

## **Archiv von Heisenbergs Briefen**

von: Werner Heisenberg

an: Pauli

Datum: 02.01.1958

Stichworte: Verdoppelung des Vakuums, Metrik, Suche nach  
Vertauschungsrelationen für die Gruppen, Paulis Feldoperatoren

Ursprung: Pauli Archiv in Genf

Kennzeichen im Pauli Archiv in Genf: heisenberg\_0017-168r

Meyenn-Nummer: 2819

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 2. 1. 58.

Reichardt 4. I.

NACHLASS  
PROF. W. PAULI  
1/56

Lieber Pauli!

Seit gestern bin ich wieder richtig in unserer Arbeit hereingekommen und will dir nun mit deiner Brief vom 28. u. 29. antworten.

Du hast völlig recht darin, dass durch die Verdopplung des Zekansus die Frage nach der Menge im Unterschied in einer neuen Weise gestellt wird. Aber - deiner Meinung nach ist ja schon im Telefon - man darf diese Menge nicht in Verbindung bringen mit Q und N, und auch nicht mit dem Energie-Frequenzvektor.

Wahrscheinlich hat die Menge allein mit dem Wahrscheinlichkeitsbegriff zu tun. Daher muss für die physikalischen Zustände eine obsoze positive Norm definiert werden können. Den Zusammenhang mit den beiden Formeln

$$\overline{\Psi} \left( \frac{1+1_5}{\sqrt{2}} \right) \Psi \text{ bzw. } \overline{\Psi} \left( \frac{1-1_5}{\sqrt{2}} \right) \Psi$$

siehe ich noch nicht, aber vielleicht hast du mir einen besseren Vorschlag.

Deine Formulierungen über den Zusammenhang des Doppels mit der Verdopplung des Zekansus habe ich noch nicht klar verstanden und würde die Fragen noch mal in meine Freizeit stellen. Wenn

Dr schreibt „die Indices (in Klammern) sind die des Raumes“, so könnte das in meine Sprache lauten: wir gehen einseitlich den Operatoren  $\Psi$  von einer 4-Komponententheorie zu einer 2-Komponententheorie über (wobei meine in Klammern Formeln  $\Psi_+ = \Psi_-^*$  st. durch die richtigen mit dem  $\Psi^*$  zu ersehen sind), schicken aber die beiden Indices, auf die sonst  $\Psi_+$ ,  $\Psi_-$  u.  $i\Psi_+$  gewirkt hat, auf das bekannte, sodass die kovarianten Darstellungen der Operatoren wieder 4 Komponenten  $\Psi_{\alpha}$  bekommen; z. B.

$$\tau(x, \alpha \beta) = \langle \Psi | \Psi_\alpha(x) | \Omega_\beta \rangle$$

$\uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow$   
Spin  $\Psi_+$  bzw. Spin      Spin       $\Psi_-$  bzw. Spin

( $\alpha = 1, 2$ ;  $\beta = 1, 2$ ).

II Ist das deine Meinung ??

Ob das gut, wird von den an die U.R. zu stellenden Bedingungen abhangen, und hier hoffe ich, bald von dir einen Vorschlag in konkreter mathematischer (nicht nur in Gruppenüberlegungen) Form bekommen. Nur will ich verhindern zu werden: Ich glaube schon, dass du die Zusammenhänge im wesentlichen richtig siehst. Aber ich verstehe sie viel besser, wenn du mir handfeste

Formeln für die b. R. (oder für die S. F. der Nukleonen oder dergl.) ausweist, mit denen ich kontrollieren kann um sie auf ihre Brauchbarkeit zu prüfen. Die Formeln Deines Briefs vom 21. 12. waren ja noch nicht in Ordnung. Vielleicht sollte man einfach:

$$\varepsilon(\tau) \{ \gamma_\alpha(x) \gamma_\beta(x') \} = \delta(s^c) V f_{\alpha\beta}^4$$

schriften (wobei das  $V$ ) <sup>willkürlich</sup> ~~ist~~ für das  $f_{\alpha\beta}^4$  hinzunommen werden kann). Also ist es dringend um konkrete Vorschläge für die Vakuumerwartungsvalue des Produktes von 2 Feldoperatoren. Solange wir die nicht haben, schreben wir zwischen gruppentheoretischen Luffschlössern.

Wenn wir diese Vakuumerwartungsvalue haben (als  $2 \times 2$  reihige Matrix), so gibt - das habe ich mir inzwischen überlegt - die Tamm-Danchenko-Methode einen gerade idealen Formalismus für die Berechnung der Massen ab. Ideal deswegen, weil man in dieser Methode <sup>gerade</sup> die Vakuumerwartungsvalue der  $S_F$ -funktion und nur diese braucht. Man bekommt die Eigenwertgleichungen unmittelbar als <sup>Spin- und</sup> (Boopin) Gleichungen geliefert, da sich die  $\tau(x_{\alpha\beta})$ -funktionen für

wieder so beschreiben wie in der früheren Theorie.

Also ceterum censeo: Schreibe mir deine Vorschläge für die Verkaumswertungsweise der Produkte von 2 Filmoperatoren! —

Bevor du nach Amerika fährst, müssen wir uns eigentlich noch einmal mündlich besprechen, um unsere Pläne etwas genauer festzulegen. Wie steht es mit deinen Plänen für das die kommenden 14 Tage? Können wir uns irgendwo in der Nähe treffen (z.B. Heidelberg oder Künzelsau)? Eventuell könnte ich auch für einen Tag nach Ulrich kommen. Schreibe mal, was dir am besten passen würde.

Für heute viele Grüße!

Dein W. Kirschburg