Ruhmasse, Compton-Wellenlänge (oder »Radius«). Andererseits beschreibt aber auch die Thermodynamik ihre abgeschlossenen Systeme holoskopisch und zwar mittels *zweier* (notwendiger und hinreichender) Größen, etwa Energie und Entropie. Das Universum nun als das per definitionem *vollkommen* isolierte, repräsentiert das ideale abgeschlossene Deskriptum.

Diese methodologische Sachlage ließ uns den Versuch unternehmen, das Weltall *als Ganzes* — und somit ebenfalls die beiden

fundamentalen Anti-Partikel — einerseits mittels nur zweier, und zwar charakteristischer, Größen *vollständig* zu beschreiben. Nachdem *Einstein* die Geometrisierbarkeit, d. h. Reduzierbarkeit auf Länge und/oder Zeit, der Masse erwiesen, liegt es nahe, zunächst nach einer charakteristischen Länge und einer charakteristischen Zeitdauer des Universums als Ganzen zu suchen. Da die eingangs erwähnte »große« Zahl in der Naturbeschreibung tatsächlich auftritt, wird andererseits eine (abhängige) Quantelung dieser beiden Größen anzustreben sein. Schließlich ist für die zu geometrisierende Masse eine methodologisch — meta-theoretisch — sachhaltige Dimensionsgleichung zu finden. —

Im Text werde »dem Universum als Ganzem eigen, es betreffend« durch das Adjektiv »kosmisch« abgekürzt. Hypothesen mögen durch große Buchstaben von arabisch numerierten Folgerungen unterschieden werden. Die Darstellung ist möglichst knapp gehalten und betrifft das bloße Grundgerüst einer Theorie, deren erste, ausführlichere Formulierung bereits im Februar 1944 von Brasilien aus Prof. *E. A. Milne* (Oxford) übermittelt wurde. Verf. beabsichtigt, an anderer Stelle die handgreiflichsten methodologischen und astronomischen Implikationen der vorliegenden prä-mathematischen Begriffs-Analyse und -Synthese mathematischer zu behandeln. —

A. — Der kosmische Raum ist endlich, im besonderen sphärisch. — Mit dieser empirisch heute noch ungeprüften Hypothese scheint die hier zu entwickelnde Kosmographie zu stehen und zu fallen. Einerseits sind wir überzeugt, daß, wie *Schrödinger*[1] es ausdrückt, »die Endlichkeit des Raumes der Schlüssel zur Atomizität« ist; vgl. auch unter 19. Andererseits scheint sich uns eben mit dem Radius eines sphärischen Raumes eine charakteristische kosmische Länge darbieten zu wollen, wie wir sie suchten.

B. — Der Begriff ‚Alter des Weltalls' sowohl, wie derjenige der einseitig gerichteten Zunahme dieses Alters, dürften aus der Naturbeschreibung unausrottbar sein, als in der Psycho-Physiologie des Menschen (durch den »Zeitfluß«) verankert. So sei ‚Alter des Universums' als der gesuchte zweite, zeitliche, Parameter der charakteristischen Beschreibung des Weltalls angesehen und auch ‚kosmische Zeit' genannt. Das heißt:

B_1. — Kosmische Zeit = *das* Alter des kosmischen Raumes; die kosmische Zeit ist universell und absolut. Als solche tritt sie

nicht nur theoretisch, z. B. in *Einsteins* Zylinderwelt, auf, sondern zudem — wennschon meist nicht »öffentlich« — etwa in der astronomischen Praxis, von der Sonne äquidistante Galaxien als untereinander (absolut) gleichzeitig zu betrachten (welcher Praxis die zu skizzierende Theorie dementsprechend gerecht werden soll). Doch auch die Zeit der Quantenmechanik hat die Eigenschaften der also definierten kosmischen Zeit (vgl. bes. *Dirac*[2]).

B_2. — Das Alter des kosmischen Raumes, d. h. die zwischen dem in B_3. genannten Nullpunkt und dem fortschreitenden Punkt ‚Jetzt-Hier' sich erstreckende Dauer, nimmt ständig (monoton) zu.

B_3. — In der kosmischen Zeit obiger Definition liegt ein sozusagen »natürlicher« Nullpunkt; denn andernfalls könnte sie z. B. als Alter des Raumes im normalen Bewußtsein nicht als zunehmend (noch abnehmend) aufgefaßt — um nicht zu sagen »empfunden« — werden.

Die Grundtatsachen B_2. und B_3. sind demnach voneinander abhängig.

C. — Die kosmische Raum-Zeit besteht in (3+1) reellen — im mathematischen wie im psycho-physiologischen Sinne — Dimensionen.

Dies ist die Grunderfahrung aller empirischen Wissenschaft.

D. — Die kosmische Raum-Zeit ist flach; es treten keine ihre Krümmung betreffenden Größen auf. — »Einfachste« Annahme.

1. — Der natürliche Nullpunkt der kosmischen Zeit (s. B_3.) ist gegeben mit dem notwendig in der vierten, zeitlichen, Dimension gelegenen Mittelpunkt des sphärischen kosmischen Raumes. — Aus A. und C.

2. — Die kosmische Raum-Zeit kann graphisch in (3+1) Polarkoordinaten dargestellt werden. — Aus 1. und D.

3. — Kosmische Zeit = Alter des kosmischen Raumes = $(2\pi/c) \times$ Radius des sphärischen kosmischen Raumes; c, die »raumzeitliche Konversionskonstante« oder »Lichtgeschwindigkeit«. — Aus B_1. usw.

4. — Der sphärische kosmische Raum dehnt sich monoton (einseitig) in Richtung der wachsenden Radial-Dimension ‚kosmische Zeit' aus. — Aus B_2. usw.

Die hier resultierende, sozusagen »natürliche« Expansion des kosmischen Raumes ist daher einfach ein anderer, nämlich der zu

dem Bilde eines *sphärischen* Raumes gehörende Ausdruck für *Newtons* (wie jedermanns) »Fließen der Zeit«. Sie zieht jedoch durchaus nicht die Deutung der spektralen Rotverschiebung in den fernsten Gestirnen als Dopplereffekt nach sich; vgl. Abschnitte 19. bis 21. —

Die vorgeschlagene, in der Tat (siehe weiter unten) charakteristische, polare Raum-Zeit ist »absolut« im Sinne von »anthropozentrisch-universell«. Dennoch wird sie sich als brauchbar, *weil der herrschenden empirischen Beschreibung des Weltalls angepaßt*, erweisen. (Vgl. hiezu die Schlußabschnitte.) Ein Grund dafür scheint in der unabänderlichen Tatsache zu liegen, daß jede *Vielheit* von astronomischen Beobachtern — welche untereinander selbstverständlich eine relativistische (also in das meroskopische, nichtganzheitliche Begriffssystem gehörende) Minkowski-Raumzeit haben müssen — unerbittlich in eine *Einheit* zusammenschrumpft, indem »der« einsame Erdbeobachter realisiert, wie klein gegenüber dem Universum, das er nun einmal konzipiert hat und erforscht, die ihm zugemessene Raumzeit-Zelle tatsächlich ist. (Daran würde selbst ein Milchstraßen-Radarsystem noch nichts zu ändern vermögen.) Angesichts dieser Tatsache erscheint wohl *Milnes* Gedankenexperiment mit *weltweit* verteilten und einander ihre Zeit übermittelnden Beobachtern, das in seiner Kinematischen Relativitätstheorie wesentlich ist, nicht leicht verständlich. Dagegen tritt die von *Milne* mit Nachdruck geforderte Verschiedenheit der Zeit-Skalen für Strahlung und Nicht-Strahlung auch in der vorliegenden Kosmographie notwendig auf (vgl. 19.). Dies gilt übrigens gleichfalls in *Diracs* »A new basis for cosmology«[3], aus welcher Arbeit im hier betrachteten Zusammenhange der folgende Satz zitiert werden möge: »Such ideas of a preferred time-axis and absolute time depart very much from the principles of both special and general relativity and lead one to expect that relativity will play only a subsidiary role in the subject of cosmology«. Dagegen wird *Einsteins* Beweis der Geometrisierbarkeit der Masse darin zweifellos stets eine Hauptrolle spielen. (Zur diesbez. Methodologie s. auch [19].)

Aus einer methodologischen, *primär* nicht die Natur sondern die Naturbeschreibung betreffenden, Begriffsanalyse ist hier bisher eine sozusagen »natürliche« *Topologie* der kosmischen Raum-Zeit erwachsen (vgl. 2.). Ihrer grundlegendsten Implikation, daß näm-

lich Raumausdehnung und Zeitfluß bzw. Weltalter-Zunahme sich auf ein und dieselbe Naturerscheinung reduzieren, dürfte eine gewisse Bedeutung zukommen. (Und mit seinem Raume baut sich des Universums Materie und Elektrizität auf; s. J. und 10. bis 12.)

Die *Metrik* der kosmischen Raum-Zeit nun wird mit der angestrebten Quantelung des Welt-Alters oder -Radius, und das heißt, mit den Naturkonstanten, in Verbindung zu bringen sein. *Die sog. »Quantenhaftigkeit der Natur« manifestiert sich durchschlagend in der ganzen Physik; man wird — früher oder später — gezwungen sein, Unstetigkeitsbegriffe in die Naturbeschreibung bereits gleich an deren Fundament, der Raumzeit-Auffassung, einzuführen.*

Entsprechend einem bekannten Diktum von *Riemann* enthält in der Tat eine diskrete Mannigfaltigkeit schon ihre Metrik. Auch ist *jedes* Messen ein Abzählen von dimensionshaften oder -losen, diskreten Größeneinheiten.

So gelangt man etwa zu den zwei folgenden Hypothesen:

E. — Die einseitige (monotone) Expansion des sphärischen kosmischen Raumes geschieht unstetig in Quantensprüngen; die kosmische Zeit ist quantisiert. — In der Neuzeit befürworten besonders *Poincaré*[4], *Flint*[5] und *Bertrand Russell*[6] eine atomistische Zeit. *Poincarés* diesbezügliche, seine Assimilation von *Plancks* Quantenhypothese darstellenden Bemerkungen (welche Verf. nachträglich nur zufällig fand) seien an dieser Stelle, wo sie wie eine Vorwegnahme wirken, zitiert. «Enoncé. — *Un système physique n'est susceptible que d'un nombre fini d'états distincts; il saute d'un de ces états à l'autre sans passer par une série continue d'états intermédiaires.* . . . ce que nous avons dit devrait s'appliquer à un système *isolé* quelconque et même à l'univers. L'univers sauterait donc brusquement d'un état à l'autre; mais dans l'intervalle il demeurerait immobile, les divers instants pendant lesquels il resterait dans le même état ne pourraient plus être discernés l'un de l'autre; nous arriverions ainsi à la variation discontinue du temps, à *l'atome de temps.*« ([4]; außer «*isolé*» von *Poincaré* hervorgehoben.)

F. (Spezialisierung von E.) — Die kosmische Zeit ist in der Weise gequantelt, daß die Alter des kosmischen Raumes $t(w) = w\tau$ werden, wobei *die kosmische Quantenzahl* $w = 0, 1, 2 \ldots, n$ (n, heutiger Wert von w) und das elementare Dauer-Quantum $\tau =$

λ/c, mit dem elementaren Längen-Quantum λ, und der »Lichtgeschwindigkeit«, d. h. der raum-zeitlichen (oder elektrostatisch-elektromagnetischen) Konversionskonstanten c. — Es ergibt sich also daß, wennschon der kosmische Raum *unstetig wächst,* er zu jeder definierten kosmischen Zeit — in jedem seiner möglichen Alter — ein (3-dimensionales) Kontinuum bildet, wie zu erwarten war. Erst ein Jetzt-Hier-Punkt — und für einen solchen müssen alle Punkte eines Raum-*Kontinuums* a priori gleichwahrscheinlich sein — löst die Quantelung eines (endlichen und geschlossenen!) Raumes sozusagen aus.

Zu der Einführung einer kosmischen Quantenzahl ist Verf. mit durch die *Dirac*sche Kosmologie ([7], [3]) veranlaßt, darin aber noch wesentlich bestärkt worden durch *Dirac*s Ausführungen über die allgemeine Rolle von Quantensprüngen in der mathematischen Physik sowie über die kosmische Zeit und durch seine, wie er es nennt, »kleine (kosmologische) Zukunftsspekulation«, alle vielmehr in [8].

G. — Die folgenden Größen werden — in empirisch meist nicht direkt, wohl aber mittels des theoretischen Gesamtbildes prüfbaren Annahmen — als säkulare Konstanten betrachtet: c, da dies der gefestigten astronomischen Praxis entspricht; e/m (e, m, Elektronenladung und -masse); das *Planck*sche h (daher m, λ, τ und e); schließlich die Feinstruktur-Konstante 137.03. So können wir versuchsweise mit einem $h^* = h/(2\pi \cdot 137.03)$ operieren, um die diversen Elektronenlängen auf eine, nämlich $\lambda = e^2/mc^2 = h^*/mc$ usw. zu reduzieren. (Der e enthaltende »klassische Elektronenradius« ist ja bereits quantenhaft genug.) Denn bekanntlich wird eine »kleinste Länge« $\lambda \cong 10^{-13}$ **cm** von theoretischer Seite *(March, Heisenberg* u. a.) immer wieder gefordert. Im CS-System (s. unten) wird sich $\lambda = e_{CS} = m_{CS}c^2$ ergeben. (Die Feinstruktur-Konstante hat vielleicht auch als theoretische Mesonenmasse/m eine Bedeutung.) Das Verhältnis Nukleonenmasse/m seinerseits kann im Rahmen der vorliegenden Theorie säkular variieren.* —

G_1. — $\lambda = 2.818 \cdot 10^{-13}$ **cm,** $\tau = \lambda/c = 9.401 \cdot 10^{-24}$ **sec.**

---

* *Anm. bei der Korrektur:* Dagegen lassen *Dirac* [3] und neuerdings auch *Jordan* [17] die Möglichkeit eines säkularen Ganges nicht nur des letztgenannten Verhältnisses, sondern auch der Feinstruktur-»Konstanten« offen, welche Verf. inskünftig zu berücksichtigen haben wird.

H. — Der heutige Wert von w sei $n = e^2/fm^2 = 4.168 \cdot 10^{42}$, sodaß

5. — die »*Newton*sche Gravitationskonstante« $f = f(w) =$ Const./w. — (In einer der alternativen Formen von *Dirac*s Kosmologie[3] wird ebenfalls $f(t)$ prop. $1/t$. Im übrigen soll in einer späteren Arbeit auf das Verhältnis jener allgemeinen zu der hier skizzierten speziellen Kosmographie näher eingegangen werden.)

6. — Heutiger Radius des kosmischen Raumes $R_n = 6.06 \cdot 10^{10}$ **psec.**

7. — Heutiges Alter des Universums (weniger »Alter des heutigen Universums«!) $t_n = n\tau = 1.242 \cdot 10^{12}$ Jahre.

Die (einzigen) quantitativen Annahmen G.—H. der Theorie ergeben also ein raum-zeitlich relativ geräumiges heutiges Weltall. Hiezu ist einerseits zu bemerken, daß für die Hypothese H. prinzipielle, meta-theoretische, und gegen eine Verkleinerung von λ und τ außer solchen die bekannten theoretischen Gründe sprechen. Andererseits wird beachtenswerterweise unter »Weltalter« oder auch »kosmischer Zeit-Skala«, die nach mehreren empirischen Methoden gegenwärtig zu rund $4 \cdot 10^9$ Jahren abgeschätzt werden[9], *de facto* meist »Alter des angenähert heutigen Universums« verstanden. (Dies gilt nicht für die unter 20. zu diskutierende Methode.) So gelangt z. B. *v. Weizsäcker* zu dem besagten sog. »kurzen« Alter für den »Kosmos, jedenfalls in der Gestalt, in der wir ihn heute kennen«[10]. Nun ist aber (vgl. 16., 17. und 22.) die Säkular-Variation der thermodynamischen Zustandsgrößen des Weltalls weit vor derjenigen seiner absoluten Größe bestimmend für die Verschiedenheit seiner Entwicklungsstadien. Die mittlere kosmische Massendichte z. B. schwankt zwischen den Extremwerten $1.534 \cdot 10^{12}$ **g cm**$^{-3}$ ($w = 1$) und $1.841 \cdot 10^{-31}$ **g cm**$^{-3}$ ($w = n$; s. unten). Und vor rund $4 \cdot 10^9$ Jahren als dem letzten Dreihundertstel von $t_n = 1.242 \cdot 10^{12}$ Jahren waren sowohl diese Dichte wie auch $f(w)$ nur um 0.3 % größer als gegenwärtig, sodaß in der Tat die damalige der heutigen Welt bereits sehr glich. [Dies gälte inbezug auf die »nuklearen« Altersbestimmungen selbst im Falle einer schwachen Abhängigkeit der Kernkräfte von $f(w)$.] Doch wird dann ihrerseits die vorliegende Theorie, weitergeführt, von der offensichtlichen Besonderheit jenes Evolutionsstadiums Rechenschaft zu geben haben. —

An der charakteristischen Beschreibung des Weltalls fehlt bisher der Ausdruck für dessen Masse oder Energie. Die von *Einstein* entdeckte Geometrisierbarkeit der Masse werde hier nun speziell so ausgewertet, daß die typische Wechselwirkungsgröße ‚Kraft' (der Dimension LMT^{-2}), welche sich gerade für holoskopisch betrachtete, abgeschlossene Systeme erübrigt, dimensionslos gesetzt wird.

Für das Fundamentalteilchen sei im besonderen:

J. — $m\,\mathbf{g} = \tau^2/\lambda\ \mathbf{sec^2cm^{-1}}$; $1\,\mathbf{g} = z\ \mathbf{sec^2cm^{-1}}$, mit $z = (|\tau^2/\lambda m|) = (|\lambda\tau/h^*|) = 3.444 \cdot 10^{-7}$; hier bedeute ein $(|A|)$ den reinen numerischen Wert von A, den A hat wann in CGS-Einheiten gemessen, und (s. unten) $A_Z \equiv A_{CS}$, A in CS-Einheiten gemessen. — Der Wert des Umrechnungsfaktors z schwankt also mit den Werten für die Naturkonstanten. — Die »bloße« Dimensionsgleichung [Masse] = [Zeit^2×Länge^{-1}] wird sich als *meta-theoretisch* durchaus nicht inhaltsleer erweisen.

8. — $h_Z^* \equiv h_Z/(2\pi \cdot 137.03) = \lambda\tau$. — Vgl. hiezu *B. Russell*[11], dessen Idee in der vorliegenden Theorie Einfluß gehabt haben kann. — Am heutigen Universum gemessen sind λ und τ klein von erster, die (1+1)-dimensionale »kosmische Elementarzelle« h_Z^* klein von zweiter Ordnung.

9. — $f_Z = f_Z\,(w) = c^4/w\ \mathbf{cm^4sec^{-4}}$. — Aus 5. und J. —

Begrifflich wichtig ist die folgende Implikation der Hypothese J.:

10. — $\pm\, e_Z = \sqrt{h^*_Z c} = \lambda = m_Z c^2 = h^*_Z \nu$ usw. ($\nu \equiv 1/\tau$). —

In der *charakteristischen* Beschreibung eines physikalischen Systems *ist* Länge Energie (»Materie«; man vgl. z. B. *Descartes'* diesbezügliche Auffassung) und elektrische Ladung (Geometrisierung der Elektrizität). Länge, Energie oder Ladung sind eine und dieselbe, positiver wie negativer Werte fähige, und in abgeschlossenen Deskripten das eine, räumliche, Erhaltungsgesetz befolgende Größe. — Den leeren Raum kann es nicht geben (vgl. z. B. *Diracs* Definition des »vollkommenen Vakuums« in [2], p. 271, die Polarisation des Vakuums, usw.). Der kosmische plus- und minus-Raum scheint »das Feld« darzustellen. — Es liegt nahe, in 10. eine Erklärung für das Pauli-Prinzip zu vermuten. Man kann vielleicht sagen, daß zu jeder Zeit $w\tau$ $3w$ positive und $3w$ negative Raum- (Energie- usw.) Zustände »kosmisch zur Verfügung stehen«, deren — den jeweiligen Grundzustand des Welt-

alls realisierende — Besetzung durch je ein und nur ein Fundamentalteilchen nach 10. automatisch erfüllt ist. (Diese Bemerkungen seien lediglich als Anregungen geäußert. Verf. muß sich in der vorliegenden kurzen Mitteilung auf einige astronomische Aspekte der Theorie beschränken.)

11. — Das Gesetz der Erhaltung (auf dem Werte null) der räumlichen charakteristischen Größe $\pm L$ — $0 < L^+ < \infty$, $-\infty < L^- < 0$ — lautet im kosmogonischen Geschehen: Mit jeder, von den beiden expandierenden kosmischen $\pm$ Räumen »zusammen durchsprungenen« elementaren Zeiteinheit τ werden 3 positive (negativ geladene) elementare L-Einheiten λ^+ und 3 negative (positiv geladene) L-Einheiten λ^- erzeugt (natürlich aus dem »Nichts«, weil ein »Nicht—Nichts« Teil des Universums wäre).

12. — Mit andern Worten, Raum, Materie und (oder) Elektrizität des Universums werden durch die kosmischen Quantensprünge von $w = 0$ bis $w = n, n + 1, \ldots$ usw. derart aufgebaut, daß in jedem dieser kosmischen Elementarakte 3 »Fundamentalphotonen« des Spins τ und der charakteristischen Masse (Ladung, Raumerfüllung) null entstehen, je gebildet aus zwei Anti-Fundamentalpartikeln des Spins $^1/_2\,\tau$ und der charakteristischen Masse usw. $\pm L = m_Z c^2 = e_Z = \lambda$, letztere positiv bei dem einen, negativ bei dem anderen Teilchen. Doch auch das Weltalter erscheint gleichsam aufgebaut aus den Beiträgen τ, welche die 3 neuen Fundamentalphotonen jeweils — einzeln wie zusammen — mit ihrem Spin τ dazu liefern. —

Ein fundamentales »Teilchen« erscheint hier als ein durchaus *un*anschauliches Etwas, das zwei *charakteristische* Eigenschaften »hat«, die (entweder positive oder negative) elementare Raumgröße — welche man »Ladung« oder »Energie« oder »Radius« nennen kann — und die halbe elementare Zeitgröße »Spin«.

(Eine exaktere Theorie der fundamentalen Raumzeit- oder Wirkungs-Zellen [»Teilchen«] und der Photonen kann erst in einer späteren Arbeit entwickelt werden.) —

Wenn man im Folgenden, wie üblich, nur die positive (negatronische) Hälfte des Weltalls in Betracht zieht, erhält man für dessen gegenwärtige Masse — und d. h. für die bis heute überhaupt erzeugte kosmische plus-Masse — $M_n = 3n m_Z$. Es ist nun

aber von großer methodologischer Wichtigkeit, daß die Astronomen eine Massengröße wesentlich verschiedener Definition beobachten bezw. abschätzen, welche — wegen der Endlichkeit der Lichtgeschwindigkeit notgedrungen — nicht auf einer rein räumlichen, sondern einer raum-*zeitlichen* Summierung beruht. Diese »gegenwärtige« Masse ist keine echte Zustandsvariable (»Zustand« hier stets im neueren *Dirac*schen Sinne[2] verstanden), sondern eine von der Geschichte des Systems — hier also, des Universums — abhängende Funktionale. Sie ist die Summe aller Momentanmassen M_w bis und mit heute:

13. — ‚Zeit-summierte Masse des heutigen Weltalls'

$$M_n^{(t)} = \sum_{w=0}^{n} M_w = (3/2)\,n\,(n+1)\,m_Z \;\; \mathbf{sec^2 cm^{-1}} =$$

$(3/2)\,n\,(n+1)\,m$ **g** $= 2.373 \cdot 10^{58}$ **g.** (Mit dem üblichen Wert $n \cong 10^{39}$ ergäbe sich ebenso eine »heutige« zeit-summierte Masse von 10^{54} **g,** welche der empirischen Abschätzung entspricht; doch vgl. unter 6.—7., und 20.)

14. — Für die begrifflich gemischte Größe ‚mittlere Dichte der bis heute zeit-summierten Masse im heutigen Weltraum' erhält man $\varrho_n^{(t)} \equiv M_n^{(t)}/2\,\pi^2 R_n^3 = 1.841 \cdot 10^{-31}$ **g cm**$^{-3}$; die — vorläufigen — empirischen Werte liegen um $5 \cdot 10^{-30}$ **g cm**$^{-3}$ herum. (Über die anscheinend dennoch als thermodynamische »*Zustands*«-Größen zu wertenden $M_W^{(t)}$ und $\varrho_W^{(t)}$ vgl. die spätere Arbeit.)

Die vernünftige Größenordnung der unter 13. und 14. errechneten Werte bildet vielleich das Hauptargument für die der Theorie zugrundeliegende ungewohnte Raumzeit-Topologie und -Metrik, sowie die gewählte Reduktion der Masse auf Raumzeit. —

15. — Der Begriff der in w quadratischen, zeit-summierten, Masse des Universums — in welcher z. B. M_1 *n*-fach vorkommt, usw. — mutet jedoch vorerst noch so fremd an, daß wir an den nächstkleineren, und an möglichst isolierten, Objekten der Astronomie nach »quadratischen« Massen gesucht haben. Dabei lagen die folgenden Begriffsbestimmungen nahe:

Ein abgeschlossenes Deskriptum, für welches eine Längenzahl $n' \equiv L^+/\lambda$ = Durchmesser/λ, eine Massenzahl $n'' \equiv$ Masse/m, eine Zeitzahl $n''' \equiv P/\tau$ = Drehungsperiode/τ, und event. eine Ladungszahl $n'''' \equiv$ negative Ladung/e definierbar sind, heiße »*massen-*

mäßig quadratisch«, wenn es mindestens eine der Beziehungen

(a) $\sqrt{n''} = n'$, oder (b) $\sqrt{n''} = n'''$ erfüllt;

in dem Idealfall, daß es beide befriedigt, kann seine

(c) *charakteristische Zahl* $n_C = n' = n''' = \sqrt{n''}$ definiert werden. Hier ist L^+ die unter 10.—12. erwähnte +räumliche, $P - 0 < P < \infty$ — die zeitliche (und richtungsmäßige) charakteristische Größe eines abgeschlossenen Systems; P kann etwa dessen Drehungsperiode (bei wesentlich starrer Eigenrotation), Spindrehmoment/L^+, Pulsationsperiode, oder auch Entropie ($\times$Const.) (vgl. weiter unten) bedeuten.

Die drei Gl.en (a) (b) und (c) werden von den zwei Anti-Hälften des Weltalls zu jeder Zeit $w\tau$ mit $n_C = w$, und von denen des Fundamentalphotons mit $n_C \cong 1$ (Genaueres in der späteren Arbeit), erfüllt. — Zunächst für Nebelhaufen erhält man nun, daß sie im Durchschnitt (a) mit dem Werte 10^{38} genügen. Unser Milchstraßensystem, weiterhin, befriedigt (a) mit 10^{36}, während sein $n''' \leqq 10^{39}$; der (weniger isolierte) Andromedanebel weist $n' = 10^{34}$, $\sqrt{n''} = 10^{35}$, $n''' = 10^{37}$ auf. Die kugelförmigen Sternhaufen (unseres Systems) genügen im Mittel (a) mit 10^{33}. Für die Sonne gilt $\sqrt{n''} = 10^{30} \cong 10^{29} = n'''$, also (b) angenähert; ihr $n' = 10^{23}$ ist relativ klein. Die starre und wenig isolierte Erde befriedigt (b) mit dem Werte 10^{28}, zwischen welchem und dem kleinen $n' = 10^{21}$ ihre Ladungszahl $n'''' = 10^{24}$ liegt. Letztere übrigens, die einzige bekannte megaphysikalische Ladungszahl, weist demnach die Ladung der (unmaßgeblichen?) Erde als in ihrer (idealen) charakteristischen Zahl n_C ungefähr linear aus. Es muß noch offen gelassen werden, ob theoretisch die Ladung isolierter astronomischer Objekte in deren n_C linear oder quadratisch sein sollte. Ihr Auftreten überhaupt, wie ihr negatives Vorzeichen — und somit das hartnäckige geophysikalische Rätsel »Aufrechterhaltung der negativen Erdladung« — dagegen dürften in den unter 10.—12. angeführten Zusammenhängen eine prinzipielle Erklärung finden.*

Was nun die Masse eines abgeschlossenen astronomischen Systems betrifft, ist sie den obigen numerischen Ergebnissen nach in

---

* *Anm. bei der Korrektur:* Dies gilt möglicherweise auch für die hohen Energien der in der Tat überwiegend positiv geladenen Primärteilchen der kosmischen Strahlung (da —elektrische Felder von Galaxien usw. hiernach selbstverständlich).

der Tat quadratisch in seiner mehr oder weniger angenähert definierbaren charakteristischen Zahl n_C, analog wie des Universums zeit-summierte »heutige« Masse $M_n^{(t)} \cong n^2 m$ ist. In jenen Ergebnissen scheint sich eine zusätzliche Möglichkeit einer rohen Massenabschätzung ferner Objekte zu eröffnen. —

16. — Es hat sich somit ergeben, daß isolierte Gestirne gleich dem Weltall vom ganzheitlichen (holoskopischen) Standpunkte aus, in ihren sog. integralen Eigenschaften, charakteristisch und vollständig beschreibbar sind mittels einer räumlichen und einer zeitlichen Größe L und P, doch im Gegensatz zum Weltall nicht notwendig mittels einer einzigen (w entsprechenden) Quantenzahl $n_C = L/\lambda = P/\tau$. (Weiter unten wird zu folgern sein, daß säkular $n_C = n_C(w)$ angenähert prop. w wächst.)

Den holoskopischen Standpunkt nimmt aber, wie eingangs erwähnt, ja auch die Thermodynamik gegenüber ihren abgeschlossenen Deskripten ein, welche sie ebenfalls durch zwei Beschreibungsparameter vollständig erfaßt. Ihrer räumlichen Zustandsgröße ‚Energie' einerseits entspricht die charakteristische Raumgröße L nach 10.—12. wohl ohne weiteres. Der thermodynamische Begriff ‚Entropie' andererseits ist von jeher mit dem der Zeit in Parallele gesetzt worden. *Eddington*[12] z. B. sagt: »So far as physics is concerned time's arrow is a property of entropy alone.« Für die einseitige Zunahme des Alters des Universums soll demnach dessen wachsende Entropie allein verantwortlich sein. Zu der Streitfrage, ob ‚kosmische Zeit' und ‚kosmische Entropie', einander gegenseitig implizierend, empirisch nicht sogar ein und dasselbe sind, sei hier nur soweit Stellung genommen, als gefordert werde, daß

(d) Entropie des Weltalls im $w$ten Zustand $S_w = \text{Const.} \times w$.

Nach der allgemeinen Bedingung ‚$S_{kosm} = \text{Const.} \times$ Weltalter' sind wohl in einer jeden Kosmogonie deren Definitionen der thermodynamischen Zustandsgrößen des Universums zu richten; auch werden diese Definitionen eine säkular wachsende Degradation der kosmischen Energie ergeben müssen (s. sämtliches Folgende).

So ist, nach allem, der Schluß naheliegend, daß die thermodynamische und die charakteristische Beschreibung des größten Deskriptums der Physik zwar noch nicht begrifflich, aber empirisch zusammenfallen (entsprechend etwa dem Fall des Morgen- und des Abendsterns, oder der trägen und der schweren Masse). Und

desto gebieterischer scheint sich nunmehr diese holoskopische Erfassung des Universums *als Ganzen* — welche die kosmogonische impliziert! — als vor der gleichen Erfassung seiner Bestandteile primär aufzudrängen. *Nicht alle Eigenschaften des Baumaterials sind ja vor denjenigen des Gebäudes ermittelbar* — wie ebenso das Umgekehrte gilt. Daher möchten wir glauben, daß eine — *thermodynamische* — *Kosmo*gonie, gerade auch als Vorbedingung für jede entwicklungsmäßige Beschreibung »geringerer« Deskripta, vielleicht eine der heute dringendsten Angelegenheiten der Naturbeschreibung ist. (Vgl. hierzu ferner den Schlußabschnitt 22.)

17. — Es seien, beispielsweise, noch einmal die (praktisch) isolierten Gestirne betrachtet, welche sich oben als mittels der zwei charakteristischen oder auch — wie wir jetzt sagen dürfen — thermodynamischen Größen P und L holoskopisch vollständig beschreibbar erwiesen hatten. Ihre (stets endliche) charakteristische Drehungs oder sonstige Periode P sollte also ihrer Entropie proportional sein und wie diese mit w linear wachsen. In der Tat kann ein Objekt den Zustand maximaler molekularer Unordnung nicht erreichen, solange es rotiert. Und so läßt sich z. B. schließen, daß durchschnittlich die Mitglieder unserer lokalen Nebelgruppe langsamer rotieren sollten, als diejenigen etwa des Bootes-Haufens. Wenn man, wie üblich und wohl erlaubt, annimmt, daß die Winkelgeschwindigkeit von den linsenförmigen Nebel-Typen E7 (aller Orientierungen) zu den Typen E0 abnimmt, würde dieser Schluß die beobachtete Zunahme der relativen Häufigkeit der ersteren mit deren Raumzeit-Distanz von uns erklären können. Und möglicherweise ist die Entstehung der E7-Formen aus bisher unbekannten, zu fernen Objekten weniger problematisch als eine säkulare *Ab*nahme der Drehungs-Periode des nämlichen Gestirnes.* Auch *Hubble*s Zwischen-Typ S0, sowie das Fehlen äquatorialer Absorptionsbänder bei den elliptischen Galaxien, sprechen für diese Auffassung. (Vielleicht könnten Objekte wie etwa NGC 2859 — als

---

* *Anm. bei der Korrektur:* Denn das vorliegende Weltmodell ergibt in jeder Beziehung — vgl. 9., und alles Folgende — als die kosmogonische Zeitrichtung die der Entstehung des diffuseren aus dem kompakteren Weltall bzw. Gestirn, *säkulare* Massenkontraktionen usw. ausschließend, wozu kommt, daß in ihm »Erlangung« von Drehimpulsen selbstverständlich. Immer mehr Beobachtungstatsachen zwingen ja auch zur Abkehr von »Urnebel«-Hypothesen; der Ur- wandelt sich heute zum End-»Nebel«.

SBa klassifiziert — als Übergangsstadien zwischen sphäroidalen und spiraligen Nebeln auch in Frage kommen?*)

Die größere Kompaktheit, übrigens, der ferneren Nebelhaufen beruht wohl bei der heutigen Sichtweite noch nicht wesentlich auf der Beziehung 9. (oder 5.), $f(w) \equiv f_w = \text{Const.}/w$; s. Text unter 6.—7. Doch ergibt die vorliegende Theorie der charakteristischen Systeme, deren Prototyp ja das die *Abraham*sche Beziehung ‚Spin-Magnetmoment/Spin-Drehimpuls = e/mc' erfüllende Elektron ist, natürlicherweise ein ceteris paribus der Periode P umgekehrt proportionales Spin-Magnetmoment (wozu man auch etwa [13], [14] vgl.). Dies Ergebnis führte unter der Annahme eines zusätzlichen magnetischen »clustering« von Gestirnen wiederum zu einer säkularen Abnahme ihrer Winkelgeschwindigkeit. (Die Magnetachsen etwa des Andromedanebels und seiner Satelliten — usw.? — sind möglicherweise ursprünglich gleichgerichtet gewesen.)

Die thermodynamisch zu erwartende säkulare Auflockerung der Objekte, zusammen mit dem Auftreten von Maximalmassen bei den (nicht-kristallinen) stabilen Systemen von den Atomkernen zu den Sternen, würde die relativ häufigen, elliptischen oder unregelmäßigen, Zwerge der lokalen Nebelgruppe z. T. bereits als Bruchstücke von größten, instabil gewordenen, Galaxien erscheinen lassen. (Vielleicht wird uns eine kurze Episode aus deren »Aufbrechung« durch das System M 51 ad oculos demonstriert, bei welchem die ursprüngliche Massengleichheit der beiden Spiralarme am ehesten unter Zurechnung der Masse des Objektes NGC 5195 zur Masse des dieses »noch« berührenden Armes gewährleistet zu sein scheint? Vgl. auch 22.) —

Das angedeutete, auf der zu fordernden Entropiezunahme des Universums beruhende kosmogonische Bild gewinnt an logischer Geschlossenheit durch die folgenden Implikationen der ihm zugrundeliegenden Raumzeit-Geometrie.

18. — Die (geodätischen) Weltlinien von Photonen der Geschwindigkeit $c = \lambda/\tau$ sind derart zu Spiralen gekrümmt, daß eine »äqui-temporelle« (Bogen-)Länge des früheren Raumes von $w = j$

---

* *Anm. bei der Korrektur:* Hiermit wäre *Mayalls* [18] Resultat in Einklang, daß die Spektren der Balken-Spiralen zwischen jenen der elliptischen Nebel und jenen der normalen Spiralen intermediär zu sein scheinen.

im heutigen Raume von $w = n$ im Verhältnis n/j vergrößert erscheint. —

Die Zahl n/j ist nun als Funktion der Rotverschiebung des *aus* der kosmischen Zeit $j\tau$ gesehenen Objektes darzustellen.

19. — In dieser vorläufigen Mitteilung kann die Theorie der *Hubble*schen Beziehung nur gestreift werden. — Die spektrale Rotverschiebung ferner Gestirne ist nun innerhalb der skizzierten Kosmographie trotz der implizierten Raumausdehnung — welche übrigens mit der kinematischen Geschwindigkeit $c = \lambda/\tau$ erfolgt und anscheinend eben c zur physikalischen Grenzgeschwindigkeit werden läßt — keineswegs als Dopplereffekt zu deuten. Zwar wächst die (rein) räumliche Distanz zwischen den Mittelpunkten zweier beliebiger *unter sich gleichzeitiger* Nebelhaufen säkular linear mit w. Dieses Phänomen ist aber relativ trivial, und das »damals-dort« ($w = j$) emittierte und »jetzt-hier« ($w = n$) absorbierte Licht gibt uns davon keine Kunde. (Denn das Folgende würde ebenso gelten für einen seine Alter $w\tau$ durchspringenden *flachen* [durch w in der Tat nicht mitgequantelten!] Raum konstanter Simultan-Abstände.) Vielmehr verändern sich (»leben«) »der« Erdbeobachter ($w = n, n+1, n+2, \ldots$) und das von ihm *aus* den kosmischen Zuständen $w = j, j+1, j+2, \ldots$ beobachtete, *strahlende* Objekt ja unter Konstanz ihres zeitlichen Abstandes $(n-j)\tau$, und daher *unter Konstanz ihres räumlichen Abstandes* $(n-j)\lambda$, durch die Zeit weiter, sozusagen durch ein, sich in sich zeitlich vorwärtsschiebendes, photonisches Weltlinien-Büschel konstanter geodätischer Länge verbunden. Hiermit gleichwertig ist die Auffassung, *daß die Emission wie die Absorption von Lichtquanten als Prozesse Zeit, und zwar, als echte Elementar-Prozesse, die Elementar-Zeit* $\tau = 9{,}401 \cdot 10^{-24}$ **sec** *verbrauchen.* (»Prozess, Vorgang« = »Vorwärts-Gang in der kosmischen Zeit«.) Diese Implikation der vorgeschlagenen Theorie scheint uns methodologisch unausweichlich und letzterer umgekehrt vielleicht als Axiom zugrundelegbar. Sie steht in keinem Widerspruch zu dem Auftreten statistischer Halbwerts- usw. -Zeiten. — Im Gegensatz zu einer »Flucht« der Galaxien(-Haufen) garantiert besagte Auffassung, nebenbei bemerkt, eine zeitlich unverzerrte spätere Registrierung prinzipiell beliebig früherer Strahlungsvorgänge (wie etwa eines fernen Supernova-Ausbruchs; c säkular konstant angenommen).

Hier erinnern wir uns nun der wichtigen, speziell von *Milne* betonten methodologischen Tatsache, daß sich die Zeit-Skalen für Strahlung und Nicht-Strahlung (logarithmisch) unterscheiden. Diese führt zur

K. — *Hypothese der säkularen Violettverschiebung der Strahlungsfrequenzen:* $\nu_S = \nu_S(w) \equiv \nu_w = \text{Const.} \times w = \text{Const.}/f_w$.

Somit wird die

(e) heute *aus* der Zeit $j\tau$ gesehene Rotverschiebung $(\Delta\lambda/\lambda_j)_n = (n-j)/n = (f_j - f_n)/f_j$; λ_j, *verschobene* (damalige) Wellenlänge.

Daraus ergibt sich für

(f) *das verallgemeinerte* — und auf $\Delta\lambda/$*verschobene* Wellenlänge bezogene — *Gesetz von Hubble:* $(\Delta\lambda/\lambda_j)_n$ = konstanter Raumabstand des Gestirns/heutiger Weltumfang = konstanter Zeitabstand des Gestirns/heutiges Weltalter; »Weltumfang« = »Umfang des Großkreises der größten Kugel des sphärischen kosmischen Raumes«.

Für einen späteren Beobachtungszeitpunkt $(n+a)\tau$, und das nämliche, aber um $a\tau$ gealterte Objekt ergibt sich:

(e′) $(\Delta\lambda/\lambda_{j+a})_{n+a} = (n-j)/(n+a)$. Die jeweils »heutige« Rotverschiebung des nämlichen Objektes nimmt säkular wie $1/w$ ab; relativ zum zunehmenden Weltalter $(n+\ldots)\tau$ wird der konstante Abstand $(n-j)\tau$ immer unbedeutender.

Es sei noch bemerkt, daß auch für beliebig große zukünftige $w = n^*$ die theoretische Maximal-Rotverschiebung $(\Delta\lambda/\lambda_1)_{n^*} = (n^*-1)/n^* < 1$ bleibt.

20. — Aus (f) folgt:

(g) Heutiger Wert der (auf das Verhältnis $\Delta\lambda/\lambda_{\text{verschoben}}$ bezogenen) *Hubble*-Konstanten k_H = 1/heutiges Weltalter = $1/n\tau$.

Wir möchten glauben, daß einer späteren Physik diese oder eine ähnliche *atomar-kosmische Beziehung* zur gegenseitigen Kontrolle der drei in sie eingehenden Größen n, τ, und k_H dienen könnte. Konsequenterweise werden wir daher die (einzigen) numerischen Annahmen G.—H. der Theorie dem für die Gegenwart endgültigen Beobachtungswert der *Hubble*-Konstanten, welcher sich zur Zeit in einer Periode der Revision befindet, teilweise anzupassen haben. Denn ganz im Gegensatz zu den übrigen Methoden der Abschätzung des sog. »Weltalters« usw. — vgl. unter 6.—7., und [9] — muß (übrigens nicht allein) der hier umrissenen Kos-

mographie zufolge die für heute gültige empirische *Hubble*-Konstante das echte »heutige Alter t_n des Universums« (seit seinem »Punkt-Stadium« $w = 0$) ergeben. Ihr bisheriger Beobachtungswert gilt zwar als aus verschiedenen Gründen zu groß, auch wird sie in der Tat verkleinert durch ihre (anscheinend sinnvolle) Bezogenheit auf die kleineren Brüche $\triangle\lambda / \lambda_j$, sodaß der endgültige empirische Wert für $t_n = 1/k_H$ den bisherigen zweifellos überschreiten wird, doch ist hier augenblicklich offen zu lassen, ob (aus methodologisch heute nicht leicht ersichtlichen Gründen; vgl. unter G.—7.) das Produkt $n\tau$ seinerseits theoretisch (da schwerlich empirisch) kleiner werden könnte.

21. — Mittlerweile ermöglicht die Beziehung (e) immerhin *eine relative, auf die jeweilige Größe des Weltalls bezogene Raumzeit-Lokalisierung* ferner Gestirne mittels ihrer (»rein kosmischen«; vgl. unter 22.) Rotverschiebung. — Auch folgt für das unter 18. gesuchte Verhältnis n/j:

(h) Heutige Linearvergrößerung eines heute *aus* der kosmischen Zeit $j\tau$ gesehenen Objektes $n/j = 1/(1 - \triangle\lambda / \lambda_j)$. — Vgl. 18. So erscheinen dem jetzigen Beobachter auf den Sichtradien senkrechte (Bogen-) Längen aus beispielsweise dem Bootes-Nebelhaufen — dessen $\triangle\lambda / \lambda_j = 0.1156$ — bereits um den Faktor 1.1307 vergrößert. Distanzen brauchen hiezu also nicht bekannt zu sein.

Da andererseits für das säkulare Größen-Wachstum eines isolierten Gestirns *angenähert* gilt: heutiges n_c / damaliges $n_c = n/j$, kann man sagen, daß infolge der Beziehung 18. oder (h) der Erdbeobachter im heutigen Raume aus früheren Zeiten $j\tau$ strahlende Objekte — deren Durchmesser also *ca.* j/n des heutigen betrug — praktisch in ihrer gegenwärtigen Größe sieht. Hierin mag ein Grund dafür liegen, daß die übliche, »heutig-räumliche«, mit einer auch die Zeit gebührend berücksichtigenden Kosmographie nicht in direkten Widerspruch gerät. — Die radiale, wahre »raum-zeitliche Tiefe« eines Gestirns ließe sich übrigens wenigstens grundsätzlich aus der Differenz der Rotverschiebungen seines fernsten und seines nächsten Bestandteils ermitteln. —

Eine Prüfung der modifizierten Form (f) des Gesetzes von *Hubble* mittels seiner — geeignet umgerechneten — Daten etwa in [15] (1937) ergibt, wie zu erwarten war, keine Proportionalität der Rotverschiebungen und Entfernungen. Die Abweichung davon,

welche eine zukünftige, aus mittels des 200-Zöllers (auf Mt. Palomar) zu gewinnenden Daten resultierende Kurve aufzeigen könnte, würde vielleicht umgekehrt gewisse Schlüsse betreffend eine säkulare Variation der Leuchtkraft eines Gestirns erlauben.

22. — Dieses Problem, wie die erwähnten Zusammenhänge überhaupt, führen uns schließlich wiederum zurück auf das unter 16.—17. angedeutete kosmogonische Weltmodell.

Trachten wir einmal, ein nach dem heutigen Stande des Wissens größtes Gestirn, einen Galaxien-Cluster, in der großen Linie säkular zu verfolgen. Die Behauptung, es gäbe zur Zeit t_n, sagen wir, N ($\cong M_n^{(t)}/10^{48} \cong 10^{10}$) Nebelhaufen, zieht *aus Gründen der begrifflichen Kontinuität* die Behauptung nach sich, es habe *seit* der ersten Welt des Alters $t_1 = \tau$ die bis auf ihre primävalen »Keime« nicht ihrer Energie oder Masse nach (materiell), doch ihrem Namen nach (nominell) identischen — eben die »nämlichen« — N Galaxien-Cluster, samt ihrem (wiederum wesentlich bloß nominell) identischen Bestandsgut, gegeben. Denn zwar vermag der Erdbeobachter das nämliche Gestirn entwicklungsmäßig nur während einer verschwindend kurzen kosmischen Dauer zu verfolgen. Dagegen kann er bereits merklich verschiedene Zeitpunkte $j\tau$ mit Nebelhaufen (-Mittelpunkten) besetzt finden. Und bei tieferer und tieferer Raumzeit-Durchdringung wird er nun nicht sprunghaft seine Objekte *begrifflich* von »Nebelhaufen« über »Galaxien« zu »Sternen« usw. verkleinern. Im Gegenteil wird er dabei möglicherweise einmal zu der Konzeption von Nebelhaufen-Haufen geführt werden. »Undsoweiter«, muß man vielleicht sagen, weil gravitationelle Unabhängigkeit streng erst für das vollkommen abgeschlossene System »(ganzes!) Universum« erfüllt ist. Diese Fragestellung ist übrigens nicht müßig. So kommt *Hubble* zu dem Schluß, daß sein Gesetz innerhalb der lokalen Nebelgruppe nicht wirksam ist (und verallgemeinert ihn in [16] für »gravitational assemblages«). Hiermit ist aber das Problem der Ermittlung der »rein kosmischen« Rotverschiebung eines Gestirns unlöslich verbunden. —

Mit logischer Notwendigkeit gelangt der Beobachter also zu der Auffassung, daß jene primävale Welt, die von der heutigen räumlich um $(n-1)\lambda$ und zeitlich um $(n-1)\tau$ entfernt ist (»ist« im Präsens!), die N »bekannten« Galaxien-Cluster, aber als sub-elektronische Keime, enthielt. (Ihr mittlerer *Maximal*-Durchmesser

betrug λ / N. *Frühere* Raumquanten erscheinen demnach als weitgehend teilbar.) Diese ersten Nebelhaufen-Keime waren nichtstrahlende schwarze Zwerge — im Sinne von Fowler — (die dem Menschen also auch prinzipiell unsichtbar wären); die damalige mittlere Massendichte $\varrho_1^{(t)}$ $(=\varrho_1)$ betrug $1.534 \cdot 10^{12}$ **g cm** $^{-3}$. — Der Raumzeit-Abstand »des« weiterbestehenden Erdbeobachters von einer Welt bestimmter, *fixierter*, Quantenzahl w nimmt natürlich mit der Zahl der beide trennenden kosmischen Quantensprünge zu. —

Die säkulare Entwicklung gerade des größten *heute bekannten* Gestirns als charakteristischen oder thermodynamischen Ganzen — welche ja, wie oben (s. unter 16.) aus dem idealen Fall des Universums als Ganzen erhellt war, die säkulare Evolution seiner Unter-Systeme »Galaxien« usw. gleichsam als Führungsrahmen bestimmt — zeichnet sich, nach allem, in folgenden Grundzügen ab. Die N Galaxien-Cluster entstehen (wahrscheinlich als Unter- Unter-... Systeme) mit dem Weltall, aus einem Raumzeit-*Punkt*, im ersten kosmischen Quantensprung $w = 0 \rightarrow 1$ (der Elementar-Dauer τ), welcher, wie alle folgenden, akausal geschah bzw. geschehen wird. (Eine »Urexplosion« ist diesem Bilde fremd. Darin erscheint übrigens auch die Verschiedenheit unter sich gleichzeitiger — äquitemporeller — Objekte als auf eine *primävale statistische Schwankung* zurückführbar.) Ein Nebelhaufen begann unter Bedingungen extremster Gasentartung als strahlungsloser schwarzer Zwerg (der bloßen Nullpunktsenergie). Seine (ideale) charakteristische Zahl $n_C \cong w\lambda/N$ wächst mit der des Universums, w, ungefähr linear, wobei zu jeder Zeit Maximal-Durchmesser und -Periode prop. $n_C(w)$, Maximal-Masse prop. $n_C(w)^2$ sind; vgl. unter 15.—17. Der so »parallel« mit dem Universum wachsende Cluster entwickelte sich unter *anfänglicher* Zunahme seiner *effektiven* Temperatur vom »extrem schwarzen« zum stets intensiver strahlenden weißen Zwerg. Später müssen dann die Werte der allgemeinen, kosmischen, Zustandsgrößen eine Zeitspanne des Übergangs von den Bedingungen der Gasentartung zu denjenigen der Gasverdünnung durchlaufen haben — während welcher möglicherweise auch bereits das heutige Häufigkeitsverhältnis der chemischen Elemente »eingefroren« sein könnte. Denn die gegenwärtig sichtbaren, gealterten Nebelhaufen erfüllen, mit den Galaxien als Molekülen, die idealen Gasgesetze schon

weitgehend. (In dieser Mitteilung kann auf die hier angedeuteten Fragen noch nicht gründlicher eingegangen werden.)

Und ebenso wie die thermodynamischen Eigenschaften des sich entwickelnden Universums als Ganzen dessen nächstkleinere Unter-Systeme in die kosmische Evolutionsrichtung zwingen, wird etwas Entsprechendes die gesamte Skala der physikalischen Systeme hinunter der Fall sein. Die kosmogonische muß letztlich eine jede säkulare Entwicklung steuern. *In der großen Linie* dürfte diese eine Evolutionsrichtung beim Galaxien-Cluster wie beim Stern vom Zwergstadium extremer Gasentartung zum Riesen- und Zerfallsstadium extremer Gasverdünnung weisen. Das Aufhören der Zunahme der kosmischen Entropie bzw. der Zunahme des Weltalters — und das heißt, das Ende weniger des Daseins als des Geschehens — sollte gekennzeichnet sein durch die maximale Unordnung der derzeitigen, rotationslosen, »Moleküle«. Dann werden die Gestirne sich vollständig auflösen, erst damit ihre ur-alte Individualität verlierend. Was heißt hier aber »vollständige Auflösung«? Jener Zustand des »End-Nebels« ist nur asymptotisch erreichbar.

— — —

Rückblickend erkennen wir etwas vom tiefen Wahrheitsgehalt der methodologischen Maxim von *Ockham* betreffend die Naturbeschreibung: »Entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem« (ca. 1300; ähnlich bereits bei Aristoteles). Das Problem dieser »necessitas« aber ist eines der reizvollsten der ganzen Erkenntnistheorie.

Verf. weiß sich geistig am meisten dem (aus dem Wiener Kreis erwachsenen) logischen Empirizismus, *Eddington*, und *Bertrand Russell* verpflichtet. —

Mögen die gefundenen methodologischen Zusammenhänge aus ihrer hier gegebenen, besonders mangels Diskussionen mit Astrophysikern oft unfachgemäßen, Darstellung dennoch herauszulesen sein und sich der zukünftigen Naturbeschreibung dienlich erweisen.

Literatur-Hinweise

1 E. Schrödinger, Nature (London) **140** (1937), 742—744.

2 P. A. M. Dirac, The Principles of Quantum Mechanics, 2nd ed. (Oxford 1935); bes. »Preface to Second Edition«, u. S. 17.

3 P. A. M. Dirac, Proc. Roy. Soc. London A **165** (1938), 199—208.

4 H. Poincaré, Dernières Pensées (Paris 1913); S. 185, 188.

5 H. T. Flint, Proc. Roy. Soc. London A, seit 1928. Vgl. auch H. T. Flint, Proc. Phys. Soc. **56** (1944), 149—160, bes. »Discussion«.

6 Earl Russell schrieb Verf. am 8. Oktober 1946: »With regard to your idea of quantum jumps in time: it is a notion that has always attracted me ever since the beginning of quantum physics. The belief in continuity has never had any basis, except the convenience of being able to use the calculus, and I am convinced that much can be done by assuming a discontinuous time.«

7 P. A. M. Dirac, Nature (London) **139** (1937), 323.

8 P. A. M. Dirac, »The Relation between Mathematics and Physics«, Proc. Roy. Soc. Edinb. A **59** (1938—1939), 122—129.

9 Vgl. etwa: Bart J. Bok, Mon. Not. Roy. Astr. Soc. **106** (1946), 61—75.

10 Zitiert nach dem von Prof. C. F. v. Weizsäcker am 16. Dez. 1947 in Zürich gehaltenen Vortrage: »Das Alter des Universums und die Entwicklung der Gestirne«.

11 Bertrand Russell, The Analysis of Matter (London 1927), deutsch »Philosophie der Materie«; Ende v. Kapt. XXXII.

12 A. S. Eddington, The Nature of the Physical World, »Everyman's Library« ed. (London 1942); S. 86.

13 P. M. S. Blackett, Nature (London) **159** (1947), 658—666.

14 Horace W. Babcock, Phys. Rev. **72** (1947), 83.

15 E. Hubble, The Observational Approach to Cosmology (Oxford 1937); Table I, S. 37.

16 E. Hubble, The Problem of the Expanding Universe, in »Science in Progress« (ed. Baitsell), 3rd Series (New Haven 1942), S. 22—44 u. 297—298.

17 Pascual Jordan, Die Herkunft der Sterne (Stuttgart 1947); S. 11—12.

18 Nicholas U. Mayall, Lick Obs. Bull. No. 497 (1939), S. 33—39.

19 Sir James Jeans, Physics and Philosophy (1942; Cambridge 1946); bes. S. 67—68.

Eingegangen am 22. Dezember 1947.