

Archiv von Heisenbergs Briefen

von: Werner Heisenberg

an: Pauli

Datum: 25.12.1955

Stichworte: Maximale, minimale Forderungen an Teilchentheorie:
Unitarität, Lorentzinvarianz, Kausalität

Ursprung: Pauli Archiv in Genf

Kennzeichen im Pauli Archiv in Genf: heisenberg_0017-1505r

Meyenn-Nummer: 2219

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. 12. 55.

Merkelstr. 18

NACHLASS
PROF. W. PAULI ^{1/534}

Lieber Pauli!

Hab vielen Dank für deinen Brief, der mir eine sehr gute Grundlage für weitere Diskussionen zu bilden scheint. Zunächst eine Vorrede; sind wir uns über folgende Punkte einig?

Die richtige Theorie der Elementarteilchen ist das in einem Gebiet zu suchen, das zwischen zwei Grenzen liegt, die durch eine Maximal- bzw. Minimalforderung definiert sind. Die Maximalforderung entspricht der normalen lokalen Theorie u. lautet also:

- Es gibt einen Operator für die Transformation $t \rightarrow t + dt$
 Dieser ist A 1.) Unitär ($= e^{iHdt}$)
 (d.h. die Transformationsfunktion ist invariant)
 2.) Lorentzinvariant (um genau selbes)
 3.) Kausal (d.h. Vorkausalschutz der Feldoperatoren für causale Abstände).

Das ist also einfach die alte Theorie, die wir 1930 versucht haben u. die von den Renormierungstheoretikern bis vor kurzem für möglich gehalten wurde.

Die Minimalforderung lautet:

Es gibt eine S-Matrix; diese ist

- B 1.) Unitär
 2.) Lorentzinvariant (in voller Strenge!).
 3.) Kausal (d.h. „mikroskopisch“ kausal).

Von der Erfüllbarkeit der Minimalforderung bin

ich fest überzeuge, dass sie m. F. einfach aus der
Befahrung folgt. Dass B 1.) u. 2.) gleichzeitig befriedigt
werden können, kann ja schon aus den Rechnungen vom
Jahre 43 heraus. Die Konsistenzforderung B 3.) (Hückelberg
u. Fierz) kann später dazu und man kennt ihre
mathematische Formulierung leider noch nicht genau.
Ich hoffe, sie wird sich bald aus den Ansätzen von
Goldberger u. Bohme, vielleicht auch aus Arbeiten von
Krag in Kopenhagen ergeben. Es werden sich meiner
Überzeugung nach keine Schwierigkeiten bei der Befriedigung
von B 3.) ergeben, da es ja auch in der Befahrung keine
gibt [d.h. die empirischen S.-ketten erfüllen ja schon
von selbst
die Forderungen B 1) bis 3.)].

Die wirkliche Theorie wird also irgendwo zwischen
den beiden Grenzen liegen müssen und ich fasse meine
Bemerkungen über die Lorentzinvarianz so auf, dass
du die Forderung A 2), nicht über B 2) fallen lassen
wirst. (Solltest du aber wirklich B 2) meinen, so würde
ich auf schärfste protestieren).

Die vielen verschiedenen Arbeiten über den letzten Jahre
lassen sich ganz gut klassifizieren, wenn man ihre
Stellung zu den Forderungen A u. B als Kriterium
nimmt. Z.B. wollen Kristensen u. Höller offenbar
A 1.) ^{u. A 2)} beibehalten, über A 3) ~~u. B 3)~~ aufgeben. Hückelberg
scheint zu denken, dass B 3) auch A 3) nach sich

nicht, d.h. dass eine Vereinfachung von A3) auch B3) unmöglich macht, und du scheinst diese Meinung (als Vermutung konkreter Lehren) zu teilen. Meine eigenen Schritte, sowohl die früheren wie die letzten drei, laufen darauf hinaus, dass man A1) u. A3) aufgeben, aber A2) beibehalten sollte. Du betonest in deinem Brief energisch, dass man A1) auf jeden Fall beibehalten müsse (warum eigentlich?), aber A2) aufgeben solle. Ich selbst hätte bei A2) am wenigsten den Mut, Änderungen vorzuschlagen, da ich keine mathematischen Möglichkeiten dafür sehe, würde aber jeden guten mathematischen Vorschlag dafür sehr ernsthaft prüfen.

Deine und Källén's Arbeit habe ich als Hinweis darauf aufgefasst, dass ^{erstens} die Forderungen A1) bis 3) nicht gleichzeitig erfüllt werden können, und dass ^{weiters} - hier wirst du protestieren - A1) wohl nicht aufgegeben werden muss. Natürlich hast du auch Recht mit der Feststellung, dass in keinem Falle aus der Aufgabe von A1) auch die Aufgabe von B1) folgt, was natürlich nicht zutrifft ist. Aber es wird ja immer so sein, dass man, wenn man eine der A-Forderungen fallen lässt, auch die entsprechende B-Forderung

aufgibt, oder man nicht besonders vorsichtig
vorgeht. In jeden Fall bleibt also die Frage: hat
man die A-Forderung so vorsichtig aufzugeben, dass
die entsprechende B-Forderung dabei unverletzt bleibt?
Ich sehe auch a priori keinen Grund, warum das bei ^{abspillen} einem
der drei Forderungen gelten gehen sollte als bei den zwei
anderen. -

Källéns neue Arbeit habe ich gesehen, kann aber nicht
Abmild damit anfangen. Ich verspreche mir mehr davon,
zunächst beim Lee-Modell die erweiterte Lehmann-S.-Z.-
formalisierung (mit Geistern) mit der Störungstheorie zu
vergleichen. Man wird daraus etwas über den Verteilungssatz
der Störungstheorie lernen, was denn auch für die
Qu. El. Dyn. in Folgerungen führt. Diesen Zusammenhang
mit dem Integral $\int \frac{dz}{(z-z_1)} h(z)$ will immer mehr nachgehen.

Meine beiden Briefe an Kite hast du wohl gelesen.
Ich sehe jetzt einen klaren Weg, wie man zur Entscheidung
seiner Frage über den Z-Wert kommen kann, aber leider
gehört dazu einige wirklich komplizierte Rechnerei, wobei
die Chance zu neuen Rechenfehlern zunächst beliebig hoch
ist. Diese Kompliziertheit ist ja überhaupt ein Grundübel
der heutigen Feldphysik. -

Alles Gute für das neue Jahr u. für Ihren
Aufenthalt in Princeton (mir bittet Götterheim u. Wheeler!)

Dein V. Weisberg