

Archiv von Heisenbergs Briefen

von: Werner Heisenberg

an: Pauli

Datum: 22.03.1935

Stichworte: Bericht über Diskussion mit Bohr über Euler und Kockels, Theorie der Licht an Licht Streuung, Aussicht auf einheitliche Feldtheorie für Elektronen und Lichtquanten

Ursprung: Pauli Archiv in Genf

Kennzeichen im Pauli Archiv in Genf: heisenberg_0017-087r

Meyenn-Nummer: 405

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.

Leipzig 22. 3. 35.

NACHLASS
PROF. W. PAULI

Lieber Pauli!

Ich möchte die eingeschlafene Korrespondenz wieder zu beleben und um
meiner alten Gewohnheit hier zu bleiben, unklare Gedanken durch
Briefe an dich zu verbessern, will ich die ausführlicher schreiben.

In den Ferien war ich acht Tage mit Born zusammen und
sprach mit ihm ausführlich über die Lörchertheorie und die Resultate
von Inles u. Kochel. Das Ergebnis war etwa folgendes: In der bisherigen
Theorie war es nie zu verstehen, warum in der Natur nicht
ein beliebig kleiner Wert von $\frac{e^2}{hc}$ realisiert ist; denn alle bisherigen
Born'schen Rechnungen funktionierten immer besser, je kleiner $\frac{e^2}{hc}$ ist. Dies
ist nach Inles-Kochel in der Lörchertheorie etwas anderes, denn es
gibt jetzt zwei Abänderungen von der Maxwell'schen Theorie, die ver-
glichen werden können: erstens die durch die Parameterziehung bedingte
(G.-K.), zweitens die mit der endlichen Selbstenergie ver-
knüpfte Abänderung von der ^(qualitativ: Born-Finfeld) Linearität. Wäre $\frac{e^2}{hc}$ beliebig klein,
so wäre die erste Abänderung der Maxwell'schen Theorie
beliebig groß gegen die zweite. Es scheint verminpfig, die
beiden Abänderungen als prinzipiell identisch anzusehen, voraus
die tatsächliche Größenordnung von $\frac{e^2}{hc}$ verständlich wird. Künftig

NACHLASS
PROF. W. PAULI
22.3.37

man diesen Gedanken weiter, so sieht es sehr so aus, als habe $\frac{e^2}{tc}$ schon viel mit dem Problem der Selbstenergie zu tun; das würde wohl heißen, dass die Existenz eines Elektrons nicht, wie es bisher glaubte, die fundamentale Lösung der künftigen Theorie sein wird.

Dazu hat es mir noch einiges andere vorschlägt: Man kann die bisherige Löchertheorie in einer eigenartigen Weise umformen, wenn man die mehrfach besprochene Gleichung:

$$(1) \quad \mathcal{O}_e(\psi) = \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \frac{3c}{16\pi e} \int_{\alpha'k'}^{\beta'k''} (\psi + \mathcal{R}k) R(\psi'k') \psi(p'\epsilon) d\psi'$$

(und die entsprechende für die Feldstärken) benutzt. Man kann nämlich in der Hamiltonfunktion die Potentiale und Feldstärken durch ihre Ausdrücke (1) ersetzen und hat dann das eine Schrödingergleichung zu lösen, die nur die Elektronen enthält als Variablen enthält, aber nicht mehr die Lichtquanten. - Ich habe mich davon überzeugt, dass, wenn man in der bisherigen Löchertheorie die Schrödingergl. bis zur 1. Näherung in $\frac{1}{tc}$ (inclus.) ^{durch Störtheorie} löst, die Anwendung der linken und rechten Seite von (1) als Operatoren auf die Schröd.funktion dasselbe ergeben. - Die Lösung dieser neuen Hamilton-gleichung, die nur Elektronenvariable enthält, ergibt sich also

entfernt aus der früheren Schröd. funktion, indem man die in
 einer bestimmten Lichtquantenwahl (M_{kl} in der bisher. Theorie) (z. B. Anzahl Null)

gehörigen Teile dieser Funktion herausgreift. Man kann also
 von der neuen gesuchten Schrödingerfunktion fordern, dass sie

nicht nur die ^{Schröd.} Hamiltongleichung befriedigt, sondern dass

auch der Operator $\int (E - H) \psi dV$ auf sie angewandt eine Konstante,

(z. B. die Nullpunktsenergie der Strahlung) ergibt. Kennt man

die Schröd. funktion ψ für die Lichtquantenzahl $0 (M_{kl} = 0)$,

so kann man sie vermutet für gl. (1) sofort für alle

anderen Werte der M_{kl} anselchen. Eine Lösung des neuen

Problems löst ^{n. umgekehrt} ψ also stets in einer Lösung des alten

zustand. Interessant ist nun, wie sich in dieser neuen

Sprache der Zustand ausdrückt, der der Existenz eines einzigen

Lichtquants (^{von Impuls \mathcal{P}}) im sonst leeren Raum entspricht. Die Lösung

der Schrödingergl. lautet in erster Näherung so: Das Schrödinger-

funktional verschwindet überall, ausser an den Stellen, wo ein

Paar der Impulssumme \mathcal{P} vorhanden ist. Und was ist (bis

auf einen Faktor, der noch von den Polarisationen abhängt

n. in dessen Ansatzung ψ geht ein) etwa

$$\psi(00 \dots 10; 01 \dots 0) \approx \frac{\text{const}}{\sqrt{\mathcal{P} (p_0 + k(\mathcal{P} - y)_0 + \mathcal{P})}}$$

^{Blatt.}
^{Posit.}

y
 $-y + \mathcal{P}$

Man kann sich leicht davon überzeugen, dass ein solcher Ausdruck die
Lösungen befriedigt und zur Energie P_0 und zum Impuls P
führt. Die so umgeschriebene Lichttheorie ist also sehr genau
die Durchführung des de Broglie - Jordan'schen Programms, nur
mit dem Unterschied, dass man die Teilchen nicht Materios
sondern eher Elektronen nennen wird.

Diese Theorie ist insofern abenteuerlich, als die Hamilton-
funktion noch eine ziemlich komplizierte, indisintegrable Form
hat. Wenn man davon absieht, so öffnen sich doch auch einige
erfreuliche Aussichten: Erstens sieht man die Möglichkeit einer
prinzipiell einheitlichen Theorie, in der nicht zwei verschiedene
Lösungen vorkommen. Man erkennt, dass eine Hamiltonfunktion,
die nur ein Feld enthält, aber in dessen Dichtetermination quadra-
tisch ist, prinzipiell zwei verschiedenenartige Lösungstypen besitzt,
die man als Elektron u. Lichtquant interpretieren kann.
Hier scheint mir auch die mögliche Begründung dafür, dass
das einzelne Teilchen (Elektron od. Lichtquant) nicht eine
triviale Lösung sein kann: Es müssen aus der Theorie
je zwei Teilchenarten (El. Lichtq.) hervorkommen, die können
nicht beide triviale Lösungen sein; davon ist es wohl

besser, dass keine einheitliche Lösung ist.

Die Störungstheorie mit dieser Umformulierung der Lörtheorie ist nicht genau der bisherigen Störungstheorie äquivalent. Denn da man beim Umschreiben der Kern-funkt. exakte Relationen (die Gl. (2)) verwendet hat, werden die Näherungen anders aussehen als bisher. Dem entspricht auch, dass eine Entwicklung nach e in dieser Umformulierung kaum sinnvoll ist. e kommt nämlich in der Hamiltonfunktion gar nicht mehr explizite vor. Ich will einmal untersuchen, wie die Frage nach der Selbstenergie des Elektrons in dieser Theorie aussieht.

Diese ganze Rechnung hat mich doch wieder in dem Glauben bestärkt, es müsse eine einheitliche Feldtheorie geben, charakterisiert durch eine Hamiltonfunktion, die von einer Diracmatrix quadratisch abhängt; und in dieser Theorie müssten Elektron u. Lichtquant verschiedenartige nichttriviale Lösungen der Gleichungen sein. --

Ich habe eigentlich vorhin schon etwas Neues herausgefunden über den Skandal der relativistisch falschen Selbstenergie? Ich finde, man muss unbedingt ^{untersuchen} ~~überprüfen~~, warum die bisherige Theorie überhaupt eine relativ. falsche Selbstenergie liefert.

Luft sein er kann nicht sein. Bei Oppenheimer soll
eine erste Näherung zum Selbsteffekt gerechnet werden
sein. - Denn wird man ihn dort nochmal sehen müssen. -

Viele Grüße, auch an deine Frau, und
schreib mal wieder!

Dein
F. Kleinberg.