

Archiv von Heisenbergs Briefen

von: Werner Heisenberg

an: Pauli

Datum: 25.03.1950

Stichworte: Antwort auf Paulis Kritik am Manuskript vom 03.02.1950,
Hermitizität und Erhaltung der Nukleonenzahl

Ursprung: Pauli Archiv in Genf

Kennzeichen im Pauli Archiv in Genf: heisenberg_0017-135r

Meyenn-Nummer: 1093

Veröffentlichung mit freundlicher Genehmigung der Familie Heisenberg
und des Pauli-Archivs in Genf.

Copyright (c) Heisenberg-Gesellschaft e. V., München, VR 204617, 2016

Reproduktion (auch auszugsweise) nur mit Erlaubnis der Rechteinhaber.

Göttingen 25.3.50.

4108

NACHLASS
PROF. W. PAULI

Lieber Pauli!

Ich würde dich für deinen Brief, den ich leider erst
gestern nach meiner Rückkehr aus der Türkei vorfand.
Der herzliche Ton deines Briefs gibt mir die näm-
liche Gewissheit, dass es dir gut geht, und ich habe es unso-
mehr bedauert, dich nicht in Zürich zu treffen.

Von nun an tauche ich nicht mehr in die V.R. best du
meiner Arbeit an einem unbedeutenden Punkt. mir verstanden:

Ich habe nämlich nicht behauptet (was ich hätte näher
erläutern müssen), dass $\bar{\varphi}$ des hermiteschen Konjugierten zu
 φ sei. Vielmehr folgt aus meinen Gleichungen (1) bis (7),
dass $\bar{\varphi}$ anders gemeint ist. = $\sum_j \alpha_j \varphi_j$ (Bezeichnungen zu

brauchen: Setzt man $\varphi = \sum_j \alpha_j \varphi_j$ wobei die φ_j
die "normalen" Zerlegungen des φ bilden, so sind

mit $\{\bar{\varphi}_j(x); \varphi_j(x')\}_+ = \delta_j(x-x')$, und wobei der

auch $\bar{\varphi}_j$ hermitisch conj. zu φ_j ist, so wird

so $\bar{\varphi} = \sum_j \alpha_j \bar{\varphi}_j$ gelten = (und nicht etwa $\bar{\varphi} = \sum_j \alpha_j \varphi_j$)

deswegen folgt dann

$\{\bar{\varphi}(x); \varphi(x')\}_+ = \sum_j \alpha_j^2 S_j = \sum_j \alpha_j S_j$

Also sind α_j für negative j einziger, was ich mit

Folge hat, das $\bar{\psi}(x)$ nicht einfach hermitisch ist, sondern
 zu $\psi(x)$ ist, da hermitisch völlig recht damit,
 das für das willkürlich hermitisch & adjungiert, das
 als ψ^* nennen will, eine in ψ adjungierte. Rangeschar

$$\int_{+} \psi^*(x) \psi(x') = \int_{+} \psi(x) \psi^*(x')$$

Es scheint mir aber aus dem mathematischen
 Lieferbarkeit zu folgen, das $\bar{\psi}(x)$ die hermitische
 Bildung ist, als $\psi^*(x)$, da für eine vollgültige
 im Impulsraum

$$\int_{+} \bar{\psi}(x) \psi(x') = \int_{+} \psi(x) \bar{\psi}(x')$$

da die natürliche D.R. besteht.

Für den Fall $\psi(x) = 0$ ist jedenfalls
 die letztere D.R., soviel ich sehen kann, völlig
 äquivalent der üblichen vollquantisierung. Ich kann
 auch nicht sehen, dass bei der Definition des bekannten

4. der Anwendung der Gleichungen $\psi^+(x) \psi_0 = 0$ oder
 $\bar{\psi}^+(x) \psi_0 = 0$ irgendeine Schwierigkeit entstanden. Hier
 scheinen mir alle diese Bedenken wegen negativer baherherlichkeit
 dergl. völlig unbegründet.

Das Problem entsteht also wohl nur bei Einführung einer Beschränkung. Auch hier scheint mir aber sicher, dass Lösbarkeits-Schwierigkeiten nicht entstehen können, solange die Beschränkung nur die $\bar{\varphi}(x)$ und $\varphi(x)$

(und nicht in hohe Ableitungen der φ , ~~die φ^*~~) enthält. Du kannst aber einwenden - und darauf habe ich bisher wohl zu wenig geachtet - dass es nicht sicher ist

dass man aus den $\bar{\varphi}(x)$ und $\varphi(x)$ allein kommutative Ausdrücke zusammensetzen kann. In der Tat scheint mir

jetzt die als Beispiel hingeschriebene Ausdrücke (8) diese Forderung nicht zu genügen.

Diese Frage gehört in den Problembereich: Welchen Einflussfordernissen man die Wechselwirkungsenergie genügt? Bezeichnet man die in den $\alpha_j = \tau_j$ vorkommende

τ_j mit $\alpha_j = \tau_j$ so soll also τ_j gegen einen τ_j reichen verstanden werden in variant sein. Außerdem ist τ_j k ist noch andere Invariantforderungen hervordringen, die

für die Forderung der Ladung, der Nullonen fest u. s. w. sorgen. Diese ganzen Fragen komplex hätte ich auch

bis jetzt geschrieben, dass es mir zunächst nur darauf
 ankommt, überhaupt ein konvergentes Modell einer Theorie
 zu erhalten. Ich sehe jetzt, dass die Forderung dieser
 Kommutativität nicht trivial zu befriedigen ist, dass eine
 genauere Untersuchung erforderlich ist. Andererseits ist es aber
 auch noch nicht, dass sie unerwartete Schwierigkeiten bereitet,
 und in gewissen Bereichen man je eher für Einschränkungen
 in der Allgemeinheit der Wechselschaltung (oder der V.R.)
 dankbar sein mag. Übrigens könnte es dabei genügen, dass der
 Ausdruck ~~...~~ (9) für die S-Matrix invariant sein
 hinsichtlich des Wechsels von j ist - was wohl etwas weniger
 erfordert als die Invarianz von K selbst.

Alles in allem sehe ich keinen Grund für den
 seinen Brief gegenüber dem Herrn ~~...~~ und dem Wunsch des
 Rechts für das Handeln der Herren und der Befremden
 einzuwirken auf meine Texte zu werden zu dürfen. - Wenn
 kommt je schließlich auf folgende wichtige Fragestellung
 an: Kann man die Einzelheiten vieler Funktionen
 zusammen in Form von regulären V.R. darstellen (natürlicher
 Kombinationen von) und zweitens: Kann man sich
 bilden Funktionen entstehen, und zweitens: Kann man sich

P.S. Inzwischen hat es mir noch überlegt, dass die Forderung der
 Hermitizität eng zusammen hängt (oder verbunden werden kann)
 mit dem Erhaltungssatz für die Nukleonenzahl. Dieser Erhaltungssatz
 besagt ja, dass die Nukleonenzahl entweder konstant bleibt
 oder (bei Annahme von Antiprotonen u. Antineutronen) sich um
 eine gerade Zahl ändern kann. (Man kann diesen
 Sachverhalt durch eine "Nukleonladung" ausdrücken, wenn man
 will). Das heißt aber, dass ein Ausdruck der Beschreibung ψ
 die Nukleonen voll funktionsfähig sein muss, auf treten müssen.
 Wenn man also z. B. annimmt, dass für die Leichten
 Teilchen die g positiv sind, für die Nukleonen aber
 negativ (die α_j der Nukleonen also imaginär), so ist
 die Hermitizität aus dem genannten Erhaltungssatz bereits
 garantiert, da die α_j nur quadratisch auftreten. Natürlich
 bleibt jetzt die Aufgabe, einen Ausdruck in den ψ und ψ^\dagger
 anzugeben, der den Erhaltungssatz befriedigt, aber ich
 sehe hier auch keinen Grund zum Pessimismus.

Dr. E. S. ...
 ...
 ...