

## **Archiv von Heisenbergs Briefen**

von: Werner Heisenberg

an: Pauli

Datum: 31.10.1936

Stichworte: Feldtheorie mit von Neumannscher Mathematik

Ursprung: Pauli Archiv in Genf

Kennzeichen im Pauli Archiv in Genf: heisenberg\_0017-100r

Meyenn-Nummer: 437

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.

31. 10. 36!

NACHLASS  
PROF. W. PAULI

PLC 0017, 100 r

Lieber Pauli!

Inzwischen habe ich die Neumannsche Mechanik verstanden und versucht, den von dir erwähnten Gedanken Neumanns einen bestimmten Sinn zu geben. Da mir noch vieles unklar ist, schreibe ich dir und hoffe, dabei oder nachher aus deiner Antwort etwas zu lernen. Als konkreter Beispiel habe ich mir zunächst den Fall eines Elektrons im äußeren Kraftfeld überlegt, bei dem man sich für die Spinrichtung nicht interessiert, bei dem also die Wahrscheinlichkeit für Rechts- oder Linksspin  $\frac{1}{2}$  ist. Es scheint mir in diesem Fall vernünftig, statt  $P(q' k' | q'' k'')$  ( $k$  Spinindex) die Spalte von  $P$  über die Spinindizes  $\bar{P}_{q'q''} = \sum_{k'} P(q' k' | q'' k')$  zu betrachten. Für diese neue Matrix gilt wieder  $\text{Spur } \bar{P} = 1$ ; im Gegensatz zu deinem Brief möchte ich diese Relation auf jeden Fall retten, denn ich glaube nicht, dass man ohne diese Relation irgendeine konvergente Mathematik zur Wertbestimmung auffinden kann. Ferner gilt, solange  $H$  nicht vom Spinindex  $k$  abhängt, 
$$\frac{d}{dt} \bar{P} = -(\bar{P}H - H\bar{P}).$$
 Wenn  $H$  vom Spinindex abhängt, so kann man

nachrichtlich nicht verlängern, dass die Matrix  $\bar{P}$  eine Beschreibung  
des Systems anzeigt, denn durch  $H$  wird in Lauf der  
Zeit eine Polarisierung des Elektronenstroms einleiten.

In erster Näherung (sehr geringe Polarisierung) geht auch  
denn noch

$$\dot{\bar{P}} = -(\bar{P}\bar{H} - \bar{H}\bar{P}),$$

wobei  $\bar{H}$  den Mittelwert von  $H$  in Bezug auf den Spin-  
index darstellt.

Bendet man dies auf die Feldtheorie an, so scheint mir,  
dass man vielleicht hoffen darf, dass der Zustand des  
Systems durch eine Matrix  $\bar{P}$  dargestellt wird, die  
mit von endlich vielen Freiheitsgraden abhängt und  
für die:  $\text{Spur } \bar{P} = 1$  gilt. Für dieses  $\bar{P}$  müsste es  
dann eine Gleichung vom Typus  $\dot{\bar{P}} = -(\bar{P}\bar{H} - \bar{H}\bar{P})$   
geben, die die zeitliche Änderung bestimmt und die  
insbesondere auch für die <sup>oder Verminderung</sup> Erhöhung ~~der~~ Anzahl der  
Freiheitsgrade sorgt, wenn die Teilchenzahl sich  
vergrößert oder verringert. Es scheint mir nicht unmöglich,  
so etwas zu hoffen. Die Methode, die man denn  
etwasse, würde der alten von Landau u. Peierls ver-  
wendet sein.

Gegen diese Hoffnung bestehen aber auch viele Bedenken.  
 Erstens ist es bei näherem Zusehen klar, dass man  
 innerhalb der bisherigen Theorie damit ~~den~~ keine  
 der bekannten Schwierigkeiten vermeiden kann. Denn die  
 Wechselwirkung zwischen Teilchen normaler Energie u. solchen  
 beliebig hoher Energie wird wie bisher alles zerstören.  
 Zweitens scheint es mir unerlaubt, so einfache Annahmen  
 wie etwa: für  $k > k_0$   $v(\frac{1}{2}) = v(\frac{1}{2}) = \frac{1}{2}$  zu machen;  
 denn wenn man weiß, dass der Raum beliebig dicht  
 mit Elektronen u. Positronen besetzt ist und was ~~das~~  
~~das~~ mit echten realen ~~den~~ Teilchen, die man auch durch  
 Substitutionshypothese nicht mehr bekommen kann.

Bevor man hier weiterkommt, wird man jedenfalls  
 die fundamentale Länge der Schwerkrafttheorie in einer  
neuen Weise in der Formulierung einbringen müssen.

Es würde mich interessieren, zu wissen, ob Sie die  
 den Worten des Neumannschen Gedankens wesentlich anders  
 vorstellt; bist Sie mit dem Gedanken, dass man  
 stets mit endlich vielen Freiheitsgraden arbeiten soll,  
 einverstanden? Laut wird es nicht klappen!

Viele Grüße  
 Helm V. Heisenberg.