

7 RAUMENERGIE

Die Alten waren der Überzeugung, dass aus Nichts nichts kommt. Inzwischen wissen auch die modernen Denker, dass der „leere Raum“ nicht wirklich leer, sondern von einem dynamischen See virtueller Teilchen erfüllt ist. Selbst am absoluten Nullpunkt macht sich dieser See durch sog. Nullpunktfuktuationen bemerkbar.

7.1 Weltäther – Kontinuum – Vakuum

Das klassische Vakuum – am Beispiele der Magdeburger-Halbkgeln demonstrierbar – ist die Leere, welche sich durch das Fehlen von Materie offenbart. Die Natur ist immerzu bestrebt, das Vakuum mit materiellen Dingen zu besetzen, seien es Gase, Flüssigkeiten oder feste Körper. Nicht umsonst ist bei den Alten vom *Horror vacui* die Rede. Doch seit Maxwell, Hertz und Lorentz ist bekannt, dass dem Raum selbst bei Abwesenheit materieller Körper bestimmte Eigenschaften zukommen, die eng mit der Faradayschen Idee der Kraftlinien verknüpft sind.

Sitz des elektromagnetischen Feldes ist der leere Raum. Es gibt in diesem nur einen elektrischen und einen magnetischen Feld-Vektor. Dieses Feld wird erzeugt durch atomistische elektronische Ladungen, auf welche das Feld ponderomotorisch zurückwirkt. Eine Verknüpfung des elektromagnetischen Feldes mit der ponderablen Materie besteht nur dadurch, dass elektrische Elementarladungen mit atomistischen Bausteinen der Materie starr verbunden sind.

So oder ähnlich steht es in manchen Physikbüchern geschrieben. Feld und Feldquelle ergänzen sich zu einer physikalischen Gesamtheit, bestehend aus Raum, ponderablen Körpern und Feldern. Die Quantenphysik kennt keinen völlig leeren Raum. Selbst im Vakuum finden unablässig Fluktuationen virtueller Teilchen statt, die wie aus dem Nichts erscheinen und wieder verschwinden. Das Vakuum der Quantenelektrodynamik (QED) – und noch viel mehr dasjenige der Quantenchromodynamik (QCD) – besitzt eine Struktur, einem Schaume gleich, der sich in immerwährender Bewegung befindet. In der Kosmologie ist der uralte Äther in Form der dunklen Energie und damit assoziierbarer Skalarfelder (Quintessenz-Modelle) anzutreffen. Niemand spricht dabei explizit vom Äther; angebracht wäre es aber, von Raumenergie zu sprechen.

7.1.1 Von Fresnel bis Einstein

Die vorrelativistische Entwicklung

Nachdem lange Zeit zwischen den Anhängern einer Korpuskulartheorie des Lichtes (Newton, Laplace, Poisson, Biot) und den Verfechtern der Undulationstheorie (Grimaldi, Hook, Pardies, Huygens) ein Wettstreit geherrscht hatte, setzte sich die Wellentheorie aufgrund empirischer Befunde allmählich durch. Zu diesem Verständnis Wesentliches beigetragen hatte der Augenarzt Thomas YOUNG (1773-1829), indem er 1801 die beim Doppelspaltversuch auftretenden Interferenzerscheinungen mit den Gesetzmässigkeiten der Wellentheorie beschrieb. Damit vermochte er die Newtonschen Ringe plausibel zu begründen, was den Korpuskel-

theoretikern nicht gelingen wollte.

Augustin Jean FRESNEL (1788-1827) war überzeugt, dass der Lichtäther sich als ein hochelastisches und zugleich äusserst dichtes Medium manifestieren müsse, in dem sich das Licht ungehindert als Welle fortpflanze. Ähnlich wie der Schall durch die Luft, so sollte das Licht durch den Lichtäther übertragen werden.

Dem Empiristen Ernst MACH (1838-1916) wird der Spruch zugeschrieben:

Das Licht sei wie der Schall. Der Schall sei wie das Licht.

Fresnel gelang es in der Folge, auch die Beugung mit der Wellentheorie in Einklang zu bringen. Im selben Jahr (1818) konnte Fresnel die bereits 1728 von James Bradley entdeckte (stellare) Aberration mit der Wellentheorie erklären. Kurz zuvor hatte Young für das Licht transversale Wellen vorgeschlagen. Diese These erhielt Unterstützung durch die Beobachtung, dass zwei senkrecht zueinander polarisierte Lichtstrahlen keine Interferenz bewirken. Auch die Experimente von George B. Airy (1831) erhärteten zunehmend die Wellennatur des Lichtes. 1851 bestätigte Armand Hippolyte-Louis FIZEAU (1819-1896) auf experimentellem Wege den Fresnelschen Mitführungskoeffizienten für Licht in bewegten Medien.

Auf der Kristalloptik und dem elastischen Äther Fresnels aufbauend entwickelte 1887 der Physiker Woldemar VOIGT (1850-1919) eine neue Klasse von Transformationsgleichungen, welche die Gesetze der Wellenoptik in sämtlichen Inertialsystemen unverändert belassen. Voigt ging von einem elastischen und kristallähnlichen Lichtmedium aus. Denn für jeden Physiker der damaligen Zeit war evident, dass Wellen eines Mediums bedürfen, um sich im Raume auszubreiten. Später wurden seine Gleichungen von Lorentz (1895, 1899, 1904) weiterentwickelt und durch Poincaré (1904, 1905) in ihre endgültige Fassung gebracht.

Franz Ernst NEUMANN (1798-1895) und James MacCULLAGH (1809-1847) übernahmen 1837 bzw. 1839 diese neuen Ideen. Aufhorchen lässt, dass MacCullaghs Äthermodell mechanische Verdrehungen gegen den absoluten Raum in einem elastischen Festkörper erforderte und zu Bewegungsgleichungen führte, die in ihrer Form den damals noch unbekannten Maxwell-Gleichungen entsprachen.

George Gabriel STOKES (1819-1903) vertrat um 1845 die Idee einer partiellen Mitführung des Äthers durch die ponderablen Körper. Auch die Erde sollte den Äther mit sich führen. Demzufolge sollte sich die Lichtgeschwindigkeit mit der Höhe verändern. Solches war mit ein Grund, weshalb Dayton C. Miller später auf einen "hohen Berg" ging, um dort seine Experimente durchzuführen.

Unabhängig von den kontinentalen Wissenschaftlern entwickelte auch Joseph LARMOR (1857-1942) im Jahre 1897 die richtigen Transformationsgleichungen, davon ausgehend, dass man sich den Äther als ein homogenes Fluid vorstellen konnte, das inkompressibel und zugleich elastisch sei.

Für Oliver LODGE (1851-1940) war der Äther nicht nur eine Substanz mit nachweisbaren physikalischen Eigenschaften, sondern darüber hinaus ein universales Substrat.

Er ist das Hauptwerkzeug des Verstandes, der Träger der Seele, die Wohnung des Geistes. Mit Recht kann man ihn nennen: das lebende Gewand Gottes.¹

In ähnlichem Sinne, wenn auch auch auf die Naturwissenschaften beschränkt, verstand Phil-

¹ O. Lodge: Ether und Reality (1925)

ip LENARD (1862-1947) den Äther. Lenard unterschied dabei zwischen Äther (der von allen Körpern mitgeführt wird) und Uräther (der als lichttragendes Medium den Weltraum erfüllt).²

Äther und Spezielle Relativitätstheorie

Henrik Antoon LORENTZ (1853-1928) – nach dem die neuen Transformationen schliesslich benannt wurden – wies dem Äther die Rolle eines statischen Welthintergrundes zu, der in alle Ewigkeit unwandelbar und in sich selbst ruhend den elektromagnetischen Phänomen als Substrat diene. Doch auch diese Vorstellung erwies sich als platonisches Trugbild. Mit seiner Elektronentheorie schuf Lorentz ein umfassendes Kompendium des Äthers. Als zunächst enttäuschend erwies sich jedoch der negative Ausgang der Michelson-Versuche³ (1881, 1887), deren erster in Potsdam durchgeführt wurde. Ein zweiter, verbesserter Versuch fand zusammen mit Morley in Cleveland, Ohio, statt.

Mit einem Interferometer versuchte Albert Abraham MICHELSON (1852-1931) die Existenz des Äthers nachzuweisen. Doch die Versuche schlugen allesamt fehl, so dass der Schluss nahe lag, dass es einen Lichtäther gar nicht gibt. Andererseits benötigte eine elektromagnetische Welle zur Ausbreitung ein Medium.

Aus diesem Dilemma heraus wurde 1889 die Längenkontraktion geboren. Die ursprüngliche Idee stammte von George Francis FITZGERALD (1851-1901), dass nämlich relativ zum Äther bewegte Gegenstände in Bewegungsrichtung eine Kontraktion erfahren sollten. Oliver HEAVISIDE (1850-1925) beschrieb zur selben Zeit das kontrahierte Feld einer bewegten elektrischen Ladung (sog. Heaviside-Ellipsoid). Lorentz behalf sich aus der durch den Michelson-Morley-Versuch erzeugten Verlegenheit, indem er ad hoc eine relativistische Längenkontraktion postulierte. Berechnet man diesem Ansatz folgend die Kontraktion für den in Bewegungsrichtung der Erde befindlichen Arm des Michelson-Interferometers, werden wie durch ein Wunder die Wege der zur Interferenz zu bringenden Teilstrahlen gleich lang, so dass in Übereinstimmung mit dem Experiment keine Streifenverschiebung resultiert. Aus heutiger Beurteilung lässt sich sagen, dass der Äthernachweis mit einem Michelson-Interferometer nicht möglich ist. Es müssen völlig andere und den Quantencharakter des Äthers berücksichtigende Experimente entwickelt werden, um zu einem positiven Ergebnis zu gelangen; doch zu jener Zeit wusste man dies noch nicht.

Schliesslich war es ein noch gänzlich unbekannter Physiker namens Albert EINSTEIN (1879-1955), dem eine besonders tiefe Einsicht in das Innere der Natur zufiel. In einem 1905 in den "Annalen der Physik" veröffentlichten Beitrag⁴ entwickelte der unkonventionelle Denker eine sich aus der Lorentz-Transformation in letzter Konsequenz ergebende Modifikation von Raum und Zeit. Dadurch konnte Einstein den bisher vergeblich gesuchten Lichtäther getrost zur Seite legen. Verüben konnte man ihm dies nicht; denn wie oben zur Genüge ersichtlich ist, bestand in der Äthertheorie keine Einigkeit unter den Physikern. Für die einen war der Äther mit einem elastischen Festkörper, für die andern mit einem Gase und für eine dritte Gruppe mit einem inkompressiblen Fluid vergleichbar. So war es nicht verwunderlich, dass den Physikern eine einheitliche Beschreibung fehlte und der Hypothesenbildung keine Grenze gesetzt war. Einstein beendete dieses Ideenchaos durch einen radikalen Schnitt.

² Ph. Lenard: Über Äther und Uräther (1921)

³ <http://de.wikipedia.org/wiki/Michelson-Morley-Experiment>

⁴ A. Einstein: Zur Elektrodynamik bewegter Körper (Ann. d. Physik, 1905)

Auf zwei Postulaten (Relativitätsprinzip und Konstanz der Lichtgeschwindigkeit) basierend kristallisierte sich die Spezielle Relativitätstheorie heraus. Die SRT kann als krönender Abschluss von Mechanik und Elektrodynamik betrachtet werden. Als Grenzfall für kleine Geschwindigkeiten ist in ihr die Galilei-Transformation enthalten. In der Theorie kommt den Inertialsystemen eine wichtige Bedeutung zu. Unter einem Inertialsystem wird ein gleichförmig bewegtes Bezugssystem, das durch Galileische Koordinaten beschreibbar ist, verstanden. In sämtlichen Inertialsystemen besitzt die (Vakuum)-Lichtgeschwindigkeit denselben numerischen Wert.⁵ Die Phasengeschwindigkeit einer elektromagnetischen Welle ist "Cum granu salis" unabhängig von der Relativgeschwindigkeit zwischen Quelle und Beobachter (sog. C-Konstanz). Nur noch von wenigen Physikern⁶ wird diese These angezweifelt.

Dazu muss folgende Ergänzung eingefügt werden. Die geforderte C-Konstanz ist nur für galileische Bezugssysteme gültig! Einstein selbst vermerkt in einer seiner Schriften:

...dass nach der allgemeinen Relativitätstheorie das schon oft erwähnte Gesetz von der Konstanz der Vakuumlichtgeschwindigkeit, das eine der beiden grundlegenden Annahmen der speziellen Relativitätstheorie bildet, keine unbegrenzte Gültigkeit beanspruchen kann. Eine Krümmung der Lichtstrahlen kann nämlich nur dann eintreten, wenn die Ausbreitungsgeschwindigkeit mit dem Orte variiert.⁷

In adäquatem Sinne äusserte sich Wolfgang Pauli in seinem Encyklopädie-Beitrag:

Von einer universellen Konstanz der Vakuum-Lichtgeschwindigkeit kann schon deshalb nicht die Rede sein, weil diese nur in den Galileischen Bezugssystemen stets denselben Wert c hat...⁸

Ein besonderen Standpunkt nehmen die Vertreter der lorentzianischen Interpretation der Relativitätstheorie ein, zu denen sich in gewissem Sinne auch der Schreibende zählt. Als Legitimation führt Jürgen Brandes an, dass die lorentzianische Interpretation historisch gerechtfertigt sei, weil alle wesentlichen relativistischen Formeln bereits vor Einstein hergeleitet wurden. Ferner werden die bekannten Paradoxien vermieden und bestimmte Vorgänge wie z.B. der Sagnac-Effekt oder die Thomaspräzession einsichtiger beschreibbar.

Zwischen beiden Interpretationen kann nicht experimentell unterschieden werden, es sei denn, das Relativitätsprinzip wäre verletzt. Die Einseitigkeit heutiger Lehrbücher liegt darin, dies zu verschweigen und das ist keine Kleinigkeit, denn es betrifft eine philosophisch-weltanschaulich bedeutsame Fragestellung. [...] Als wissenschaftliche Theorie muss man die lorentzianische Interpretation akzeptieren, sofern die Existenz eines ausgezeichneten Inertialsystems plausibel ist.⁹

In seinem "Annus mirabilis" veröffentlichte Einstein vier Arbeiten, darunter auch eine zur Lichtquantenhypothese¹⁰, die sich bald als revolutionär erweisen sollte. Das Licht bewies seinen korpuskularen Charakter dadurch, dass es sich bezüglich seiner Erzeugung und Absorption wie ein Strom diskreter Teilchen verhielt. Doch aller bisherigen Erfahrung zufolge

⁵ $c_0 = 2,99792458 \cdot 10^8$ m/s

⁶ G. Galezcki, P. Marquardt: Requiem für die Spezielle Relativität (Haag + Herchen)

⁷ A. Einstein: Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie (Springer)

⁸ W. Pauli: Relativitätstheorie, neu herausgegeben und kommentiert von Domenico Giulini (Springer)

⁹ J. Brandes et al.: Die Einsteinsche und lorentzianische Interpretation der speziellen und allgemeinen Relativitätstheorie (Verlag relativistischer Interpretationen, 1998)

¹⁰ A. Einstein: Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt (Ann. d. Physik, 1905)

war es auch ein Wellenphänomen. Dieser "Dualismus des Lichtes" verwirrte in den Anfängen der modernen Physik die Geister.

Mit Walter RITZ (1878-1909) trat ein Jahr vor dessen Tod nochmals ein letzter Verfechter der Emissionstheorie auf den Plan; doch Willem de SITTER (1872-1934) widerlegte am Beispiel eines Doppelsternsystems diese Idee.

Äther und Allgemeine Relativitätstheorie

Nach etlichen Jahren des von Zweifeln und Erwartungen geprägten Schaffens gelang Einstein im November 1915 ein zweiter genialer Wurf, indem er die richtigen Feldgleichungen der Gravitation herleiten konnte. Kurz darauf konnte Einstein der Fachwelt die Allgemeine Relativitätstheorie (ART) vorstellen, in der beliebige Bezugssysteme möglich sind, welche durch Gaußsche Koordinaten beschrieben werden. In der ART wird anstelle der uns vertrauten Geometrie von Euklid die von Bernhard Riemann entworfene sphärische Geometrie gekrümmter Räume verwendet, die aus der Erweiterung der Gaußschen Flächentheorie auf höherdimensionale Mannigfaltigkeiten hervorgeht.

Die ART ist eine Prinzipientheorie, in der neben dem Äquivalenzprinzip und dem (allgemeinen) Relativitätsprinzip das Prinzip der Kovarianz der Naturgesetze eine wichtige Bedeutung einnimmt. Um physikalische Gesetze unabhängig vom benutzten Koordinatensystem zu formulieren, musste Einstein den Tensor-Kalkül von Ricci und Levi-Civita verwenden. Durch Tensorgleichungen ausgedrückte Beziehungen erlauben eine allgemeingültige Formulierung der Naturgesetze unter beliebiger Koordinatentransformation. In Bezug auf das elektromagnetische Feld wird daher nicht länger von verschiedenen Feldern die Rede sein, sondern nur noch von einem einzigen Feld, dessen Komponenten im Faraday-Tensor zusammengefasst werden.

Die Quelle der Krümmung eines Kontinuums ist im Energie-Impuls-Tensor enthalten. Die rechte Seite der Einsteinschen Tensorgleichung beschreibt daher die Krümmungsursache, die linke deren geometrische Ausprägung.

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = -k T_{\mu\nu}$$

Einsteinsche Tensorgleichung

$R_{\mu\nu}$:= Ricci-Tensor

$g_{\mu\nu}$:= Metrischer Tensor

R := Ricci-Skalar

$T_{\mu\nu}$:= Energie-Impuls-Tensor

k := Konstante

Einsteins grosses Verdienst liegt in der Erkenntnis, dass Gravitation und Geometrie auf untrennbare Weise durch den absoluten Differentialkalkül verknüpft sind.

Obwohl Einstein den Lichtäther im Rahmen der SRT für entbehrlich hielt, kam er Jahre später auf einen anderen Äther zu sprechen, der sich mit den Eigenschaften des metrischen Feldes der Allgemeinen Relativitätstheorie verbinden liess und so als geometrische Eigenschaft der Raumzeit in Erscheinung trat. In einer Antrittsrede von 1920 sagte er zu den anwesenden Akademikern:

Indessen lehrt ein genaueres Nachdenken, daß diese Leugnung des Äthers nicht notwendig durch das spezielle Relativitätsprinzip gefordert wird. [...] Nach der allgemeinen Relativitätstheorie ist der Raum mit physikalischen Qualitäten ausgestattet; es existiert also

in diesem Sinne ein Äther. Gemäß der allgemeinen Relativitätstheorie ist ein Raum ohne Äther undenkbar; denn in einem solchen gäbe es nicht nur keine Lichtfortpflanzung, sondern auch keine Existenzmöglichkeit von Maßstäben und Uhren, also auch keine räumlich-zeitlichen Entfernungen im Sinne der Physik. Dieser Äther darf aber nicht mit der für ponderable Medien charakteristischen Eigenschaft ausgestattet gedacht werden, aus durch die Zeit verfolgbaren Teilen zu bestehen; der Bewegungsbegriff darf auf ihn nicht angewendet werden.¹¹

Einstains durch das metrische Feld bedingter Äther war von gänzlich anderer Beschaffenheit als der von Lorentz beschriebene Lichtäther. Leider erfolgte diese Korrektur zu spät; denn obwohl sich Einstein explizit auf den Äther bezog, kehrte die jüngere Physikergeneration nicht zu diesem als veraltet empfundenen Begriff zurück. In seinen späteren Jahren vermied auch Einstein geflissentlich diesen Terminus. Kurz vor seinem Ableben (1955) musste er aber doch einräumen:

Vorläufig wissen wir nicht, zu welcher Rolle der neue Äther im Weltbild der Zukunft bestimmt ist...

Bis in unsere Zeit hinein ist (Raum)-Äther ein unter Physikern nur ungerne gehörtes Wort. Trotzdem wollen wir an diesem kontroversen Begriff festhalten, weil es eine Binsenweisheit ist, dass Wellen zu ihrer Ausbreitung eines Mediums bedürfen. Wir wollen allerdings die Fehler früherer Tage vermeiden und dem modifizierten Lorentz-Äther keine der früheren Eigenschaften zuschreiben, sondern von einem mit einem Bose-Einstein-Kondensat (BEK) vergleichbaren Quantenfluid ausgehen.

7.1.2 Influxus aus dem Quantenvakuum

Hilgenbergs Ätherströme

Ott Christoph Hilgenberg (1896-1976) wurde vor allem durch seine Hypothese des Erdwachstums¹² bekannt. Er betrachte diese Hypothese als Ergänzung zu der von Wegener in die geophysikalische Debatte eingebrachte Theorie der Kontinentaldrift¹³. Leider war Wegener bereits 1930 auf einer Grönland-Expedition umgekommen, so dass Hilgenberg seine Arbeit als posthume Widmung publizieren liess. Anhand von vier eindrücklichen Modellgloben versuchte Hilgenberg aufzeigen, dass sich die Kontinente beinahe nahtlos zu einem einzigen von einem Urmeer umschlossenen Urkontinent (Pangäa) zusammenfügen lassen, wenn dazu die Erde auf etwa die Hälfte ihres heutigen Radius verkleinert wird. Das postulierte Erdwachstum sollte Hilgenberg zufolge durch eine Materialisation des aus dem Weltraum permanent einströmenden Äthers erfolgen. Der Grundgedanke dieses Prozesses taucht bereits bei Riemann auf, der die Erde in einem hydromechanischen Vergleich als Senke im Äthermeer betrachtete. Gravitation wurde als Manifestation einer Ätherströmung verstanden. Im Erdinnern sollte dann durch einen noch näher zu begründenden Mechanismus eine Metamorphose des Äthers in stoffliche Bestandteile (Elementarteilchen) erfolgen. Eine gewiss geistreiche Konzeption, der nachzugehen sich lohnt. Von Carey – einem der bekanntesten modernen Vertreter des Erdexpansionsmodell – wurde 1996 die These ins Spiel gebracht, dass sich die Massenzunahme vermutlich erst auf kosmologischer Ebene (im

¹¹ Ebenda: Die Feldgleichungen der Gravitation (1915)

¹² Ott C. Hilgenberg: Vom wachsenden Erdball (Giessmann & Bartsch, 1933)

¹³ A. Wegener: Die Entstehung der Kontinente und Ozeane (1929)

Kontext des expandierenden Universums) befriedigend verstehen liesse.

Erdwachstum

Bereits zu Hilgenbergs Zeiten war die postulierte Erdexpansion¹⁴ eine äusserst kontroverse Thematik. Die damalige Ablehnung der von Wegener eröffneten Debatte der Kontinentaldrift wurde auch auf Hilgenbergs Modell der wachsenden Erde und seine Ätherstromhypothese übertragen. Weil diese Vorstellungen nicht mit der inzwischen auch in deutschen Kreisen etablierten Relativitätstheorie in Übereinstimmung zu bringen war, fielen sie auf steinigem Boden. Hilgenbergs erste Dissertation "Über Strömungsversuche mit Senken und Quellen, die das Wesen der Schwerkraft grundlegend erklären" wurde 1938 von der TU Berlin (Fakultät für Maschinenwesen) abgewiesen. Erst zehn Jahre später gelang Hilgenberg die Promovation zum Dr. Ing. Weil sich Hilgenberg zudem weigerte, der NSDAP beizutreten, blieb ihm der akademische Erfolg verwehrt. Bis an sein Lebensende arbeitete er als freier Wissenschaftler, wobei ihm die TU Berlin insofern entgegen kam, als sie ihm am Institut für Geologie und Paläontologie einen Arbeitsraum zu Verfügung stellte. Sein Hauptwerk (Geotektonik, neuartig gesehen) erschien 1974.

Das Erdwachstum liesse sich wie folgt begründen: Massive Körper wie die Erde sind eine Senke im Weltraumäther. Der immerwährende Influxus latenter Materie manifestiert sich als eine gegen das Massenzentrum gerichtete Strömung, die bezüglich ponderabler Körper als Schwerkraft interpretierbar ist. Im Erdkörper zerfällt ein Teil der einströmenden Ätherpartikel in massive Teilchen, d.h. in Elektronen und Positronen. Von diesen zerstrahlt eine bestimmte Menge, was sich durch die Erdwärme bemerkbar macht. Der Rest trägt als massive Materie zum Erdwachstum bei.

Superfluidmodell des Vakuums

Der Autor hat in einem langen Denkprozess ein Fluidmodell der Gravitation entwickelt. Im

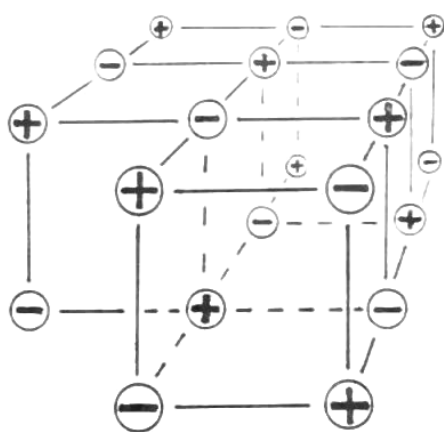


Abb. 7-1

EPOLA-Modell des Vakuums¹⁵

Unterschied zur Drucktheorie der Gravitation vom LaSage-Typus wird als Ursache der Schwerkraft die Einströmung eines nach strömungsmechanischen Prinzipien agierenden Fluids angenommen. Eine ähnliche Idee wurde bereits von Riemann vertreten. Diesem Prozess liegt aus heutiger Sicht die Vorstellung zugrunde, dass der Weltraum von einem Quantenfluid erfüllt ist, das sich möglicherweise als die gesuchte dunkle Materie erweisen könnte.

Angeregt zu dieser Konzeption wurde der Schreibende durch die Dirac'sche Löchertheorie¹⁶, der zufolge der Vakuum-Grundzustand einem See virtueller Elektronen gleicht. Durch energetische Anregung kann dem Dirac-See spontan ein Elektron-Positron-Paar ent-

trissen werden. Um eine durch die Mathematik hervorgerufene Problematik zu umgehen, postulierte Paul Adrien Maurice Dirac (1928) ein Antiteilchen des Elektrons. Dieses als Positron bezeichnete Partikel wurde einige Jahre später von Carl D. Anderson (1932) in der kos-

¹⁴ <http://de.wikipedia.org/wiki/Expansionstheorie>

¹⁵ M. Simhony: The Electron-Positron Lattice Space (Physics Section 5, The Hebrew University Jerusalem, 1990)

¹⁶ E. Rebhahn: Theoretische Physik, Bd. 2 (Spektrum Akademischer Verlag)

mischen Strahlung gefunden.

Später stiess der Schreibende auf das EPOLA-Modell¹⁷ von Prof. Menahem Simhony, gemäss welchem der physikalische Raum als ein aus Elektronen und Positronen aufgebautes Kristallsystem zu verstehen ist (Abb. 7-1). Simhony orientierte sich dazu am Ionengitter des Kochsalzkristalls. Wirklich zufrieden war der Schreibende damit noch nicht. Scheinbar zufällig fiel ihm daraufhin ein Artikel eines gewissen Falkner in die Hände, wo der Äther mit einem aus Elektron-Positron-Paaren besetzten Vakuum identifiziert wurde. Dieser Ansatz wurde vom Schreibenden sukzessive zum Suprafluidmodell entwickelt, wonach das Quantenvakuum (Äther) einer Supraflüssigkeit gleicht, die aus ladungskompensierten Elektron-Positron-Paaren besteht, welche aufgrund ihrer besonderen Bindung ein kosmisches Quantenfluid bilden. Ähnlich wie die Cooper-Paare in der Festkörperphysik, nur masselos, bilden diese virtuellen Paare im Vakuumgrundzustand ein oszillierendes Skalarfeld, das sich grossräumig über das Universum erstreckt. Die kosmische Hintergrundstrahlung wird in besagtem Sinne nicht als Relikt des Urknalls, sondern als Manifestation stochastischer Oszillationen der Elektron-Positron-Paare verstanden.

Der Physiker Dirk Schadach¹⁸ – von dem der Schreibende ebenfalls nützliche Anregungen empfing – beschreibt (unter Berufung auf T.W. Barrett's "Extended Theory of Electromagnetism") ein "erweitertes Superfluidmodell des Vakuums" (Abb. 7-1). Konkretes darüber ist dem in der Fussnote angegebenen Skript zu entnehmen.

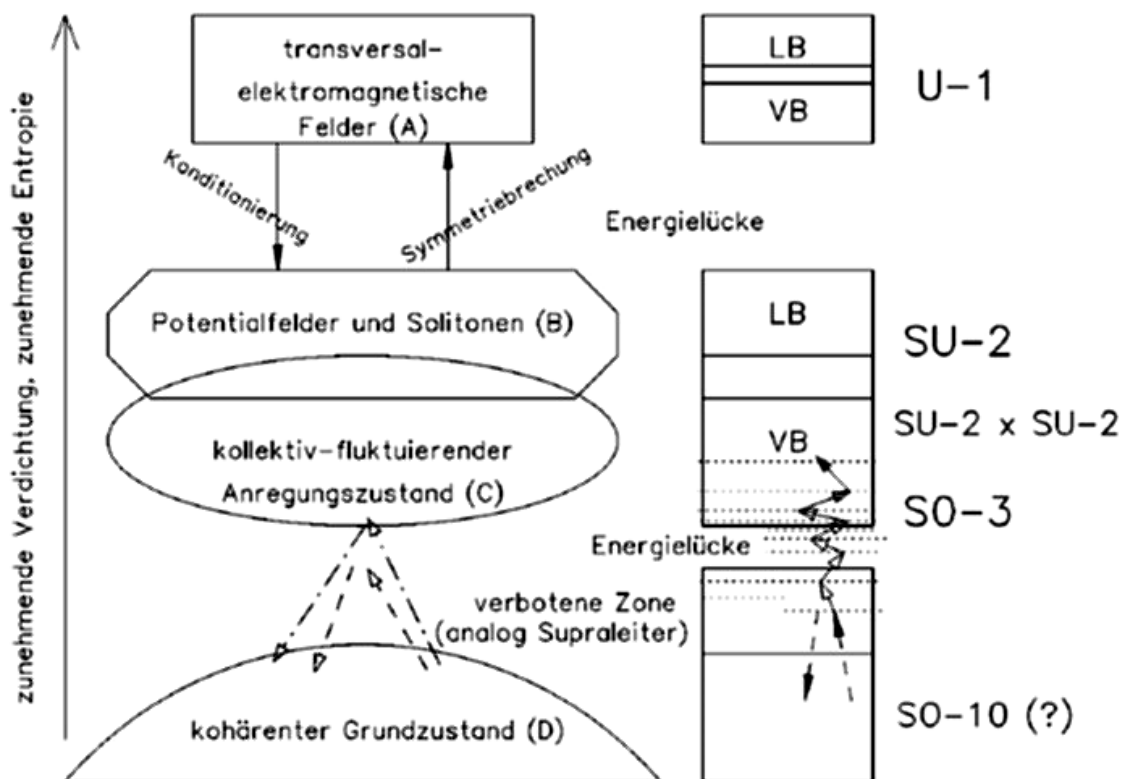


Abb. 7-2
Erweitertes Superfluidmodell des Vakuums

¹⁷ EPOLA = Electron-Positron-Lattice

¹⁸ D. Schadach: Die Energieübertragung aus dem Vakuumfeld beruht auf nicht-transversalen elektromagnetischen Effekten (Skript, 1998)

Anm.: Unter Suprafluidität (gelegentlich auch als Superfluidität bezeichnet) versteht man den Zustand einer Flüssigkeit, bei der die innere Reibung verschwindet. Helium-4 bspw. wird unterhalb des Lambda-Punktes supraflüssig und verhält sich dabei wie ein Fluid ohne jegliche Viskosität. Erstaunlich ist auch, dass das suprafluide Helium entgegen der Schwerkraft an Gefässwänden emporkriecht und diese mit einem dünnen Film überzieht. Gelegentlich ist im Kontext von einem Bose-Einstein-Kondensat die Rede. Der Quantenphysiker versteht darunter einen extremen Aggregatzustand eines Ensembles ununterscheidbarer Teilchen (Bosonen), in dem sich die Majorität der Teilchen in einem einheitlichen quantenmechanischen Zustand der Kohärenz befindet und somit durch eine einzige Wellenfunktion beschreibbar ist.

Das Vakuum – eine exotische Quantenflüssigkeit

Gemäss unserem Modell ist der Weltäther also ein Fluid aus gebundenen Elektron-Positron-Paare (vom Schreibenden als *Skaleronen* bezeichnet). Das Skaleron besitzt wie die skalaren Bosonen aus dem "Particle Data Book" der Teilchenphysik einen Nullspin und ist elektrisch neutral; damit erklärt sich die Namensgebung. Als Suprafluid verhalten sich die Skaleronen wie ein Bose-Einstein-Kondensat, das gewisse Ähnlichkeiten mit dem suprafluiden Helium-4 (dessen exotische Eigenschaften seit einigen Jahren in den Laboratorien erforscht werden) besitzt. Zusammenfassend kommt dem Weltäther die Funktion eines suprafluiden Mediums mit den Eigenschaften eines reibungslosen und im Grundzustand masselosen Fluides zu. Aufgrund permanenter und von aussen angeregter Oszillationen erlangen die Skaleronen jedoch kurzzeitig einen Teil ihrer ursprünglichen Masse zurück, so dass sich dieses Quantenfluid als Ersatz für die dunkle Materie anbietet. Diese Oszillationen finden im "Schatten der Heisenberg'sche Unschärfe" statt und sind messtechnisch nicht zu erfassen.

Einige Argumente, die für das Superfluidmodell des Autors sprechen:

a) Bei der Anihilation von Elektron und Positron binden sich die beiden Teilchen zu einem masselosen Paar, dem *Skaleron*. Eine sprichwörtliche Vernichtung (wie im Standardmodell angenommen) findet nicht statt. Die als Bindungsenergie freiwerdende zweifache Elektronenmasse von rund 1 MeV wird in Form zweier Photonen abgestrahlt, so dass dem Teilchenkombinat eine verschwindende Masse zukommt. Wird einem Skaleron von aussen sporadisch Energie in Form eines Gammaquants > 1 MeV zugeführt, so zerfällt es in zwei massive Teilchen mit elektrischer Ladung, die sich als Elektron und Positron manifestieren. Wegen der Impulserhaltung geschieht dies meist in der Nähe eines Atomkerns. Für den Beobachter erscheinen die Teilchen quasi aus dem Nichts, so dass von "Paarerzeugung" die Rede ist.

b) In der Umgebung elektrischer Ladungen werden Skaleronen polarisiert, so dass sich elektrische Dipole ausbilden. Die Quantenmechanik spricht von Vakuumpolarisation, weil sich das Vakuum lokal so verhält, als ob elektrische Ladungen entstünden. In Wirklichkeit handelt es sich um bereits latent vorhandene Teilchenpaare, die nun als elektrische Dipole in Erscheinung treten. Im Bereich sehr starker elektrischer Felder zerfallen Skaleronen auch ohne Photonenaufnahme in ihre Konstituenten (sog. Schwinger-Mechanismus). In der Quantenelektrodynamik (QED) ist diesbezüglich von einem "Vakuumzerfall" die Rede.

c) Photonen (Lichtquanten) werden im Suprafluidmodell als Gitterschwingungen eines semikristallinen Quantenfluids verstanden, das für die Ausbreitung transversaler Wellen mit Eigenschaften ähnlich der Flüssigkristalle ausgestattet sein müsste. Hypothetisch wären auch longitudinal schwingende Druckwellen denkbar, die sich als exakte Lösung skalarer Wellenfunktionen nach E.T. Whittaker ergeben. Transversalität entstünde dann erst durch Wechselwirkung mit der gewöhnlichen Materie. Aus dieser Perspektive sind Photonen mit den

Phononen aus der Festkörperphysik vergleichbar. Elektromagnetische Wellen im Vakuum wären nichts anderes als submikromare Erregungen des Quantenfluids, die sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten.

In ähnlicher Weise – wenn auch anders motiviert – sieht Prof. Helmut Günther diesen Sachverhalt, wenn er schreibt:

Das Photon liefere dann als eine elementare Strukturstörung durch dieses Gitter wie der Schall durch den kristallinen Festkörper. [...] Nur, das Gitter für das Photon ist unser Vakuum, während das Gitter für den Schall aus den Kristallatomen in diesem Vakuum besteht...¹⁹

Die Lichtgeschwindigkeit erweist sich aus dieser Vorstellung als Grenzgeschwindigkeit eines diskontinuierlichen Vakuums. Mit zunehmender Geschwindigkeit eines massiven Partikels im Quantenfluid bildet sich ein Strömungswiderstand aus, der nicht auf mechanischen Ursachen, sondern auf elektrischen Wechselwirkungen zwischen den Skaleronen und den Ladungen der Materie beruht. Bei Annäherung an die Vakuumlichtgeschwindigkeit wird der Widerstand so stark, dass für eine Änderung des Bewegungszustandes übermässig viel Energie nötig wäre. Für den Beobachter sieht es folglich so aus, als ob der beschleunigte Körper an Masse zunähme. In älteren Aufsätzen zur Relativitätstheorie ist von einem "relativistischen Massenzuwachs" die Rede. In Wirklichkeit ist es jedoch der Strömungswiderstand, der die Beschleunigung eines massiven Teilchens über die Lichtgeschwindigkeit hinaus verunmöglicht.

Anm.: Leichte Partikel wie Elektronen lassen sich auf Werte, die der Vakuumlichtgeschwindigkeit bis auf Bruchteile von Promillen nahe kommen, beschleunigen. Eine Beschleunigung über c hinaus ist dagegen nicht möglich. Das wird durch den Versuch von Bertozzi (1964) untermauert. Es sind lediglich asymptotische Annäherungen an c möglich.

d) Gravitation wird im Alternativmodell als Strömungsphänomen eines Quantenfluides verstanden. Massive Körper wie die Erde verhalten sich dabei wie Senken im Äther des interplanetaren Raumes. Um jeden Planeten bildet sich eine Senkenströmung aus, die von einer Potentialströmung überlagert wird (rotierende Körper versetzen das Quantenfluid in eine differentielle Rotation). Im Kontext entsteht ein Potentialwirbel (realistischer ein Rankine-Wirbel). Bei Planeten überwiegt die Senkenströmung um ein Vielfaches. Sog- und Zentrifugalkraft befinden sich nahezu in einem Kräftegleichgewicht. Diese Strömungsüberlagerung führt im Verlaufe von Äonen zu einer gegen das Schwerezentrum tendierenden Spiralbahn. Die elektrische Kopplung zwischen den elektrischen Ladungen (Elektronen, Protonen) und den polarisierbaren Skaleronen führt zu einer in Strömungsrichtung wirksamen Kraft, die sich als Fallbeschleunigung bemerkbar macht. Auf galaktischer Skala formieren sich die Sterne unter dem Einfluss eines im Zentrum befindlichen rotierenden Wirbelkerns zu spiralförmigen Strukturen. Auf noch grösseren Skalen bilden sich durch die kosmischen Ätherströme filamentartige Strukturen aus Superclustern aus, welche grosse Leerräume (Voids) umschliessen.

¹⁹ H. Günther: Spezielle Relativitätstheorie (Teubner)

Quellenverzeichnis

Albert Einstein: Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie (Springer)

Ebenda: Grundzüge der Relativitätstheorie (Springer)

Wolfgang Pauli: Relativitätstheorie (Springer)

Max Born: Die Relativitätstheorie Einsteins (Springer)

Helmut Günther: Spezielle Relativitätstheorie (Teubner)

Ernst Schmutzer: Relativitätstheorie aktuell (Teubner Studienbücher)

Eckhard Rebhan: Theoretische Physik II (Spektrum Akademischer Verlag)

Charles Kittel: Einführung in die Festkörperphysik (Oldenbourg)