Moderne Tendenzen der Physik

Autor(en): **Lindt, Willy**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg**

Band (Jahr): **60 (1971)**

Heft 2: **Rapport annuel = Jahresbericht**

PDF erstellt am: **18.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-308480

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Moderne Tendenzen der Physik

von Willy LINDT
Physikalisches Institut, Universität, Freiburg

Die großen physikalischen Theorien, die in unser Jahrhundert überliefert wurden, sind die Newtonsche Mechanik und die Maxwellsche Elektrodynamik. Diese beiden Theorien bilden eigentlich noch jetzt die Grundlagen für alle Spielarten physikalischer Theorien.

In unserem Jahrhundert mußten aber diese Theorien zwei esentlichen Änderungen unterworfen werden:

1. Bei größeren Geschwindigkeiten $\frac{v}{c} \sim 1$ mußte man die Newtonsche Mechanik so ändern, daß ihre Aussagen gegen Lorentztransformationen invariant wurden.
2. Im atomaren Bereich mußte man von der Vorstellung, daß Ort- und Impuls gleichzeitig scharf meßbar sind abkommen und übergehen zur sogenannten Quantenmechanik.

Während die Konsequenz der klassischen Mechanik und der klassischen Elekdrodynamik zur Folge hätte, daß z. B. das kreisende Elektron im Wasserstoffatom unter kontinuierlicher Abstrahlung elektromagnetischer Energie in das positiv geladene Zentrum (Proton) fallen würde, erlaubt die Quantenmechanik dem Grundzustand des Wasserstoffatoms einen endlichen Radius, den sogenannten Bohrschen Radius, zuzuschreiben.

$$E_{tot} = E_{kin} + E_{pot} \quad \text{oder}$$

$$E_{tot} = \frac{p^2}{2m} - \frac{Z\alpha}{r}$$

Die Quantenmechanik liefert nun noch die Unbestimmtheirsrelation

$$\Delta p \cdot \Delta r \sim 1 \quad \text{hinzu.}$$

Für den Grundzustand können wir hier auch $r \,.\, p \sim 1$ schreiben, dann liefert eine kleine Rechnung sofort

$$r = \frac{1}{Z\alpha m} \qquad \alpha = \text{Feinstrukturkonstante} \sim \frac{1}{137}$$

für minimale Energie.

Die Quantenmechanik erlaubte es nun, Atome und Moleküle und somit den Aufbau der Materie im Prinzip zu verstehen.

Auch die Physik des Atomkerns, der ja bekanntlich aus Neutronen und Protonen zusammengesetzt ist, gehorcht der Quantenmechanik; nur ist hier die Kraft, die die Neutronen und Protonen zusammenhält, sicher nicht elektromagnetischer Natur. Wenn man ein Kraftgesetz haben will, das wesentlich kurzreichweitiger ist als die elektromagnetische Kraftwirkung, so wird man auf sehr natürliche Art auf einen Kraftansatz

$$\frac{1}{r} e^{-\mu r}$$

geführt, dies ist das nach seinem Entdecker genannte Yukawa Potential.

Das Rutherford Experiment zeigte, daß die Atomkerne eine Ausdehnung von ca. 10^{-13} cm haben, so mußten die zugehörigen Feldpartikel eine Masse von ca. 200 Elektronenmassen besitzen. Dies sind die Mesonen.

Ganz ähnlich wie die Atomphysik mit Hilfe der Spektrometrie experimentell untersucht wurde und mit quantenmechanischen Rechnungen verglichen wird, so auch der Atomkern.

Die Erscheinungen bei sehr hohen Energien, wie man sie in der kosmischen Strahlung zur Verfügung hat, brachte aber eine neue Überraschung.

Mit Hilfe photographischer Emulsionen, die man der kosmischen Strahlung aussetzte, entdeckte man neue eigenartige Zustände der Materie, die man «Strange Particles» nannte. Diese wurden immer paarweise erzeugt und zerfielen verhältnismäßig viel zu langsam. Sie lebten ungefähr 10^{13} mal zu lang. Es mußte also eine Eigenschaft geben, die den Zerfall verhindern konnte. Diese Eigenschaft, oder wie der Physiker sagt, Quantenzahl nannte man Strangeness.

Der Bau der modernen Großbeschleuniger
Berkeley 6.10^9eV, Brookheaven 33.10^9eV, Cern 28.10^9eV, Serpukov (USSR) 70.10^9eV und zuletzt Bathavia (USA) 500.10^9eV erlaubte es, diese Materiezustände unter kontrollierbaren Verhältnissen herzustellen. Man konnte nun Streuexperimente machen und dabei zeigte sich, daß eine vorher nicht vorauszuahnende Reichhaltigkeit an solchen Materiezuständen existierte. Das Proton hatte z. B. eine ganze Anzahl von angeregten Zuständen.

Das erste Anliegen der Physiker mußte es sein, in dieser Manigfaltigkeit Ordnung zu stiften. Man nahm Zuflucht zur Gruppentheorie, die ja auch in der Atom- und Kernphysik denselben Zweck erfüllt hatte.

So wie die Kristallographie die Kristallgitter nach Raumgruppen ordnet, so gelang es den Elementarteilchenphysikern, ihre Materiezustände durch Symmetriegruppen zu ordnen. Sie ist die sogenannte SU(3) Gruppe. Diese Gruppe beinhaltet gerade die notwendigen zwei Quantenzahlen, die zur Klassifikation ausreichen. Wäre diese Symmetrie streng gültig, so müßten aber die Massen derjenigen Teilchen, die in einer Darstellung der Gruppe liegen, gleiche Massen haben. Dies ist nun nicht der Fall und in Folge dessen ist diese Symmetrie durch die Natur gestört.

Man darf sich also mit dieser Beschreibung durch Gruppen allein nicht zufrieden geben. Eine Theorie der Elementarteilchen muß es uns erlauben, ein einfaches Experiment, zum Beispiel die Streuung eines Mesons an einem Nukleon zu berechnen. Sie muß uns unter anderem sagen, wie sich die Winkelverteilung der gestreuten Teilchen in Funktion der Energie ändert. Hier müssen wir uns aber klar werden, daß bei ausreichender Energie nicht nur der Streuprozess also $\pi + N \rightarrow \pi + N$ möglich ist, sondern auch eine zusätzliche Erzeugung weiterer Teilchen z. B.

$$\pi + N \rightarrow \pi + \pi + N \quad \text{usw.}$$

Dies bedeutet, daß wir es in Tat und Wahrheit nie mit zwei oder drei Körperproblemen zu tun haben, sondern streng genommen mit unendlich vielen Körpern. Hier gibt es nur eine formulierbare Theorie, die sogenannte quantisierte Feldtheorie, die, wie man dies heute beurteilen kann, in der Lage sein könnte

diese Prozesse wirklich zu beschreiben. Die mathematische Struktur der quantisierten Feldtheorie ist aber so kompliziert, daß die Ergebnisse nur sehr langsam heranreifen können. In der Zwischenzeit muß man sich notwendigerweise mit mehr heuristischen Spekulationen begnügen.

Zum Schluß dieses kleinen Referats sei erwähnt, daß neuste Streuexperimente von Elektronen an Protonen in Standford die Vermutung erhärten, wonach das Proton eine Ultrastruktur besitzt, d. h. daß die Vorstellung, ein Proton sei aus irgend etwas zusammengesetzt, sich abzuzeichnen beginnt. Rein spekulativ kam man schon durch die Gruppenstruktur auf die Idee, die Elementarteilchen aus Quark's zusammenzusetzen. Diese Quark's waren die drei Teilchen, die in der sparsamsten Darstellung (3 dimensional) Platz hatten. Diese Spekulation hätte eine ganze Anzahl hübscher Konsequenzen. Bis jetzt ist dieses Quark aber nicht gefunden worden.

Es ist wahrscheinlich, daß dieses Quark eine Masse hat, die 4–10 mal größer ist als die Protonmasse. Das Proton wäre zusammengesetzt aus drei Quarks, die Bindungsenergie zwischen diesen Quarks sorgt dafür, daß die 3 gebundenen Teilchen die Protonmasse ergeben.

Wir stehen also heute vor der Aufgabe zu zeigen, ob unsere heutigen Elementarteilchen in Tat und Wahrheit wieder zusammengesetzt sind.

Es bleibt zu hoffen, daß die Physiker auch in Zukunft sich mit diesen Fragen, die uns die Natur stellt, beschäftigen dürfen, und daß nicht das Nützlichkeitsdenken, wie es sich heute immer mehr breit macht, diese Triebfeder der menschlichen Neugier zum Erlahmen bringt.