

## **Archiv von Heisenbergs Briefen**

von: Werner Heisenberg

an: Pauli

Datum: 23.05.1936

Stichworte: Vorschlag, das Flüssigkeitsmodell der Kerne quantentheoretisch mithilfe Debyescher Funktion zu begründen, Suche nach nichtlinearer, relativistisch invarianter Wellengleichung ohne Naturkonstanten

Ursprung: Pauli Archiv in Genf

Kennzeichen im Pauli Archiv in Genf: heisenberg\_0017-095r

Meyenn-Nummer: 428

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.

23. 5.

(2. lag unter 7936)

PLC 0017, 095 r

NACHLASS  
PROF. W. PAULI

Lieber Pauli!

Seine Ansichten über die Kernteile ist im Grunde durchaus die einzige etwas interessantere Gegend der Kernphysik ist die von Uhlenbeck-Koropinski. Leider ist aber gerade bei den kontinuierl.  $\beta$ -Spektra des empirischen Bereich recht schlecht. Ich habe hier einen Chinesen, der sich überlegen soll, ob man die Uhl.-Kon. Beschreibung überhaupt relativistisch invariant formulieren kann. Es ist nämlich, bei Annahme der U-K. Beschreibung, nicht mehr  $\psi$  und  $\psi^*$  kanonisch konjugiert, sodass ähnliche Schwierigkeiten auftreten können, wie bei Dir und Weisskopf. Uhl.-K. haben diesen Punkt gänzlich ignoriert. Aber viel wird da auch nicht herauskommen. Eine andere Frage der Kernphysik, die zu behandeln sich doch wohl lohnen würde, wäre: wie kann man das Modell der Flüssigkeit quantentheoretisch anders als nach Methode von Thomas-Fermi behandeln. Mir schwebt so etwas vor, dass man die übliche Funktionen  $G(\rho, \sigma)$  (Vollständigkeit, ein Atom in  $\sigma$  zu finden, wenn man weiß, dass eines in  $\sigma'$  ist) explizite einführen soll. -

Bohrs Aufsatz schien mir im Besonderen richtig,

aber auch nicht sehr anregend.

Zu den eigentlichsten physikalischen Beispielen gehört wohl, dass die Arbeit von Shankland inzwischen durch Botke abgelehnt ist. Botke hat die theoretischen Konsequenzen richtig gefunden. Auch der von Dirac inaktuell publizierte Blochsinus, der ja nur durch die begehrtliche Beschränkung an allen Quantenelektrodynam. zu entschuldigen war, ist damit erledigt.

Zu Bezug auf die An. Gl. Dyn. bin ich übrigens ~~stets~~ fiktiv, im Gegensatz zu früher, überzeugt, dass die ~~ersten~~ die schweren und die leichten Massen nicht getrennt behandelt werden können, was du ja auch wohl meinst; dass <sup>ferner</sup> ~~eben~~ eine Theorie für den Limes  $m \rightarrow 0$  existieren sollte, in der überhaupt keine Naturkonstanten mit Dimensionen (außer  $c$ ) vorkommen. Das einfachste derartige ~~Typus~~ einer solchen nichtlinearen Feldertheorie ohne Naturkonstanten wäre im Anschluss an Dirac und Dirichlet's Arbeit die Gleichung

$$\square \psi = \lambda \psi \psi^* \psi.$$

$$[\pi_p \psi_{p'}]_- = i \delta_{pp'}. \quad (\psi \text{ Dim cm}^{-1}; \quad \pi \text{ cm}^{-2}).$$

$\lambda$  ist hier eine reelle Zahl, die den Typus der Lösungen entscheidend bestimmt und die durch keine Ähnlichkeitstransformationen vorgebracht werden kann. Es lautet hier natürlich die Frage auf, ob es

etwa einen bestimmten Zahlwert von  $\lambda$  gibt, für den die Lösungen besonders einfach werden. Leider hat die oben angegebene Gleichung wegen der Selbstenergieschwierigkeiten keinen vernünftigen Sinn. Geht man aber wieder zur wirklichen Theorie mit den Elektronen u.ä. über, so kann man ablesen: angenommen, es gäbe eine Theorie für Elektronen + Strahlung, ohne Protonen, Neutronen, Neutrinos etc. etc. und es sei ferner in der oben skizzierten Weise  $\frac{e^2}{\hbar c} = 1$  bestimmt, so würde das Hinzufügen neuer Teildien, die mit den alten verwickeln, alles zerstören, weil sie den Lösungstypus wieder verändern würden. Also muss in der Theorie für  $m \rightarrow 0$  der ganze Teilchen-salat (Elektronen, Neutronen, Protonen, Fermionen) enthalten sein, man kann dieses Argument auf die einfachste Form bringen: die Theorie der Elementarteilchen ist nicht linear, man kann also nicht Lösungen superponieren, daher auch nicht zuerst eine Theorie für Elektronen, dann für Neutronen machen und schließlich zusammensetzen. In der endgültigen Theorie muss also  $\frac{e^2}{\hbar c}$  und Fermis Konstante  $g$  <sup>(auf ein mal)</sup> bestimmt werden. Begegnen wäre eine Festlegung des Massenverhältnisses erst eine spätere Folge, mit der man sich in beschäftigen hat, wenn

man den Limes  $m \rightarrow 0$  wieder verliert. Man könnte  
bei dieser Sachlage daran denken, dass die Natur vielleicht  
die Selbstenergieschwierigkeit in folgender raffinierten  
Weise überwinden hat: Bei je einer Theorie: Elektron + Strahlg.  
divergiert die Selbstenergie wie  $\int dk$ , fügt man die Positronen  
hinzu, so divergiert sie nur noch wie  $\int \frac{dk}{k}$ , fügt  
man nun auch die Neutrinos u.s.v. hinzu, so konvergiert  
sie wie  $\int \frac{dk}{k^2}$  (???). Aber natürlich sind dies Phantasien.  
Im Gegensatz zu diese möchte ich aber zusammenfassend  
behaupten: Das Problem der Elementarteilchen ist ein  
mathematisches, nämlich einfach die Frage, wie man eine  
nichtlineare, relativistisch invariante und quantisierte  
Wellengleichung <sup>(ohne irgendwelche Naturkonstanten)</sup> konstruieren kann. Es scheint mir nach  
dem obigen Argument über die Selbstenergie nicht  
unplausibel, dass man schon ein ziemlich reichhaltiges  
Teilchenarsenal braucht, um alle Bedingungen  
einer solchen Theorie zu befriedigen.

Das Manuskript über die Divergenz  $\frac{dV}{V}$  schicke  
ich dir, sobald ich durch die Rechnungen von Fierz  
sehe, dass nicht noch unvorhergesehene Schwierigkeiten  
auftreten. Fierz scheint mir sehr tüchtig, obwohl er  
bisher stets mehr Schwierigkeiten als Lösungen derselben  
findet; er kann trotzdem ziemlich viel. Wie lang er

~~Wenn dem Kaiser nicht wieder verläßt hier bleiben~~  
will, wenn er selbst nicht, so will die im nächsten  
Brief mehr über die Frage Feuer schreiben.

Ob er nach Kopenhagen fahre, ist noch unklar,  
ebenso ob er an einem Kongress teilnehmen kann.  
Einerseits bin ich kongressmüde und hab nicht viel  
Lust, Physik <sup>(in größerem Kreis)</sup> zu diskutieren, andererseits & werde ich  
vermutlich schon vom 1. 7. ab als Referent in Reichshall  
einrücken. Aus diesem Grund hab ich die Sommer-  
Lernzeit in Bonn schon aufgegeben und werde vermutlich  
auch die Teilnahme an der Heurathfeier abgeben.  
Vollericht treffen wir uns aber noch mal, vor ich  
neken fände, als Kongresse, deren Überschrift naturgemäß  
nicht lauten kann: Nichts gewisses weiß man nicht.  
Ich würde vielleicht gern eingehend mit dir über Physik  
reden.

Viele herzliche Grüße, auch an deine Frau

Dein

W. Heisenberg.