

Archiv von Heisenbergs Briefen

von: Werner Heisenberg

an: Pauli

Datum: 28.03.1957

Stichworte: Eigenzustände mit Einfachpolen bei Streuprozessen

Ursprung: Pauli Archiv in Genf

Kennzeichen im Pauli Archiv in Genf: heisenberg_0017-163r

Meyenn-Nummer: 2594

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 28. 3. 57.

NACHLASS
PROF. W. PAULI 1/461

Lieber Pauli!

Zunächst möchte ich Dir und deiner Frau nochmals herzlich für den Brief in Zürich danken, wir finden beide diesen Brief besonders nett. Denn möchte ich, wie verabschiedet, unsere Korrespondenz fortsetzen, in der Hoffnung, dass wir uns doch noch völlig einigen.

Dabei soll es sich um das handeln, was ich die „Gruppen-eigenschaft“ des Hilbertraums I genannt habe und was man vielleicht richtiger als „Zerlegungsnetz“ oder dergl. bezeichnen kann. Die Behauptung war doch die folgende: Wenn man in einem höheren Sektor nur Lösungen zulässt, mit Einfaßpol (u. s. Funktion) an den kritischen Stellen (oder den kritischen Stellen, es gibt natürlich für jedes vorhandene Paar $N+0$ je eine kritische Stelle), und wenn das System bei Streuprozessen in räumlich getrennte Teilsysteme zerfällt, so haben auch diese Teilsysteme an den kritischen Stellen (sofern solche vorhanden sind) nur Einfaßpole (d.h. sie gehören zum H.R.I.).

Als Beispiel kann man wieder den Sektor $N+3\ 0$ betrachten. Die Integralgleichung, die wir damals bei Dir in Zürich besprochen, lautet etwa

$$\Phi(k_1, k_2) \chi(E - \omega_1 - \omega_2) = \int F(\omega_1, \omega_1') d\omega_1' \Phi(k_1', k_2) + \int F(\omega_2, \omega_2') d\omega_2' \Phi(k_1, k_2') + \text{inhom. Gl.} \quad (1)$$

Die „kritische Stelle“ ist hier

$$E - \omega_1 - \omega_2 = \omega_0, \text{ wenn } \chi(\omega_0) = \chi'(\omega_0) = 0 \quad (2)$$

Geisterdipol definiert.

Für Lösungen im H.R. I wird gefordert:

$$\Phi(k_1, k_2) = a(k_1, k_2) \delta(E - \omega_1 - \omega_2 - \omega_0) + \frac{b(k_1, k_2)}{E - \omega_1 - \omega_2 - \omega_0} \quad (3)$$

wobei $a(k_1, k_2)$ und $b(k_1, k_2)$ an der kritischen Stelle regulär sein sollen. (Für die Konstruktion dieser ^{gilt die Bedingung} Lösungen: $a(k_1, k_2)$ wird so bestimmt, dass die rechte Seite der Integralgl. an der kritischen Stelle verschwindet).

Nehmen wir nun an, dass es keine Lösungen vom Typus (3) ^(oder auch von) gibt, bei denen das System nicht ^{den} Strom in einen diskreten stationären Zustand des Systems $N+2\theta$ (wir setzen hier voraus, dass es ihn gibt) und ein θ -Teilchen zerfällt. Die Energie dieses diskreten Zustands sei $E_{N+2\theta}$. Dann bedeutet dies im k -Raum, dass $\Phi(k_1, k_2)$ ^{in der üblichen Weise} einen einfachen Pol an der Stelle $\omega_1 = E - E_{N+2\theta}$ ^(u. $\omega_2 = E - E_{N+2\theta}$ symmetrisch bei) hat, in dessen Umgebung man näherungsweise schreiben kann:

$$\Phi(k_1, k_2) \approx \frac{\Phi(k_2)}{E_{N+2\theta}} \cdot \frac{\text{const}}{E - E_{N+2\theta} - \omega_1} + \text{endl. Gl.} \quad (4)$$

wobei $\frac{\Phi(k_2)}{E_{N+2\theta}}$ die g.f. des diskreten Zustands von $N+2\theta$ ist. (Im Nenner muss man dann in der üblichen Weise noch i ϵ addieren, wenn man nur auslaufende Wellen haben will).

Nun beweist aber der Vergleich von (3) und (4), dass auch $\Phi(k_2)$ an der kritischen Stelle $E_{N+2\theta} - \omega_2 = \omega_0$ die Form

$$\frac{\Phi(k_2)}{E_{N+2\theta}} = a(k_2) \delta(E_{N+2\theta} - \omega_2 - \omega_0) + \frac{b(k_2)}{E_{N+2\theta} - \omega_2 - \omega_0} \quad (5)$$

($a(k_2)$ u. $b(k_2)$ sind an der kritischen Stelle regulär)

haben muss. Also gehört auch der Zustand E_{N+20} zum H.R.I., was zu beweisen war.

Daraus folgt: Es mag andere diskrete Eigenzustände des Leptons $N+20$ geben, eventuell mit komplexen Eigenwerten oder negativer Norm; aber im Kernproblem kommen, wenn man sich auf die Lösungen vom Typ (3) beschränkt, d.h. auf den Hilbertraum I, nur solche diskreten Eigenzustände vor, die selbst wieder der Bedingung (5) genügen, d.h. zum H.R.I. gehören. Ich kann in diesem Beweis eigentlich keine Lücke mehr sehen und wäre dir für deine Kritik dankbar.

Die Unitarität der S-Matrix folgt allerdings erst dann, wenn man auch beweisen kann, dass alle diskreten Eigenzustände des H.R.I. (im speziellen Fall des Leptons $N+20$ also: Lösungen der Form (5)) eine positive (oder eventuell verschwindende) Norm haben. Bei diesem Beweis habe ich noch Schwierigkeiten, wie du verst; aber ich bin von der Richtigkeit der Behauptung überzeugt. Ich will mir hier weiter nicht geben, möchte aber doch schon vorher wissen, ob du mit dem „Zerlegungsatz“, wie ich ihn hier im Brief skizziert habe, einverstanden bist. —

Leb' dirich hab ich mich weiter sehr gut erholt,

so dass ich schon zu hoffen wage, dass ich die Virus-
infektion jetzt ganz loswerde. Du bist inzwischen wohl in
England, ich nehme an, dass der Brief die nachgeschickt
wird.

Viele Grüsse von hies zu hies

Dein V. Heisenberg

P.S. Deinen Brief habe ich eben noch Klag gezeigt, der
einverstanden war, aber den Vorbehalt machte, es seien
in den Rechnungen gewisse Voraussetzungen über die analytische
Fortsetzbarkeit von Lösungen enthalten, die man noch prüfen
müsste. Er meint aber auch, dass diese Voraussetzungen beim
Lee-Modell zutreffen, da man sonst eine S-förmige
Beschränkung d.h. beliebig kleine Reichweite hat.