

## Ein Beitrag zur Grundlagenphysik

### Plancksche Konstante und Hylonenmodell der Körperwelt

von H. Weyerer<sup>+)</sup>

(eingegangen am 6.8.1972)

#### Contribution to the Foundation of Physics. Planck's Constant and the Hylon Model of Matter.

A new insight into the fundamental laws of physics should be possible using a model to explain some basic physical constants, in particular Planck's action constant  $h$ . To this purpose we state the hypothesis that a photon of the energy  $E = h\nu = h_0 N$  is composed of  $N$  identical sub-particles, named hylons. The hylon<sub>0</sub> represents in microphysics a supplementary parameter. Its energy quantum is  $h_0$ , its mass is  $m_0 = h_0/c_0$ , if  $c_0$  is the velocity of a single hylon. The absolute value of  $h_0$  is equal to  $h$ , but the hylon velocity  $c_0$  is somewhat greater than the velocity of light  $c$ . This hylon concept is based upon quantum interference phenomena, analysed from our own measurements which were carried out under unusual experimental conditions during the last few years. The results obviously contradict the wave theory of interference and diffraction of X-rays. These X-ray interference phenomena are therefore in our opinion no longer a bastion against the currently dominating particle aspect. These interpretation entitle us to apply the hylon hypothesis also to matter and fields. We postulate that the hylon must be the smallest building block of the material universe. - This particle aspect, consequently pursued, demands that the elementary particles are just as well dynamical systems of hylons as are crystal phonons and all types of field quanta, and finally, that each interaction is realized with an exchange of a discrete number of hylons. - This hylon dynamics must avoid any terms which would oppose a thinkable realisation. The hylon concept does not intend to displace the proven mathematical apparatus of quantum physics, but to interpret it. Advantages of hylon dynamics are the simple and unitary viewpoint of the material world and the capacious program which has only just started.

Zusammenfassung. Durch die Annahme von hypothetischen kleinsten Bausteinen der Körperwelt, den Hylonen, wird ein neuer Weg aufgezeigt, wie man möglicherweise die Gesetze der Physik unter einem einheitlichen Gesichtspunkt zusammenfassen kann. Im Hylon sieht das vorgelegte Konzept einen ergänzenden subatomaren Parameter, der sich direkt aus der Planckschen Konstanten herleiten läßt und indirekt durch andere

---

+) Anschrift des Verfassers: Dr. Hermann Weyerer,  
D-8058 Erding bei München, Rotkreuz-Str. 62 B.

universelle Naturkonstanten bestätigt wird. Es wurde mit dem Programm begonnen, den bisher in der Physik bewährten mathematisch-formalen Apparat mittels einer Hylonendynamik neu zu interpretieren. Dabei wurden alle Begriffe vermeiden, die sich einer denkbaren Realisierung widersetzen.

### Problemstellung

Von Zeit zu Zeit geraten Denkschemata der modernen Quantenmechanik in das Kreuzfeuer der Kritik. Beispielsweise geht es bei der Ausdeutung des mathematischen Formalismus der sogenannten Quantenmechanik um das folgende Grundproblem:

Photonen können weder als punktartige Korpuskeln, noch als ausgebreitete Wellen angesehen werden. Dennoch verhalten sie sich im Experiment manchmal wie Korpuskeln (in Emissions- und Absorptionsprozessen) und manchmal wie Wellen (in Beugungs- und Interferenzerscheinungen). Dualistische Züge dieser Art tragen auch Elementarteilchen, sowie Atome und Moleküle.

Schon frühzeitig wurden Versuche unternommen, den Korpuskelaspekt mit dem Wellenaspekt zu versöhnen. Die zweifellos erfolgreichste Synthese zwischen diesen gegensätzlichen Bildern lieferte die moderne Quantenmechanik; sie sah sich aber gezwungen, Verzicht auf elementare Prinzipien, wie objektive Realität und durchgängige Kausalität, zu leisten. Solche Prinzipien haben sich in der gesamten Wissenschaftsentwicklung aufs beste bewährt; gibt man sie in einer Wissenschaft auf, so werden deren Fundamente in Frage gestellt.

Dieser Preis, den die Quantenmechanik für die Aufrechterhaltung der beiden konträren Aspekte zahlen muß, erschien seit jeher einer Reihe von Physikern, darunter sehr prominenten, zu hoch. Es fehlt auch nicht an Stimmen, die im quantenmechanischen Dualismus mehr den Wusch nach einer Synthese als ihre Verwirklichung sehen. Erhebt man trotzdem, wie dies in der sogenannten Kopenhagener Deutung geschieht, ein derartiges *asylum ignorantiae* zum Axiom, das nicht mehr hinterfragt werden darf, so ist offensichtlich damit zum Ausdruck gebracht, daß der in dieser Frage erreichte Wissensstand grundsätzlich und niemals mehr erweitert werden könne; dann müßte jeder Versuch einer einheitlichen (nicht-dualistischen) Lösung von vornherein als suspekt abgetan werden.

Zielsetzung

Ein gangbarer Weg, die erwähnten Prinzipien für die Grundlagenphysik zu retten, wird sich wohl nur in einem echten, tiefgreifenden Verschmelzen des Korpuskelaspekts mit dem Wellenaspekt finden lassen. Hierfür bietet sich ein einfaches Konzept an:

Man postuliert für die mikrophysikalischen Objekte (Photonen, Elementarteilchen, Feldquanten) eine Innenstruktur; jedes Mikro-Objekt soll so geartet sein, daß es ständig, in einer iterativen Folge, von einem mehr lokalisierten ("korpuskelähnlichen") Zustand verlustlos in einen mehr ausgebreiteten ("wellenähnlichen") Zustand hinüberwechselt. Konkreter gesprochen: es sollen sich Strukturen von relativ hoher Dichte ("Knoten") in zeitlich periodischer Weise und nach Ablauf derselben Distanz ("halbe Wellenlänge") in Strukturen von relativ geringer Dichte ("Bauch") und dann wieder in dichte Strukturen und so fort umwandeln, ohne dabei an Substanz zu verlieren.

Eine derartige Verankerung des "Dualismus" in der Eigenstruktur von Mikro-Objekten impliziert, angesichts des erwiesenen Quantencharakters der Mikrowelt, die Vorstellung, daß diese mikrophysikalischen Objekte in wohldefinierter Weise aus zahlreichen subatomaren Bausteinen derselben Art bestehen müssen. Dann bestimmt die Zahl ("Frequenz") dieser Bausteine, neben ihrer Anordnung und ihrem Bewegungsverhalten, die Eigenschaften und überhaupt die reale Existenz der verschiedenartigen, jeweils räumlich ausgedehnten Mikro-Objekte.

Der für die Körperwelt (griechisch: Hylē) charakteristische Baustein soll als Hylon bezeichnet werden.

Über die Brauchbarkeit dieser heuristischen Hylonenhypothese muß die weitere, deduktiv orientierte Entwicklung entscheiden. Ein schlüssiger Existenzbeweis kann für das Hylon prinzipiell nicht geführt werden; dies verbietet sein Basis-Charakter als letzter (erster) Baustein der Materie.

Dennoch verbleibt eine Möglichkeit, Eigenschaften und Wirkungsweise der Hylonen genauer zu umreißen. Zu diesem Zweck wird man, naheliegenderweise, auf die Plancksche Konstante ("Wirkungsquantum" $h$ ) zurückgreifen; dieses  $h$  beherrscht die Quantenphysik; folglich muß sich hinter dieser universellen Naturkonstanten irgendeine Grund-



erscheinung der Körperwelt verbergen.

Die bisher(als) rätselhaft anmutende, für die skizzierte Zielrichtung jedoch hilfreiche Rolle, die das Plancksche  $h$  in der Physik spielt, tritt bereits in der Grundgleichung  $E = h\nu = hc/\lambda$  und in der Beziehung  $p = h/\lambda$  zutage;  $h$  fungiert als Kopplungsparameter; er verbindet jeweils die teilchenartigen Größen (Energie  $E$  und Impuls  $p$ ) mit den wellenartigen Größen (Frequenz  $\nu$  und Wellenlänge  $\lambda$ ).

Eine Entmystifizierung erfährt die Plancksche Konstante  $h$  durch das  $h_0$ -Modell des nächsten Abschnitts. Es baut auf einer simplen, induktiv geführten Schlußweise auf.

### Das $h_0$ -Modell

Die Unanschaulichkeit, die ein Kennzeichen der modernen Quantenmechanik ist, vermeidet das  $h_0$ -Modell dadurch, daß es die beiden Grundgesetze der Quantenphysik ( $E_\nu = h\nu$ ) und der Relativitätsphysik ( $E_m = m \cdot c^2$ ) miteinander kombiniert und sich, zur Eliminierung der wellenartigen Größen, auf die für  $\nu$  empirisch gerechtfertigte Nebenbedingung von der Ganzzahligkeit ihrer Absolutbeträge,  $|\nu| = N$ , stützt. Durchläuft nämlich die dimensionslose (natürliche) Zahl  $N$ , ohne Ausnahme, alle positiven Zahlenwerte ("alle Frequenzen"), so resultiert als kleinstmögliche Differenz  $|\Delta\nu| = |\nu_N - \nu_{N-1}| = 1$  und daher auch  $\Delta N = 1$ . Insgesamt folgt demnach der Zusammenhang

$$\dot{h} = m \cdot c^2; \quad (1)$$

$\dot{h}$  ist die Abkürzung für  $dE_\nu/d|\nu|$ ;  $\dot{h}$  besitzt die Dimension einer Energie, aber den Zahlenwert des Planckschen "Wirkungs"-Quantums  $h = 6,62 \cdot 10^{-27}$  erg.s; die rechte Seite von Gl. (1) bedarf noch einer genaueren Festsetzung.

Dient die Definition (1) als Bestimmungsgleichung für ein kleinstes Energiequant  $\dot{h} = \epsilon_0 = h_0$ , dann folgt aus Gl. (1) die Grundrelation des  $h_0$ -Modells ( $h_0$ -Axiom):

$$h_0 = m_0 \cdot c_0^2 \approx 0,7 \cdot 10^{-26} \text{ erg} \quad (2)$$

(die Masse des Hylons sei  $m_0$ , seine Eigengeschwindigkeit  $c_0$ ); das Hylonenkonzept betrachtet also  $h_0$  als die Energie eines Hylons.

Für die Hylonenmasse  $m_0$  resultiert dann der Zahlenwert

$$m_0 = h_0/c_0^2 \approx 0,7 \cdot 10^{-17} \text{ g}; \quad (3)$$



dabei wird die Eigengeschwindigkeit  $c_0$  eines einzelnen (isoliert gedachten) Hylons einen etwas höheren Zahlenwert als die Vakuum-Lichtgeschwindigkeit  $c$  annehmen müssen (s. den Abschnitt über Hylonenstrukturen). Der Impuls  $p_0$  eines einzelnen Hylons beläuft sich dann auf

$$p_0 = m_0 \cdot c_0 = h_0 / c_0 \approx 2,1 \cdot 10^{-37} \text{ g.cm.s}^{-1}. \quad (4)$$

Somit hat man im Massenbegriff nur ein anderes Wort für den Energiebegriff zu sehen. Insgesamt präsentieren sich im Hylonenmodell als Basisgrößen einmal der Elementarimpuls  $p_0$ , zum anderen die Elementarenergie  $h_0$ .

Mit diesen axiomatischen Forderungen legt das  $h_0$ -Modell neue Fundamente für die Körperwelt (Hylonenwelt): Eine seiner beiden Fundamentalkonstanten, das vermutete Energiequantum  $h_0$ , begründet die quantenhafte (abzählbare) Diskontinuität dieser Teilchenwelt; die andere Fundamentalkonstante, die postulierte Hylongeschwindigkeit  $c_0$ , gewährleistet ihre kontinuierliche Entität und fungiert gewissermaßen als Untergrund für den Raum-Zeit-Begriff; der im Hylonkonzept definierte Raum breitet sich überall dort aus, wo sich Hylonensysteme aufhalten oder wohin sie - im Prinzip - hinzugelangen vermögen; eine Zeitdefinition dagegen steckt der Möglichkeit nach in jeder der Änderungen, die sich innerhalb einer - vorgegebenen - Hylonenansammlung ausbildet.

Frei ist noch der Platz für eine dritte natürliche Einheit. Es erscheint unangebracht, hierfür eine kleinste Länge (Hylondurchmesser  $l_0 \approx 10^{-32}$  cm) oder ein hylonisches Zeitmaß ( $\tau_0 = l_0 / c_0 \approx 10^{-45}$  s) vorzusehen. Vielmehr soll als dritte Fundamentalkonstante die generelle Hylonenkraft, d.h. die Wechselwirkung  $f_0^2 / \hbar \cdot c$  von Hylon zu Hylon, gewählt und äquivalent dazu die Tendenz, eine mittlere Hylonendichte  $\varrho_0$  zu realisieren, postuliert werden; ihre Existenz führt zur Stabilität der Hylonensysteme; sie gewährleistet, durch Austausch von Hylonen, die Wechselwirkungsfähigkeit der Hylonensysteme untereinander. Zahlenwert und Abstandsverhalten einer derartigen Hylonenkraft (bzw. seiner "Hylonenladung"  $f_1$ ), deren Ursachen voraussetzungsgemäß schon außerhalb des Rahmens eines Hylonenkonzepts zu suchen sind, können durch Rückwärtsrechnung erhalten werden; man approximiert sie, wie später erörtert wird, aus einer vernünftig angesetzten Hylonenstruktur.

Greifbarer skizziert: im  $h_0$ -Modell gibt es nur Vakuum, und darin enthalten Hylonensysteme (Mikro-Objekte), die als wechselwirkungs-

fähige Träger von Energie und Impuls fungieren. Das Hylonenmodell interpretiert die Energie  $E = h_0 \cdot N = h \cdot \nu$  eines Hylonensystems in dem Sinn, daß die Zahl  $N$ , vermöge ihrer dimensionsverändernden Festlegung  $|\nu| = N$ , als Folge seiner korpuskularen Deutung der Frequenz  $\nu$ , die mittlere Hylonenzahl eines Systems darstellt, während es für die Innenstruktur des Hylonensystems, entsprechend der Eigenständigkeit der Mikro-Objekte, zwei allgemeine Annahmen trifft:

- a) seine  $N$  Hylonen stehen miteinander in einem dynamischen Gleichgewicht; sie sind austauschbar und dann nicht mehr voneinander zu unterscheiden; Art und Weise ihres Einbaus, d.h. ihre dynamische Struktur, charakterisieren den Typ des Hylonensystems; Eingriffe in seine innere Struktur führen im allgemeinen zu Änderungen der Systembewegung,
- b) während seiner Begegnung (evtl. Durchdringung) mit einem anderen Hylonensystem können einzelne Hylonen oder Gruppen von Hylonen ausgetauscht werden; als Elementarvorgang dieses Impuls-Energie-Austausches (Wechselwirkung) wird entweder der Einbau (Absorption) eines von außen auftreffenden Hylons (bei parallel fliegenden Partnern) oder seine Streuung durch Stoßwirkung (Anflug in Gegenrichtung) angesehen. Eine Auswirkung auf das Hylonensystem als Ganzes erfolgt nach Umstrukturierung der durch Elementarvorgänge gestörten inneren Hylonenanordnung; der Umfang einer Wechselwirkung hängt somit von Zahl und Abfolge solcher Prozeßketten ab.

Auf dieser Grundlage lassen sich offenbar die empirisch bekannten Eigenschaften von Feld und Materie grundsätzlich in Strukturmerkmale der Hylonensysteme umsetzen. Dagegen können Einzelhylonen, wegen ihrer unsystematischen (oft kleinen) Beiträge zur Wechselwirkung, vielfach außer Betracht bleiben.

Nach der dargelegten Auffassung besteht für Hylonen zwar ein genereller Erhaltungssatz; ihr Gesamtbestand bleibt unverändert. Doch muß man mit Austauschverlusten rechnen, falls Systeme miteinander in Wechselwirkung treten. Folglich sollte die Hylonenzahl gleichartiger Hylonensysteme lediglich im Mittel festliegen. Dies besagt, daß in der Welt der Mikro-Objekte (Hylonensysteme) der Hylonen-Erhaltungssatz nicht in Strenge, wohl aber in praxi Gültigkeit beanspruchen darf; dieselben Überlegungen lassen sich auf die Erhaltungssätze der Energie, des Impulses, des Drehimpulses, ja selbst der Ladung, des Spins usw. anwenden. Analoges wird für beide

Elementarvorgänge, für den Hyloneneinbau und für die Hylonenstreuung, postuliert; der Ablauf des Einzelprozesses gehorcht nach dem Hylonmodell einem strengen Kausalzusammenhang; dies gilt auch für den Eintritt dieser Grundalternative Einbau-Streuung; doch erscheint er, angesichts der nie genau bekannten Nebenbedingungen, für einen Beobachter durch Wahrscheinlichkeitsgesetze geregelt. Also sollten Prozeßketten, die aus einer Mehrzahl solcher Einzelprozesse bestehen, nur durch statistische Voraussagen erfaßbar sein. Vergangene Ereignisse dagegen sind im Prinzip mechanisch-reversibel bestimmbar. Insgesamt zeigen sich nirgendwo Anhaltspunkte für subjektivistische Züge der Quantengesetze.

### Eine Hylonendynamik

Das Hylonenkonzept ( $h_0$ -Modell) führt durch Vermittlung einer Hylonendynamik, noch ohne detaillierte Kenntnis der Hylonenstrukturen, zu einem theoretischen Unterbau, der die Relativitätsphysik ebenso enthält wie die Quantenphysik, außerdem den Zugang zur Thermodynamik eröffnet und Ansätze bietet, die Feldtheorien hylonenmäßig umzudeuten. Es werden einige Stationen dieses Weges aufgezeigt.

Im Ursache-Wirkungszusammenhang der Hylonenwelt kann die Ursache den Feldquanten ("Feld" oder "Welle") zugeschrieben, die Wirkung dagegen im Verhalten der Elementarteilchen ("Materie" oder "Körper" oder "Korpuskel") gesehen werden. Nur während des Ablaufs einer Wechselwirkung ist die Zweiteilung Feldquantenstrom-Elementarteilchen aufgehoben; dann kann pauschal eine wirkungsmäßige Gleichsetzung ("actio = reactio") der von außen einwirkenden Hylonen mit der ausgelösten inneren Strukturumwandlung vorgenommen werden (die nicht in die Wechselwirkung einbezogenen Hylonensysteme und Hylonen bleiben unberücksichtigt).

Eine ähnliche, sich gegenseitig bedingende Zweiteilung kommt schon in der d'Alembertschen Schreibweise der nicht-relativistischen Mechanik zum Ausdruck. Nach ihr gelten mit  $dr = v \cdot dt$  und  $\text{grad } U_a = -dp/dt$  die Beziehungen

$$\int_A^B K_t \cdot dt = p_B - p_A = dp \quad (5)$$

und

$$\int_A^B K_a \cdot dr = E_B - E_A = dE \quad (6)$$



( $r$  bzw.  $v$  bzw.  $K_t$  der Ortsvektor bzw. die Geschwindigkeit bzw. die Trägheitskraft des Körpers;  $U_a$  das Potential des Feldes;  $K_a$  die äußere Kraft;  $t$  die Zeit). Während aber vielfach der Kontinuumsbeschreibung einer mit dem Kraftbegriff  $K$  operierenden Dynamik der Vorzug gegeben wurde und die Bewegungsgleichungen durch Gleichsetzen der Trägheitskraft  $K_t$  des Körpers und der äußeren Kraft  $-K_a = \text{grad } U_a$  des Feldes gewonnen werden, verwendet die Hylonendynamik ausschließlich die auf den rechten Seiten der Gl. (5) und (6) stehenden Austauschgrößen  $p$  und  $E$ ; sie besitzen als unabhängige Zwischenintegrale der Bewegung den Vorteil von (relativistischen) Erhaltungsgrößen.

Die relativistische Erweiterung nimmt zusätzlich die innere Energie  $E_0$  eines Systems (soweit vorhanden) mit in die Betrachtung auf; doch kann ihre Abtrennung von der Bewegungsenergie in der Einsteinschen Mechanik logisch wohl nicht befriedigend begründet werden. Im Hylonenbild macht man sich diesen und andere Zusammenhänge wie folgt klar.

Bewegt sich der Energieschwerpunkt eines Hylonensystems, dessen Gesamtenergie  $E = N \cdot h_0 = N \cdot m_0 \cdot c_0^2$  beträgt, im Vakuum mit der gemittelten Eigengeschwindigkeit  $v$ , so erhält man für seinen mit  $v$  gleichgerichteten Impulsvektor die Beziehung

$$p = mv = Nm_0v = N \cdot (v/c_0) \cdot (m_0c_0) = N_v \cdot (h_0/c_0) = N_v p_0.$$

Sie zeigt, in der Sicht des Hylonenmodells, einen mittleren Überschuß von  $N \cdot (v/c_0) = N_v$  Hylonenbewegungen an, die parallel zur  $v$ -Richtung orientiert sind. Beide Ausdrücke<sup>+</sup> zusammengenommen, führen auf die bekannte Impuls-Energie-Geschwindigkeits-Relation der Mechanik

$$p = (E/c_0^2) \cdot v \quad (7)$$

(sie läßt sich auch als Postulat von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit deuten). Außerdem erhält man für die Bewegungsenergie den Ausdruck

$$E_v = N_v \cdot (v/c_0) \cdot h_0 = E \cdot (v/c_0)^2 = E \cdot v/u = pv.$$

Dies ist die kinetische Energie eines mit einer reduzierten Geschwindigkeit  $v/c_0$  bewegten und durch zusätzlichen Einbau von

<sup>+</sup>) Derartige Verknüpfungen zwischen der Energie  $E$  und dem Impuls  $p$  gehen über die Aussage einer  $E$ - $p$ -Erhaltung hinaus; sie deuten den Tatbestand eines durch Hylonensysteme getragenen  $E$ - $p$ -Transports an.

$N_v = N - N_0$  Hylonen in diesem Bewegungszustand stabilisierten Systems aus  $N$  Hylonen (Elementarteilchen) mit der Gesamtenergie  $E = N \cdot h_0$ . Die Transportgeschwindigkeiten belaufen sich auf  $dE_v/dp = v$  bzw. auf  $dE/dp = c_0^2/v = u$  ( $u$  Phasen- oder Entkopplungs-Geschwindigkeit und  $v$  mittlere Schwerpunktschwindigkeit des Systems;  $c_0$  Geschwindigkeit einzelner Hylonen).

Mit jeder von außen eingebrachten Impulsübertragung  $dp = dN_v \cdot p_0$ , die ein mit  $v$  laufendes dynamisch-stabiles System ( $E = N h_0$ ) trifft, ist eine Veränderung der Bewegungsenergie<sup>+</sup> vom Betrag

$$dE_v = dN_v \cdot v \cdot p_0 = dN \cdot (v/c_0)^2 \cdot h_0$$

verbunden; daraus ergibt sich die zweite dynamische Relation

$$dE_v = v \cdot dp, \quad (8)$$

die in der Physik manchmal als Fundamentalgleichung bezeichnet wird. Die Gesamtenergie des Systems wächst dabei um  $dE = dE_v \cdot (c_0/v)^2 = dN \cdot h_0$  an. Offensichtlich ist der Einbau von  $dN$  zusätzlichen Hylonen erforderlich, um zu erreichen, daß sich im Hylonensystem der zusätzliche "Anregungszustand der Bewegung"  $dE_v$ , etwa durch innere Umstrukturierung, etabliert.

Die dritte der erforderlichen dynamischen Relationen enthält auch die Ruheenergie (innere Energie)  $E_0$ ; sie identifiziert den einzelnen Körper. Insbesondere bestimmt diese 3. Relation die Impulsabhängigkeit der Körperenergie; sie ist unabhängig vom Betrag seiner inneren Energie. Durch Kombination der beiden Gl. (8) und (7) folgt  $dE \cdot E = c_0^2 \cdot p \cdot dp$  und daraus der grundlegende quadratische Energie-Impuls-Zusammenhang

$$E^2 = (c_0 \cdot p)^2 + E_0^2; \quad (9)$$

der Term  $c_0 \cdot p = N_v h_0$  ist für alle Körper derselbe; als Scharparameter tritt die bewegungsinvariante und für den Grenzfall  $v = 0$  definierte Ruheenergie  $E_0 = N_0 \cdot h_0$  auf;  $N_0$  muß als die zur Stabilisierung des ruhenden Hylonensystems ( $v = 0$ ) hinreichende Hylonenzahl angesehen werden; sie ist ein Charakteristikum der Eigenstruktur der Systeme; jeder Systemtyp besitzt sein eigenes  $N_0$ ; doch muß - begründet durch das dynamische Zusammenspiel aller Systemhylonen - mit einer gewissen Variationsbreite  $\pm dN$  der Hylonenzahlen, auch für  $N_0$ , gerechnet werden. Für alle ruhenden Hylonensysteme ist es charakte-

<sup>+</sup>) siehe Fußnote auf S. 8

ristisch, daß sich die Eigenimpulse aller eingebauten Hylonen gegenseitig zu  $\sum_i p_i = 0$  kompensieren.

Für  $v > 0$  muß, definitionsgemäß, das aus  $N_0$  Hylonen bestehende Ruhesystem ( $v = 0$ ) insgesamt  $N_v$  Hylonen aufgenommen haben. Wie soll man sich die Art ihres Einbaus vorstellen? Eine gleichförmige Aufnahme im  $N_0$ -System dürfte dessen inneres Gleichgewicht stören. Werden dagegen die  $N_v = N - N_0$  Bewegungshylonen ungleichförmig (jeweils kurzzeitig und örtlich konzentriert) eingebaut, so dürfte der rhythmische Wechsel zwischen über- und unternormalen Hylonenzahldichten (im gewissen Sinn Knoten-Bauch-Folgen) die Störung innerhalb des Systems dynamisch aufzufangen imstande sein. Soll auf diese Weise die Stabilität des Gesamtsystems erhalten bleiben, so muß wohl eine Veränderung der Innenstruktur gefordert werden, nämlich daß sich im räumlichen und zeitlichen Mittel wieder die ursprüngliche Hylonendichte ( $N_0$ ) einstellt. Dies könnte durch die in Abb. 1d skizzierte Bewegungsspirale realisierbar sein; sie kommt durch eine alternierende Abfolge von Bahnkrümmung (hohe Hylonendichte) und Bahnstreckung (kleine Dichte) zustande. Bei dieser Bewegungsart ("Raupengang") kann der Zusammenhang der Hylonenoberfläche gewahrt werden; damit ist auch der Übergang von Ruhe zur Bewegung und umgekehrt gewährleistet, also der Wechsel von kreisender (Abb. 1c) zu spiralartiger (Abb. 1d) Bewegung in unkomplizierter Weise verifiziert. Sofern im Mittel der Hylonenanteil  $N_v = N \cdot (v/c_0)$  unkompensiert in Bewegungsrichtung orientiert bleibt, sättigen sich im geschlossenen System (Elementarteilchen)  $N^g - N_v^g = N^g \cdot (1 - v^g/c_0^g) = N_0^g$  Hylonenimpulse gegenseitig ab (Newtonsche Mechanik  $g = 1$ ; Einsteinsche Mechanik  $g = 2$ ).

Den Körpern ist somit eine Grenzggeschwindigkeit  $c_0 \approx c$  vorgegeben. Mit  $v \rightarrow c$  richten sich schließlich alle Hylonenimpulse in Flugrichtung aus; dann wird die Bewegungsspirale des Hylonenmodells so flach, daß sie einer Ansammlung übereinanderliegender und miteinander verketteter offener Systeme gleicht (scheibenartig kontrahierter Körper; "Superphoton"). Die dazu benötigte Energieaufnahme ist prinzipiell nicht beschränkt; dagegen bleibt die Impulsgröße auf  $(E/c_0^2) \cdot c$  begrenzt und ist mit der Parallelausrichtung aller Hylonenimpulse beendet ( $v = c$ ). In diesem Endzustand ist jede Möglichkeit eines E-p-Austausches mit Feldquanten unterbunden; umso folgenreicher werden Zusammenstöße solcher überschneller Hylonensysteme ablaufen müssen.



Oberfläche (skizziert)

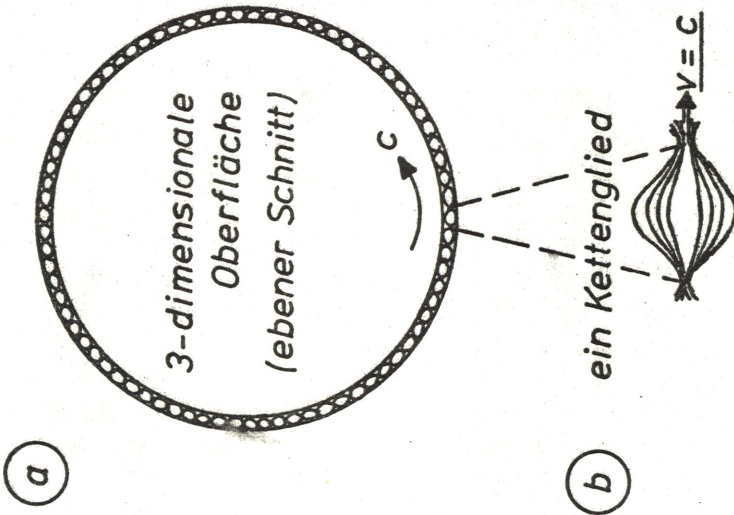
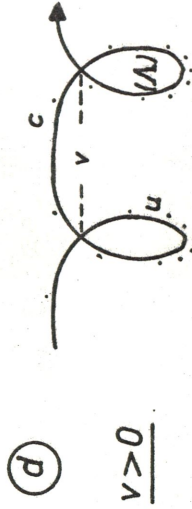
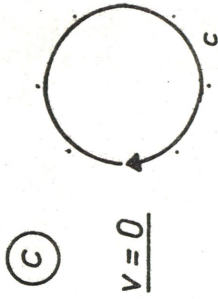


Abb. 1 Prinzipskizze von der Innenstruktur eines Elementarteilchens mit zusammenhängenden, hylonenbelegten Oberflächen (geschlossene Hylonensysteme)

Die makrophysikalischen Grundrelationen (7), (8) und (9) lassen sich also in der Hylonendynamik anschaulich ausdeuten. Von ihren möglichen Kombinationen seien drei Folgerungen erwähnt:

1. Die relativistische Energieformel. Die innere Austauschbarkeit, die man zwischen den  $N_0$ -Hylonen der inneren Energie ( $v = 0$ ) und den  $N_V$ -Hylonen der Bewegungsenergie ( $v > 0$ ) im dynamischen Hylonensystem ( $N$ ) postulieren muß, bedeutet eine enge gegenseitige (Zufalls)-Korrelation zwischen den Dichteschwankungen längs der Bewegungsspiralen; sie zieht eine (quadratische) Addition der relativen Schwankungsquadrate der Zahlendichten nach sich. Unter diesem Aspekt resultiert aus der Festlegung  $N = N_V + N_0$ , ohne weiterer Annahmen zu bedürfen, der vom relativistischen Einstein-Ansatz geforderte Zusammenhang (vgl. Gl. 9)

$$\overline{(h_0 \cdot N)^2} = \overline{(h_0 \cdot N_V)^2} + \overline{(h_0 \cdot N_0)^2} \quad (10)$$

oder

$$E = \sqrt{(c_0 p)^2 + E_0^2} \text{ bzw. } E_0^2 = E^2 - E_V^2 = E^2 \cdot (1 - v^2/c_0^2).$$

Hieraus gewinnt man bekanntlich die für kleine Geschwindigkeiten  $v$  gültige Beziehung der klassischen Punktmechanik

$$E \approx p^2/(2m) + E_0 ;$$

$E^2/c^2$  ist die schwere Masse,  $m$  die träge Masse des Körpers.

2. Die Geschwindigkeitsabhängigkeit von Energie und Impuls. Durchlaufen dieselben Hylonen eines geschlossenen Systems, in sukzessiver Folge, einmal die - eben skizzierten - Stellen einer Hylonenverdichtung  $N(1 + N_V/N)$  und dann wieder die dazu konjugierten Stellen einer Hylonenverdünnung  $N(1 - N_V/N)$ , so liegt zweifellos eine innere Abhängigkeit dieser Dichteschwankungen vor. Für eine pauschale Beschreibung erscheint daher der Produktansatz des geometrischen Mittels angebracht; dann folgt die Beziehung  $N(1+N_V/N) \cdot N(1-N_V/N) = N_0^2$ , wenn  $N_0$  die im Mittel eingehaltene Gesamtdichte ist. Dieser Ansatz  $N^2_{\text{mal}} (1 - N_V^2/N^2) = N_0^2$  stimmt mit der in der Relativitätsphysik gültigen Geschwindigkeitsabhängigkeit

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{1 - v^2/c_0^2}} \quad \text{und} \quad p = \frac{p_0}{\sqrt{1 - v^2/c_0^2}} \quad (11)$$

überein, da  $E/E_0 = p/p_0 = N/N_0$  und  $c_0 \approx c$  gesetzt werden kann.

3. Die Broglie-Beziehung. Unter Verwendung von  $E_v = vp = h_0 N_v = h \cdot \nu_v$  schreibt man die Impuls-Frequenz-Relation  $p = N \cdot (h_0/c_0) \cdot (v/c_0) = h \nu \cdot (v/c_0^2)$  um und bringt sie in die Form  $p = h/\Lambda$ . Hieraus folgt für die Broglie-Wellenlänge die Beziehung

$$\Lambda = (c_0^2/v) \cdot (1/\nu) = u/\nu \quad (12)$$

oder

$$\Lambda = c_0^2/(N_v \cdot v) \cdot (h/h_0) = (c_0/N_v) \cdot (h/h_0)$$

( $u = c^2/v$  ist in der Frequenz( $\nu$ )-Wellenlängen( $\lambda$ )-Sprache als Phasengeschwindigkeit bekannt). Im Hylonenbild bedeutet dieser Zusammenhang, daß für die Beugung bewegter Hylonensysteme (Elementarteilchen) allein  $N_v$  und speziell die mittlere Abmessung  $\Lambda \cdot N_v = u \cdot (h/h_0)$  ihrer energiereichen Unterstrukturen innerhalb der Bewegungsspiralen die maßgebenden Größen sind.

Den Übergang zur Thermodynamik vermittelt die hylonenmäßige Ausdeutung der Boltzmannschen Konstante  $k$ ; für sie kann man

$$k = (h/h_0) \cdot h_0 \cdot c_0 \cdot \ln 2 = h_0 \cdot N_v \cdot \Lambda \cdot \ln 2 \quad (15)$$

ansetzen. Die Schreibweise  $1/1_0 = 1/2 = \exp(+k/\Lambda) \cdot (h_0 N_v)^{-1}$  läßt  $k$  als eine Art Entropiceinheit und die Temperatur

$$T = (dE_v/dS) = (h_0 \cdot dN_v)/k = dN_v/(N_v \ln 2 \cdot \Lambda) \sim 1/\Lambda(N_v)$$

als eine reziproke Streulänge ( $v = \text{const}$ ) erscheinen; sie kann daher als der Ausdruck eines irreversiblen Abbaus von Ordnungsmerkmalen angesehen werden, die bis auf die Hälfte ihrer ursprünglichen "Stromdichte"  $I$  abgesunken ist. Mit  $T$  wächst die Übertragungs- und Abbaugeschwindigkeit an. Ändert sich umgekehrt die Entropie bei thermischer Berührung zweier Systeme nicht mehr, so ist damit die Temperaturgleichheit definiert. Zu den Stromgrößen wird man Impuls, Energie, inneren Anregungszustand, Korpuskelzahl, Spin, Ladung zählen dürfen. Sie werden vornehmlich von Hylonensystemen mit nicht verschwindender Ruhenergie transportiert, da diese Systeme durch eine variable Geschwindigkeit sowie durch eine Anregungsfähigkeit ausgezeichnet sind und damit das Charakteristische von thermodynamischen Freiheitsgraden an sich tragen.

Der kontinuierliche Feldbegriff der Makrophysik wird im Hylonenmodell ersetzt durch eine Vielzahl diskreter "Feldquanten" (offene Hylonensysteme;  $v \approx c$ ). Man muß so viele Arten von Feldquanten zulassen, wie es Wechselwirkungsarten gibt. Der Hylonenaustausch zwischen



Feldquantenströmen und Elementarteilchen kommt in der potentiellen Energie  $U$  zum Ausdruck; dann hat man G. (8) zu  $dE_v = v \cdot dp - K \cdot dr$  zu ergänzen. Beispielsweise tauschen die Feldquanten ( $\frac{1}{2}$ ) des Magnetfeldes  $B = \text{rot}A$  im Fall einer Wechselwirkung mit bewegten Ladungsträgern den Impuls  $eA/c_0$  und die Energie  $eA = h_0 \cdot N_{\frac{1}{2}}$  quer zu den sogenannten Linien des B-Feldes aus, während die Feldquanten des gravischen ( $\frac{1}{2}$ ) oder des elektrischen ( $\frac{1}{2}$ ) Feldes durch ihre Lauf- richtung direkt die Richtung dieser gedachten Feldlinien vorgeben. Feldquanten transportieren Energie und Impuls nur während der endlichen Zeitspanne bis zum Erreichen des wechselwirkenden Elementarteilchens; dabei ist die E-p-Bilanz der Elementarteilchen momentan durchbrochen. Im Gegensatz zu den Feldquanten und Photonen (offene Hylonensysteme) sind die Elementarteilchen vermöge ihrer Ruhenergie (v-unabhängige Stabilität der Innenstruktur) imstande, ihre Energie-Impuls-Beträge auch bei veränderter und beschleunigter Bewegung zu behalten und zu transportieren.

Die Hylonen-Hypothese läßt sich nicht auf andere Gegebenheiten der materiellen Welt zurückführen; insofern ist die Existenz von Hylonen - wenn es sie gibt - von axiomatischer Natur. Weiterhin erhebt das  $h_0$ -Modell den Anspruch, einen Rahmen mit eindeutig festgelegten Begriffen aufzustellen; damit genügt es der Exaktheitsforderung.

### Strukturen von Hylonensystemen

Das Hylonenmodell trägt heuristische Züge; es stellt eine Arbeitshypothese dar; seine Nützlichkeit muß noch erhärtet werden; es sieht sich zwei Grundproblemen gegenübergestellt: 1) <sup>eine</sup> summarische Beschreibung der Hylonenstrukturen (Mikro-Objekte), wobei ein Hylonensystem eine definierte Kombination von austauschbaren Subteilchen (Hylonen) darstellt; 2) die Erhellung von dunkel gebliebenen physikalischen Zusammenhängen.

In diesem Kapitel werden Probleme der Hylonenstrukturen angeschnitten; es enthält allerdings nur ein Programm unfertiger Konstruktionspläne, entschuldbar vielleicht durch die Hoffnung, in naher Zukunft eine markantere Behandlung vorzulegen.

Die fundamentale E-p-Beziehung (9)  $E^2 = (c_0 p)^2 + E_0^2$  ermöglicht eine (bisher nur angedeutete) Klassifizierung der Hylonensysteme.

Unterscheidungsmerkmal ist die Ruhenergie  $E_0$ . Die erste Gruppe soll durch  $E_0 = 0$ , die zweite Gruppe durch  $E_0 > 0$  gekennzeichnet sein (s. Abb. 1).

In die erste Gruppe verweist das Hylonenmodell alle Arten von Feldquanten; ein Feldquant besitzt die Gesamtenergie  $E = c_0 p = N \cdot h_0$  und muß mit konstanter Eigengeschwindigkeit ( $v \approx c_0$ ) fliegen oder, bei äußerer Wechselwirkung mit einem gewissen überkritischen Teil seiner (relativ wenigen) Hylonen, ganz zerfallen. Man wird daher dem Feldquant eine offene Hylonenstruktur zuschreiben, in der die  $N$  Hylonen ständig einen nicht verschwindenden (wenn auch periodisch variablen) Impulsbetrag in Richtung der Schwerpunktbahn besitzen (vgl. Abb. 2).

Die zweite Gruppe ( $E_0 = N_0 h_0$ ) umfaßt Hylonensysteme, deren Schwerpunkt jeweils alle Geschwindigkeiten von Null bis zu einer Grenzggeschwindigkeit ( $0 < v < c_0$ ;  $h_0 N_v = c_0 p$ ) annehmen kann. Ihre Hylonenzahlen sind relativ groß. Das gemeinsame Strukturmerkmal wird in der Ausbildung von dynamisch stabilen, geschlossenen Oberflächen gesehen; außer diesen Oberflächenhylonen enthält ein geschlossenes Hylonensystem keine weiteren stabil eingebauten Hylonen; sie sind untereinander derart vernetzt, daß sich längs der Oberfläche zurücklaufende 3-dimensionale Hylonenkettens mit und ohne Vorwärtsimpuls bilden (Abb. 1). Die Wirkung der Hylonenoberfläche mit äußeren Hylonen (Feldquanten) führt, voraussetzungsgemäß, je nach der Zahl der ausgetauschten Hylonen a)) zur Ausbildung von - spiralartigen - Oberflächenschwingungen, wobei nur die "schwere" Eigenstabilität der ohnedies schwingenden, hylonenbesetzten Oberfläche des Systems überwunden werden muß (verbunden mit einer Re-Emission von Feldquanten), b)) zur Induzierung einer gegen die viel stabilere Formelastizität ("Trägheit") der Hylonenoberfläche als Ganzes erzwungene Schwerpunktsbewegung, die noch mit einem Einbau der  $N_v$  Bewegungshylonen verbunden ist (daher wechseln Anziehung und Abstoßung von gegenüberliegenden Oberflächenpartien rhythmisch einander ab; Ausbildung eines Raupenganges der Hylonenoberfläche derart, daß er, seitlich projiziert, als Bewegungsspirale der Oberflächengestalt erscheint; dabei unsymmetrische Abstrahlung von Feldquanten, identifizierbar mit einer Maßstabs- und Zeit-Transformation), c)) zur Anregung hochenergetischer Zustände infolge eines Ein- oder Ausbaus zahlreicher Hylonen in die Oberflächenstruktur (Massenskala der Elementarteilchen), d)) zum Neuaufbau oder Zerfall geschlossener Hylono-

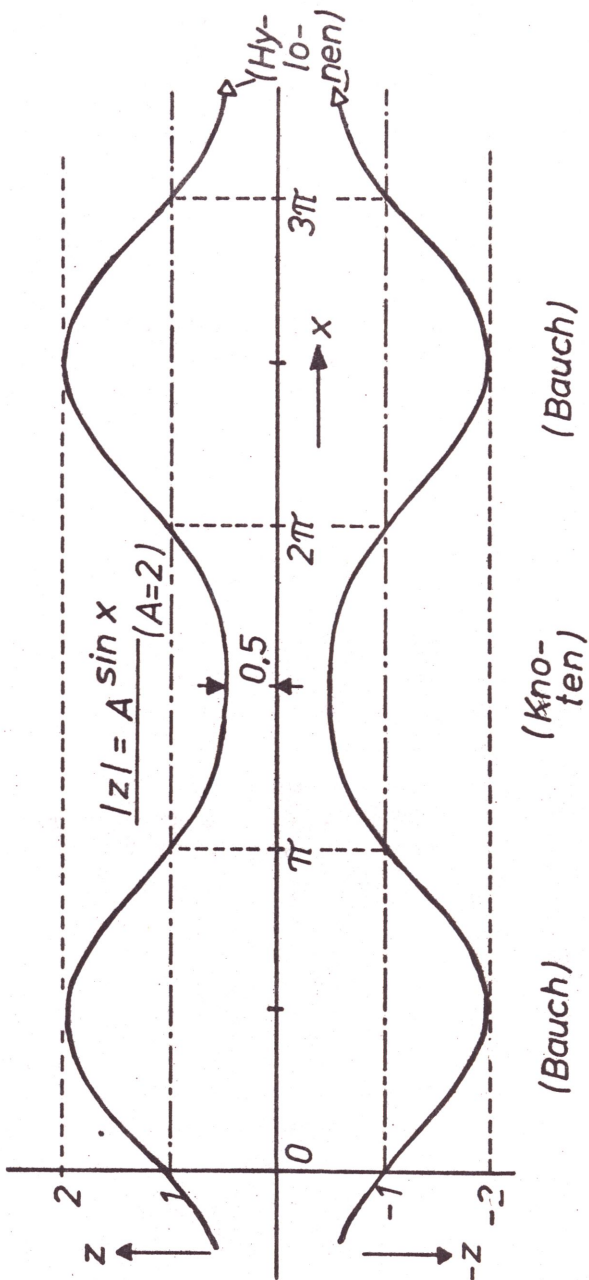


Abb. 2 Prinzipskizze der Strukturen von Photonen und Feldquanten mit fokussierenden Hylonenbahnen (offene Hylonensysteme)



nensysteme, falls die wechselwirkenden Hylonenströme oder Hylonensysteme äußerst intensiv sind (Teilchenzerfall und Teilchenumwandlung).

Die dynamische Stabilität wird somit in den geschlossenen Hylonensystemen als so groß angenommen, daß neben Änderungen der Hylonenzahl auch Änderungen der Hylonenstruktur möglich sind. Infolgedessen muß schon die Eigenstabilität der Grundelemente in der Oberflächenstruktur, die Hylonenkette, genügend groß sein (Abb. 1). Es liegt daher die Annahme nahe, daß in jedem Kettenglied die  $N$ -Hylonen durch Fokussierung gefestigt und die dabei vollzogene Hylonenverdichtung durch ein nachfolgendes Wiederauffächern derselben Hylonen senkrecht zum Schwerpunktimpuls wieder ausgeglichen wird. Dabei soll keines der  $N$  Hylonen die Bahn des Hylonenschwerpunkts kreuzen.

Ein analoges Fokussierungsverhalten wird vermutlich auch für die Hylonen eines Photons anzusetzen sein; es trägt, wie jedes offene Hylonensystem, die Energie  $E = Nh_0$  und den Impuls  $p = Nh_0/c_0$  durch das Vakuum. Die Photonstruktur steht in der Systematik der Hylonensysteme in der Mitte zwischen den offenen (wenig stark fokussierenden) Systemen und den geschlossenen Systemen mit in sich zurücklaufenden Hylonenketten (Abb. 1 und 2). Das Photon kann gewissermaßen als ein selbständig gewordenes, sonst aber zweidimensionales Kettenglied einer Hylonenoberfläche betrachtet werden. Für seine Struktur lassen sich folgende Ansätze vertreten.

Die empirisch gesicherten Eigenschaften des Photons drängen zu der Vorstellung, daß die  $N$  Hylonenbahnen des Photons in einer gemeinsamen Ebene liegen und daß sich in dieser Ebene auch die Fortpflanzungsrichtung ( $x$ ) des Schwerpunkts befindet. In jeder der beiden Halbebenen sollen sich im Mittel  $N/2$  Hylonen befinden und im Ruhesystem nur in der  $+z$ - bzw.  $-z$ -Richtung, symmetrisch zur  $x$ -Richtung, schwingen. Die Rückstellkraft für die Hylon-Hylon-Wechselwirkung der  $N$  Hylonen wird von der Form  $\Lambda \cdot (h_0/h) = c_0/N_V$  sein (entsprechend der wellentheoretischen  $\lambda = c/v$ -Beziehung). Dann kann man versuchsweise die Schwerpunktbahn für jede der beiden Hylonenhälften durch die Funktion  $z = e^{\sin x}$  darstellen (Abb. 2), die  $e^{\sin x}$ -Kurve besitzt zwar, wie eine Sinuskurve, die Periode  $2\pi$ ; doch bleibt sie jeweils auf ihre eigene Halbebene beschränkt. Einen etwas verfeinerten Ansatz mag für die Hylonenstruktur des Photons die - lineare - Federkettenformel bei äquidistanten Abständen  $a$  zwischen den Hylonen ab-

geben  $K = - \sum_i |z_i - a_i|$ , wobei die Schwingungsformel  $\nu_0 = (f/4 \cdot \pi^2 \cdot N \cdot m_0)^{1/2}$  in recht grober Näherung für die Kraftwirkung der Hylonen im zweidimensionalen Fall zum Ausdruck  $f \approx 3 \cdot 10^{-46} \cdot N^5$  führt. Doch lassen sich für derartige kooperative N-Körper-Systeme noch besser angepaßte Näherungsansätze finden. Stets muß die Geschwindigkeit einzelner Hylonen ( $c_0$ ) größer als ihre Schwerpunktschwindigkeit ( $c$ ) sein.

Bemerkenswert ist noch die Analogie zwischen hochenergetischen Photonen und einem nahe der Grenzgeschwindigkeit fliegenden Elementarteilchen (das erfahrungsgemäß mit  $c_0 p \gg E_0$  alle körperspezifischen Eigenschaften verloren hat). Im Hylonenbild manifestiert sich die Lorentz-Kontraktion durch eine Schleifenverengung der Bewegungsspirale. Daher muß mit  $v \rightarrow c_0$  nicht nur die Hylonenzahl  $N$  proportional zu  $(1 - v^2/c_0^2)^{-1/2}$  zunehmen; es vernähen auch zusehends die in der Schleifenverengung gegenüberliegenden Oberflächenstrukturen (Lorentz-Kontraktion), bis sich ein in Impulsrichtung angeordneter, übereinandergestapelter Photonschwarm mit sich berührenden (verkoppelten) Hylonenbäuchen und mit gleichen Knotenabständen  $|\Lambda_c| = c_0/N_c$  gebildet hat. In diesem Fall ist offensichtlich jede Feldquantenemission unterbunden; damit hat auch die Eigenzeit-Dilatation ihr Ende gefunden.

Diese kurze Übersicht zum Strukturproblem kann kaum mehr bieten als eine gewisse Orientierungshilfe. Der dargelegte qualitative Aufweis bleibt weit hinter einer exakten Beschreibung des Gegenstandes zurück; der mathematische Unterbau fiel recht dürftig aus. Doch scheint es, vor dem Hintergrund der übrigen Kapitel betrachtet, daß die getroffenen Annahmen nicht völlig abstrakt und wirklichkeitsfremd sind; sie sollten als ein Exkurs in das logisch Mögliche gelten können.

### Hylonenhypothese und Quantengesetze

Die bisher diskutierte Ausdeutung der Planckschen Konstanten  $h$  gewinnt an Überzeugungskraft, wenn mit ihrer Hilfe ein einfaches und einheitliches Verständnis der merkwürdigen, von  $h$  beherrschten Quantenbeziehungen erreicht wird. In der Literatur ist ihre Sinnerfüllung nur unzureichend gelungen; sie zu vertiefen, hat sich das Hylonenmodell als Aufgabe gestellt.

Die zweiteilige Schwingungsformel folgt aus der plausiblen Annahme, daß bei Bauch-Knoten-Strukturen zwei unterschiedliche Wechsel-

wirkungsarten möglich sind. Treffen zwei Hylonensysteme vornehmlich mit ihren Knotenbereichen aufeinander, so findet eine kompakte Wechselwirkung statt (Stoß; Absorption); im Hylonenbauch dagegen überwiegt die Wahrscheinlichkeit einer Stoßwirkung (Einbau oder Streuung) mit einzelnen Hylonen ( $dN$ ); sie kann zu einer Umstrukturierung innerhalb des Systems führen. So reagiert ein Photon oder Feldquant ( $N$  Hylonen) im ersten Fall ( $\frac{p}{E}$ ) wie ein kompakter Korpuskel, während es im zweiten Fall ( $\frac{h\nu}{E}$ ) eine "wellenähnliche" Ablenkung um den Winkel  $dp/p = dN/N$  bzw.  $1/N$  (für  $dN = 1$ ) erfährt und dies als Folge eines Querimpulses  $dN \cdot (h_0/c_0)$ ; nach einer einseitigen Aufnahme bzw. Wegnahme von  $dN$  Hylonen und der darauf einsetzenden Umorientierung aller Hylonen ändert die Flugbahn knickartig ihre Richtung; eine wiederholte einsinnige Polygonisierung tritt als kontinuierliche Krümmung der Flugbahn dieses Hylonensystems in Erscheinung ("gekrümmter Raum"). Das Photon kann auch andere, analoge Störungen erleiden, etwa eine Änderung seiner Hylonenzahl, ohne daß damit eine Bahnkrümmung verbunden sein muß. Im übrigen treten, wie bereits angedeutet, beide "fits" eines Systems, die Hylonenverdichtung (Knoten) und die Hylonenverdünnung (Bauch), auch bei anderen fokussierenden Systemen, z.B. bei bewegten Elementarteilchen auf. Immer bleibt es Sache des Zufalls, ob im Einzelfall eine Knoten- oder eine Bauch-Wechselwirkung eintritt. Daraus folgt, zusammen mit den Ausdrücken  $dE_V = v \cdot dp$  und  $dE_V = p \cdot dv = T \cdot dS$  ganz allgemein, daß eine quadratische Summation der mittleren Abweichungen der Systemeigenschaften, bezogen auf deren Mittelwerte, angemessen ist. Somit resultiert zwanglos eine Schwankungsformel, die bisher in der Literatur aus zwei getrennt bewiesenen Einzeltermen, versuchsweise, zusammengefügt wurde, nämlich

$$\overline{\left(\frac{E - \bar{E}}{\bar{E}}\right)^2} = \overline{\left(\frac{dE}{\bar{E}}\right)_E^2} + \overline{\left(\frac{d(S \cdot T)}{S \cdot T}\right)_P^2} = \frac{1}{n} + \frac{1}{N}. \quad (14)$$

Der Energie- oder Korpuskel-Term  $\overline{\left(\frac{dE}{\bar{E}}\right)_E^2} = 1/n$  wird durch die Zahl  $n = E/(Nh_0)$  wechselwirkungsfähiger Hylonensysteme bestimmt; im Impuls- oder Entropie-Term  $\overline{\left(\frac{d(S \cdot T)}{S \cdot T}\right)_P^2} = 1/N$  bedeutet  $N$  die Zahl der Komplexionen (Möglichkeitfälle oder Freiheitsgrade); in der Umdeutung des Hylonenmodells ist  $N_V = S/k$  die mittlere Zahl der Bewegungshylonen bei den Elementarteilchen bzw. die mittleren Hylonenzahlen  $N$  bei Feld- und Licht-Quanten, jeweils bezogen auf eines der  $n$  Hylonensysteme ( $k$  Boltzmannsche Konstante),  $N \cdot n$  bzw.  $N_V \cdot n$  bezeichnet die Ge-



samtzahl aller beteiligten bzw. wirksamen Hylonen des betrachteten Ensembles.

Die beiden Schwankungsterme geben Anlaß zu weiteren, kombinierenden Vermutungen. Hängt der Interferenz- bzw. Korrelationsterm  $1/N$  von der Hylonenzahl ab, dann auch von der Struktur der Hylonen; er kann demnach mit dem geordneten Bewegungsverhalten der Hylonen innerhalb jedes Hylonensystems in Verbindung gebracht werden. Dann sollte auch die Umkehrung gelten: Wird das Bewegungsverhalten der Systemhylonen geändert (etwa im Wechselwirkungsfeld mit anderen Systemen), so wird damit auch eine Änderung der Zahl geeignet ansprechbarer Freiheitsgrade verknüpft sein. Im Endeffekt dürfte also dieser vektorieller  $1/N$ -Anteil zu einer Verminderung der statistischen Schwankungen zwischen den sonst ungeordnet bewegten und praktisch wechselwirkungsfreien Systemen ( $1/n$ -Term) Anlaß geben, aber nur für den Fall, daß die betrachteten Hylonsysteme stabile Partnerbindungen ausgebildet haben (Minus-Zeichen in Gl. (14); Fermi-Statistik); im Fall eines ständigen Partnerwechsels dagegen wird, Partnerbindung vorausgesetzt, eine Vergrößerung der Zahl der Freiheitsgrade erwartet (Plus-Zeichen in Gl. (14); Bose-Statistik). Es wird auch vorkommen, daß einer der beiden Terme in Gl. (14) den anderen überragt. So treten für energiereiche Hylonensysteme ( $N \gg n$ , Elementarteilchen) die Teilcheneigenschaften in den Vordergrund, da  $(1/n) \gg (1/N)$  wird. Systeme, die relativ hylonarm sind, tragen dagegen "wellenartige" Züge; Ströme von Feldquanten und von (nicht zu energiereichen) Photonen vermitteln Feld- und Interferenz-Eigenschaften. Einen Sonderfall stellen Systeme dar, die zwar eine große Zahl an Hylonen in sich vereinigen, aber keine Ruhenergie besitzen (Quasi-Teilchen, also nicht-selbständige Gebilde); sie sind dann durch eine bevorzugte Erzeugungs- und Vernichtungs-Wahrscheinlichkeit vor den Elementarteilchen ausgezeichnet und ähneln in dieser Hinsicht den Feld- und Licht-Quanten (Bose-Statistik).

Das quantenmechanische Quadrat  $\sqrt{Q \cdot (Q+1)}$ , das erfahrungsgemäß für beliebige Quantenzahlen  $Q$  gilt, stellt das geometrische Mittel zwischen benachbarten  $Q$ -Werten dar. Für das geometrische Mittel erscheint es charakteristisch, daß die auszumittelnden Größen eine innere Abhängigkeit voneinander aufweisen. Demnach deutet das quantenmechanische Quadrat an, daß die Wahrscheinlichkeit, den  $Q$ -ten Quantenzustand zu besetzen, nicht mehr unabhängig von der entsprechenden

Wahrscheinlichkeit für den  $(Q + 1)$ -ten Quantenzustand ist. Diese Deutung ist in der Hylonwelt mit der Behauptung adäquat, daß mikrophysikalische Objekte aus gleichartigen Bausteinen aufgebaut und daß diese Bausteine austauschbar sind (Hylonendynamik). Dagegen ist das arithmetische Mittel, wie bekannt, im Fall einer statistischen Unabhängigkeit zuständig; seine Gültigkeit ist daher für jede Art von Nullpunktsschwankungen zu erwarten, so daß auch im Hylonenbild die Kombination von Grundzustand ( $Q = 1$ ) und Nullpunktenergie ( $Q = 0$ ) auf  $Q_0 = (0 + 1)/2 = 1/2$  führt.

Die Sommerfeld-Bohrsche Quantenbedingung  $\oint p \cdot dx = Q \cdot h$  kann als Ausdruck einer alternierenden, im Wechselspiel mit dem Partner durch Feldquantenaustausch erfolgenden Weitergabe eines einmal aufzubringenden Ablenkimpulses vom Betrag  $p = (h_0/c_0)N \cdot (v/c_0) = h/\Lambda$  zwischen einem (als ruhend gedachten, also schweren) Teilchen und einem anderen (an ihn gebundenen, leichteren) Korpuskel angesehen werden. Dadurch wird die Bahn des (gebundenen) Korpuskels zu einer Umlaufbahn polygonisiert; jedem Bahnknick geht eine innere Umlagerung von Bewegungshylonen voraus; im übrigen sollten Bewegung und Bahnkrümmung, jede für sich, Anlaß zu einer asymmetrischen Feldquantenemission der Teilchen geben, aus der wiederum Rückschlüsse auf die kinetischen Größen des betreffenden Teilchens möglich sind; denn wenn eine Feldquanteneinwirkung beim Wechselwirkungspartner einen Bahnknick oder eine Krümmung seiner Bewegungsspirale hervorzurufen vermag, dann sollten diese Einwirkungsstellen bevorzugt zu einer Re-Emission adäquater Feldquanten befähigt sein ("Ballspiel" der Feldquanten). Ein Maß für die Teilchengeschwindigkeit ist die Broglie-Wellenlänge (Wirkungslänge)  $\Lambda$ ; sie symbolisiert die kleinste Strecke der innerstrukturellen Periodizität eines Teilchens. Erfolgt andererseits der E-p-Austausch beidseitig und gleichzeitig (etwa: entgegengesetzt gleiche Impulse), so findet keine Impulsübertragung, sondern nur eine Energieübertragung statt; es kommt zu einer inneren Anregung des Absorbers bzw. des Emitters, die sich unter Impulserhaltung wieder abbauen läßt.

Auch der Begriff der Phase  $\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \int (\mu \cdot ds)$  ( $\mu$  Brechungsindex,  $\lambda$  Wellenlänge) ist einer hylonenartigen Interpretation fähig. Hierzu führt man die invariante Wirkfunktion  $dW = (mv)ds$ , für die konstante Schwerpunktbewegung eines Hylonensystems, bzw. die Wirkfunktion  $dW = \Lambda \cdot dp$ , für seine überlagerten Querbewegungen oder seitlichen Ablenkungen, in den Hamilton-Jacobischen Formalismus ( $H = E$ )

ein und erhält als Entsprechung zu  $dE_V dt = (pdv + vdp)dt$  die Beziehung

$$\psi = \frac{dW}{h} = \int_A^B \frac{p \cdot dx}{h} + \left[ \int_i^B \frac{+dp_i \cdot \Lambda_i}{h} \right].$$

Das zweite Integral berücksichtigt die durch eine äußere Beeinflussung bzw. innere Störung verübte Querablenkung  $\sum_i dp_i$  des betrachteten Hylonensystems (Beugung bzw. Unruhe); das erste Integral beschreibt die ungestörte Bahn seines Schwerpunkts (geradlinig unbeschleunigte Bewegung).

Die Aufteilung des Phasenraumes in Zellen mit der Abmessung  $h$  findet jetzt ihre Erklärung durch die in der Hylonenwelt primär wirkenden Elementargrößen  $p_0 = h_0/c_0$  und  $\epsilon_0 = h_0 = m_0 c_0^2$ ;  $h$  und  $h_0$  besitzen in der Sicht der Hylonenhypothese, wie früher erörtert, denselben Absolutbetrag, wenn auch nicht dieselbe Dimension. Man sieht, daß im Hylonenmodell notwendigerweise eine Unschärfe der Austauschgrößen Energie und Impuls verankert ist. Dieser Tatbestand einer Unschärfe scheint typisch für jede Quantenwelt zu sein. Eine ähnliche Unschärfebeziehung stellt man bei bewegten Elementarteilchen fest, wo beispielsweise ein großer Impuls  $p = h/\Lambda$  infolge seiner Hylonenstruktur und insbesondere seiner Bewegungsspirale (wie beschrieben) mit einer entsprechend kleinen Periodenlänge  $\Lambda$  gekoppelt ist. Bemerkt sei, daß Bose für seine Ableitung des Planckschen Strahlungsgesetzes die im Hylonenbild selbstverständlichen Gegebenheiten der Zelleneinteilung im Raum ( $h^3$ , jetzt  $h_0^3$ ) und der gerichteten Impulse ( $h/c$ , jetzt  $h_0/c_0$ ) noch als Postulate voraussetzen mußte.

Auf hylonenmäßiger Grundlage soll schließlich das generelle Meßproblem erörtert werden. Wirken Ströme regellos auftreffender Feldquanten auf ein Elementarteilchen ein, so wird das Elementarteilchen eine Zitterbewegung ausführen oder auf einer Zickzackbahn laufen. Hier sind zwar nur noch Mittelungsaussagen über Lage und Geschwindigkeit dieses Elementarteilchens möglich. Dieser Umstand kann aber die Hylonendynamik nicht dazu verleiten, die Existenz einer mittleren Bahnkurve grundsätzlich in Zweifel zu ziehen (wie dies in der Quantenmechanik geschieht). Vielmehr fordert sie für seine Mikroabweichungen von der gemittelten Bahnkurve die Existenz von definierbaren, im einzelnen meist verborgenen Ursache-Wirkungsketten. Außerdem zieht die dynamische Struktur der Hylonensysteme eine weitere Komplikation nach sich; sie möge am Beispiel der Photonenstruktur aufgezeigt werden:



Evidenterweise sind die Abmessungen ( $\Delta x$ ) der Hylonenknotten kleiner ( $\Delta x \ll \lambda$ ) als die der Hylonenbäuche ( $\Delta x \approx \lambda$ ); folglich ist im Knoten die quantenmechanische Unschärferelation ( $\Delta p \cdot \Delta x \geq h$ ) deutlich unterboten; hier muß, wenigstens im Prinzip, eine Voraussage über die Photonbahn mit kleinerer Wahrscheinlichkeit als im Bereich des Bauchs möglich sein.

Eine analoge Abwandlung erfährt der praktische Meßvorgang. Er ist auch im Hylonenbild mit prinzipiellen Unsicherheiten behaftet; denn bei jeder Messung an einem Mikro-Objekt (Hylonensystem) tritt eine Wechselwirkung zwischen ihm und einem Makro-Objekt (Meßgerät, Apparatur) auf; keine Wechselwirkung läßt sich unter den Betrag  $p_0$  oder  $h_0$  drücken. Doch ist im Hylonbild jede Wechselwirkung von diskreter und zudem von kausaler Art, auch wenn durch unbekannte Nebeneffekte der Anschein einer statistischen Gesetzmäßigkeit erweckt wird. Demnach ist im Hylonenkonzept kein Platz für die Vorstellung der Kopenhagener Deutung, wonach der Meßprozeß an subjektive Momente (Anwesenheit eines Beobachters) gebunden sei. Stattdessen schreibt das Hylonenmodell allen physikalischen Größen eine objektive Realität und einen unmittelbaren physikalischen Sinn zu.

Möglicherweise sind diese Darlegungen, ebenso wie die Erörterungen der vorangegangenen Kapitel, streckenweise zu knapp, dann wieder zu umständlich ausgefallen. Vielleicht ist aber doch das Anliegen des Hylonenmodells sichtbar geworden, die Physik wieder als Einheit zu begreifen und das Hylonenkonzept selbst so darzustellen, daß es einer künftigen Quantifizierung offensteht und daß es einer Kontrolle durch beobachtende und absichtliche Versuche zugänglich bleibt.

#### Schlußbemerkung

Die Einführung der Hylonen als einer kleinsten, subatomaren Teilchensorte der Materie stellt sich zunächst als ein spekulativer Schritt dar, der sich - wie jede axiomatische Fundierung - nicht unmittelbar beweisen läßt. Eine Rechtfertigung findet die Hylonenhypothese aber in ihrem Bemühen, die Einheitlichkeit in der Grundlagenphysik auf denkbar einfachste Weise wiederherzustellen. Das Hylonenkonzept will die heute geltende Auffassung von einem dualistischen, unanschaulichen und letztlich nicht objektiv-realen Weltbild ersetzen. In seiner Sicht haben bisher rätselhafte Grundbegriffe,

wie Energie und Masse oder Feld und Welle, eine objektiv-reale und kausal determinierte Ausdeutung gefunden. Doch ist bis jetzt nicht viel mehr als ein Anfang gemacht, und auch hier müssen noch Lücken aufgefüllt und Mängel behoben werden. Sollte sich aber die Hylonen-hypothese als unbrauchbar herausstellen, so darf man mit Spannung auf die Setzung anderer, zu einem einheitlichen und einfachen Weltbild führenden Prämissen warten.