

## **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.

Beauftragter 4. I.

NACHLASS  
PROF. W. PAULI 1/56

Lieber Pauli!

Jetzt gestern bin ich wieder richtig in unsere Arbeit  
hineingekommen und will die Mühe ab Deinem Brief  
vom 28. u. 29. antworten.

Ich hast völlig recht damit, dass durch die Verdopplung  
des bekannten die Frage nach der Metrik im Urzustand  
in einer neuen Weise gestellt wird. Aber - darüber  
sprechen wir ja schon im Telefon - man darf diese  
Metrik nicht in Verbindung bringen mit  $Q$  und  $N$ ,  
und auch nicht mit dem Energie-Impulsvektor.  
Bisher hat die Metrik allein mit dem Wahrschein-  
lichkeitsbegriff zu tun. Daher muss für die „physikalischen“  
Zustände eine stets positive Norm definiert werden  
können. Den Zusammenhang mit den beiden Größen  
 $\bar{\Psi}(\frac{1+\gamma_5}{2})\Psi$  bzw.  $\bar{\Psi}(\frac{1-\gamma_5}{2})\Psi$  sehe ich noch nicht, aber  
vielleicht hast du hier einen brauchbaren Vorschlag.

Deine Formulierungen über den Zusammenhang des  
Doppins mit der Verdopplung des bekannten habe  
ich noch nicht klar verstanden und möchte die  
Frage nochmal in meiner Sprache stellen. Wenn

du schreibst, die Indices (im Hilbertraum) sind die des Raumes', so könnte das in meine Theorie lauten: Wir gehen hinsichtlich der Operatoren  $\Psi$  von einer 4-Komponententheorie zu einer 2-Komponententheorie über (wobei meine zu schlampigen Formeln  $\Psi_+ = \Psi_-^*$  etc. durch die richtigen mit dem  $\Psi^C$  zu ersetzen sind), schreiben aber die ~~alten~~ Indices, auf die sonst  $f_5, f_4$  u. i. f.  $f_5, f_4$  gewöhnt hat, auf das bekommen, sodass die kovarianten Darstellungen der Operatoren wieder 4 <sup>Komponenten</sup> ~~Indizes~~ bekommen; z. B.

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

$\uparrow$   
Spin

$\uparrow$   
 $f_5$  bar. Spin

$\uparrow$   
Spin

$\uparrow$   
 $f_5$  bar. Spin

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

||| Ist das deine Meinung ??

Oder das geht, wird von dem an die V.R. zu stellenden Bedingungen abhängen, und hier hoffe ich, bald von dir einen Vorschlag in konkreter Mathematik (nicht nur in Gruppen-Überlegungen) zu bekommen. Am mir missverständlich zu werden: Ich glaube schon, dass du die Zusammenhänge im Besentlichen 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.) anschreibt, mit denen  
ich hantieren kann um sie auf ihre Brauchbar-  
keit zu prüfen. Die Formeln Dennis Birt's vom  
21. 12. waren ja noch nicht in Ordnung. Vielleicht  
wollte man einfach:

$$\varepsilon(\tau) \{ \psi_\alpha(x) \psi_\beta(x') \} = b(s^2) V_{\alpha\beta}^4$$

schreiben (wobei das  $V_{\alpha\beta}^4$  ~~vielleicht~~ <sup>vielleicht</sup> in das  $\psi_{\alpha\beta}^4$  hineingezogen  
werden kann). Also ich bitte dringend um konkrete  
Vorschläge für die Vakuumerwartungswerte des Produkts  
von 2 Feldoperatoren. Solange wir die nicht haben,  
schreiben wir zwischen gruppentheoretischen Leitbegriffen.

Wenn wir diese Vakuumerwartungswerte haben  
(als  $2 \times 2$  reihige Matrizen), so gibt es das hebe ich  
mir in zwischen überlegt - die Tamm - Dancoffmethode  
einen geradezu idealen Formalismus für die Berechnung  
der Massen ab. Ideal deswegen, weil man in dieser  
Methode <sup>gerade</sup> die Vakuumerwartungswerte der  $S_F$ -funktion  
und nur diese braucht. Man bekommt die Eigen-  
wertgleichungen unmittelbar als <sup>Spin- und</sup> Dispersiongleichungen  
geliefert, da sich die  $\tau(x, \alpha\beta)$ -funktionen ja

wieder zu besprechen wie in der früheren Besprechung.

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

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

Für heute viele Grüße!

Dein V. Krienberg