

Archiv von Heisenbergs Briefen

von: Werner Heisenberg

an: Pauli

Datum: 19.12.1953

Stichworte: Quantenbiologie, Ideen zur Spinortheorie,
"Glättungsannahme" für einen Teil des Hilbertraums

Ursprung: Pauli Archiv in Genf

Kennzeichen im Pauli Archiv in Genf: heisenberg_0017-1355r

Meyenn-Nummer: 1691

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 19.12.13.

- 1 -

PLC 0017, 1355 r

NACHLASS 6/245
PROF. W. PAULI

Maxfeldstr. 18

(6 Seiten)

Lieber Pauli!

Mit dem kritischen Teil deiner Bemerkungen über Biologie bin ich durchaus einverstanden. Lieber kommt ein grosser Teil der Missverständnisse zwischen den „Erbbiologen“ u. den „Vitalisten“ durch das Kopfen am Kausalbegriff, von dem nicht eben auch die Gegner des Neo-Darwinismus nicht freimachen können. Ein interessantes Beispiel davon ist das Büchlein von Lorenz, „Beständigkeit unter Tieren“, das im „Internationalen Forum“, Fontana Verlag Zürich erschienen ist u. ein Schlusskapitel: „Vitalismus als Forschungshemmnis“ enthält. Obwohl Lorenz eine mir im ganzen sehr zusagehafte Stellung zu unseren Problemen einnimmt, hat - von ihm stammt auch der Gedanke, das Kant'sche a priori als ein dem Menschen „angeborenes Schema“ im biologischen Sinne zu interpretieren - so kämpft er doch leidenschaftlich gegen sich selbst um Vitalismus, weil er sich gar keine andere Fragestellung als die kausale vorstellen kann.

Der positive Gegenvorschlag des „sinnvollen Zufalls“ (ein Begriff, der übrigens sehr dicht beim „Wunder“ der

katholischen Kirche steht!) ist natürlich viel gefährlicher;
z. B. bezweifeln wir, ob Bohrs Theorie wäre, da mitzumachen.
Ich selbst bin eigentlich dazu bereit, möchte aber ein
neue erkenntnistheoretische Fragen anschließen: die Entwicklung
des Lebens auf der Erde ist, zum mindesten für uns,
ein einmaliges historisches Ereignis. Über das Einzelereignis
bei der Entstehung sagt klassisch die Quantenbiologie fast nichts
aus; wir können uns dann nicht darüber wundern, dass
wir ^{unsere} Welt ~~das~~ eben eine bestimmte von unendlich vielen
möglichen Welten ist. Nehmen wir an, dies sei so; was
sagt denn das Wort „sinnvoll“ aus? Ist es nicht nur
eine von uns neugierig vorgenommene Interpretation,
eine Art geistige Anpassung an das Geschehene? Wenn
man aber annimmt, dass dieser Sinn doch auch statistische
Serien verändern könnte (also doch mit physikalischer
Fregstellung untersucht werden könnte), hat man denn
nicht den Fehler des alten Vitalismus wiederholt,
den eine Lebenskraft als physikalische Kraft definieren
wollte? Ich neige also eher dazu, die statistischen
Serien für physikalisch nichtig beschreibbar zu halten,
ähnlich wie ja auch in der Quantenmechanik die

klassische Physik doch zu selten scheint, so man sie
 direkt nachprüfen kann. Die, sinnvollen Zusammenhänge
 wären dann in Analogie zur Interferenz der Wahrscheinlich-
 keit gesetzt. Aber dabei ist mir bisher noch die Bedeutung
 des Wortes „Sinn“ unklar. Th. Litt meint (in „Naturwissenschaften
 .. Menschenbildung“), dass man zu einer gegebenen der mathem.
 Naturwissenschaft wesentlich neuen Betrachtungsweise (z.B. des
 Lebensphänomens) erst kommen könnte, wenn man bereit sei,
 auf allgemein gültige Aussagen zu verzichten. Es geht also
 (in unserer Sprache); das Streben nach allgemein gültigen
 Aussagen steht in komplexem Verhältnis zum beständigen
 des „Besens“ des Lebens. Aber Litt ist in diesen Fragen wohl
 nicht sehr kompetent, jedenfalls muss man die Beur-
 wertung der Quantentheorie kritisch fern d sein. Dies
 alles ist sehr „in Kurze“ gedacht u. sollte uns
 unsere Diskussion, die mich sehr interessiert, fortsetzen.

Nun noch ein paar Sätze zur Physik. Ich bin
 in den Rechnungen, die ich die meiste in Zürich machte,
 noch ein grosser Stück weiter gekommen. Insbesondere
 habe ich ein spezielles Beispiel, nämlich die Gleichung

$$\gamma_{\mu}^{\alpha\beta} \frac{\partial \psi_{\beta}}{\partial x_{\mu}} = c^2 \psi_{\alpha} (\psi_{\alpha}^+ \psi_{\alpha})$$

genauer durchgerechnet. Es hat sich dabei herausgestellt, dass

letzendlich keine Divergenzschwierigkeiten auftreten: In der niedrigsten Näherung ($N=1$) erhält man für das leichteste Spinor teilchen die Masse 0 , in der Näherung $N=3$ wird diese Wert von durch die Polarisation des Vakuum verändert und die Masse des leichtesten Spinor teilchens (Spin $\frac{1}{2}$) scheint (vorbehaltlich möglicher Rechenfehler) bei $\mu \approx 5/c$ zu liegen. Die Frage, ob es ein stabiles Boson teilchen gibt, kann man leider wohl erst entscheiden, wenn man bis $N=6$ geht, was allerdings kompliziert ist. Es sieht bisher nicht so aus, als ob die Masse des leichtesten Spinor teilchens sich noch radikal verändern würde, wenn man zu $N=5$ oder $N=7$ geht, aber beweisen kann ich die Konvergenz des Verfahrens im Augenblick noch nicht.

Zur Philosophie des ganzen Verfahrens möchte ich noch folgendes sagen: Bei der Quanten Theorie der Vektorfelder stößt die Quanten Theorie mit den Eigenschaften des Kontinuums zusammen. Mathematisch gibt es bekanntlich Funktionen pathologischer Art, etwa solche, die für alle rationalen Werte aller Koordinaten 1 sind und sonst 0 sind. In der klassischen Physik braucht man auf diese Funktionen keine Rücksicht zu nehmen, da man die physikalischen Funktionen durch glatte mächtige Beziehungen z.B. Differentialgleichungen, definiert, die pathologischen Funktionen also ausschließt.

Auch in der Quantentheorie ~~linearer~~ ^{aller} ~~Systeme~~ ^{Systeme} sieht das noch einigermassen, weil diese Theorie ebenso dicht an der klassischen Theorie liegt, wie die Quantentheorie des harmonischen Oszillators an seinem klassischen Vorbild.

Im Allgemeinen aber geht das nicht, weil in der Quantentheorie nicht nur die ~~schon~~ ^{schon} vorhandenen sondern auch die möglichen Funktionen ^{in die Betrachtung} entscheidend ~~ein~~ ^{eingehen}. Man ist also gezwungen, sich irgendwie mit den unphysikalischen ~~bedeutung~~ ^{bedeutung} der pathologischen Funktionen auseinanderzusetzen. Daher im Allgemeinen die Divergenzen.

Das ist versucht, ist eine Art 'Glättungsannahme'. Ich teile den ganzen Hilbertraum ein in zwei Teile: Teil I umfasst alle Zustände, bei denen die Gesamtmasse des Systems kleiner als eine sehr grosse Masse M_0 ist, Teil II alle übrigen. Für die Beschreibung der pathologischen Funktionen braucht man nicht den Teil II, dagegen wird das Verhalten der Funktionen 'im Grossen' durch Teil I allein beschrieben. Man behält ~~in~~ ⁱⁿ die normale Quantentheorie im Raum I bei. Die Zustände im Raum II aber werden physikalisch nie angeregt; es genügt also, die Zustände des Raumes II nur als virtuelle Zwischenzustände zu betrachten, und alles, was man davon wissen muss, ist im Erwartungswert der ~~besten~~ ^{besten} ~~Erwartungswert~~ ^{Erwartungswert} der ~~besten~~ ^{besten} ~~Erwartungswert~~ ^{Erwartungswert} Funktion enthalten; die Zustände des Teiles II liegen nur zum Verhalten dieser Funktion in der unmittelbaren Nachbarschaft des kritischen Zeitpunkts bei.

Wenn man die Vertauschungsfunktion so festsetzt, wie ich
 das getan habe, so erklärt man dadurch den Teil II nur
 zu einem symbolischen Hilbertraum, den es nicht wirklich
 gibt; denn man müsste ja imaginäre Messen einführen,
 um die Regularisierung zu erhalten, so wie Sie es mit
 Volker beschrieben hat. Aber Teil II ist eben gar kein echter
 Hilbertraum mehr, weil seine Zustände nicht mehr
 angeregt werden können (das ist prinzipiell wichtig!), und
 demzufolge hat man die unregulierten Funktionen sofort „geplättet“,
 dass das mathematische Schema sinnvoll wird. Für den
 Raum II gilt also die Quantenmechanik eigentlich nicht
 mehr, aber das macht nichts, weil das physikalische
 Kontinuum, in dem die Wellenfunktionen definiert sind,
 genügt mehr die Mächtigkeit des mathematischen Konti-
 nuums hat. Natürlich kann man die Grenze M_0 beliebig
 beliebig hoch machen, sie kommt in den Formeln nicht
 mehr vor.

Auch der prinzipielle Unterschied der renormierten Theorie
 mit schwacher Wechselwirkung u. der anderen ist hier leicht
 zu verstehen. Bei der ersteren kommt es nicht sehr darauf an,
 wie die Funktionen sich im Kleinen verhalten, ob sie z. B.
 im Kleinsten sägezahnartig verlaufen oder nicht, hier kann
 man noch ohne „Glättung“ auskommen; bei der Theorie mit
 grosser Wechselwirkung wird die Theorie erst durch die Glättung
 definiert. -

Lover? für heute. Ich würde Sie ein schönes Weihnachtsfest,
 ein gutes Neues Jahr u. eine angenehme Reise nach Amerika!

Dein V. Weissberg