

## **Archiv von Heisenbergs Briefen**

von: Werner Heisenberg

an: Pauli

Datum: 07.10.1933

Stichworte: Magnetische Momente der Kerne und des Neutrons,  
Kern-Flüssigkeit, Plancks Philosophie

Ursprung: Pauli Archiv in Genf

Kennzeichen im Pauli Archiv in Genf: heisenberg\_0017-059r

Meyenn-Nummer: 325

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.

7. Oktober 1933. NACHLASS  
PROF. W. PAULI

Lieber Pauli! - Vielen Dank für deine beiden Briefe, deren  
 Beantwortung sich mir längere hinausgezogen hat, als beabsichtigt  
 war. Du müsstest zuerst deine Fragen der Reihe nach beantworten:  
 Wenn man die empirische Tabelle der Kernmomente ansieht,  
 so sieht man, wie Fermi und Egge betont haben, auf die  
 allgemeine Regel, dass Kerne mit ungerader Ladung und hence  
 ein Moment der Größenordnung  $2,5$  Prot. Neutronen haben, welche  
 aber etwa ebenso groß, wie nach dem Wert des Prot. Neutronen  
 die Kerne gleicher Ladung und ungerader Masse haben, ein  
 sehr viel kleineres Moment mit beschränktem Vorzeichen.  
 Gibt es nun dieses Material, so hätte ich vermutet,  
 das Neutron habe das magnetische Moment  $0,5$  davon denn  
 hätten eben die Kerne der ersten Sorte in ihrer nächsten  
 Stufe das Moment  $2,5$ , die der zweiten Stufe  $1,5$  und  
 in nächster Näherung gibt es direkt Spin - Bahnwechsel-  
 wirkung kleine Abweichungen. Diese ganze Vermutung ist  
 aber leider falsch wegen der Elemente  $H_2$ ,  $Li$ ,  $N_{14}$ .  
 Diese Elemente haben offenbar ein sehr kleines magnetisches  
 Moment (siehe Spin 1) und dies kann man wohl oder nicht durch  
 die Annahme denken, das Neutron habe ein dem  
 Proton entgegen gesetztes Moment ungefähr gleicher Größe.

PROF. W. PAULI  
NACHLASS

macht man diese Annahme, so wird die Regel von Fermi  
 und Segré, soweit sie die Kerne gerader Ladung betrifft, un-  
 ständlich. Man muss sich denn bei diesen Kernen darauf  
 hinansprechen - und vielleicht mit Recht - , dass hierher  
 viele Neutronen enthalten, die <sup>konst.</sup> Parliprimen in höheren  
 Zuständen stehen, dass also bei den Neutronen durch  
 zusätzliche Bahnmomente <sup>magnet.</sup> ~~Wirkung~~ <sup>moment</sup> ~~Wirkung~~ praktische  
 : ausgeglichen wird. (Der g. Wert der Neutronen behalten ist  
 ja 0). Das Problem, das nicht in  $\alpha$ -Teilchen gebunden ist,  
 bleibt <sup>gegen</sup> ~~bei~~ <sup>teilweise</sup> ~~im~~ <sup>tieferen</sup> ~~g. Wert~~ <sup>zustand</sup> / - Wenn diese Deutung  
 richtig ist, so würde also die Regel von Fermi  
 u. Segré bei leichten Kernen gerader Ladung falsch  
 sein. Bekanntlich besitzen die Kerne  $Be_9$ ,  $C_{13}$ ,  $Mg_{21}$   
 das Moment  $\sim -2,5$  besitzen. Mehr als diese qualitativen  
 Schlüsse wird man aus dem bisher bekannten Material  
~~heraus~~ nicht heraus holen können. Eine solche Annahme,  
 es müsste noch zwei Neutronen oben geben, wenn die  
 Welt in + und - symmetrisch ist, leuchtet mir ein.  
 Man könnte vielleicht ~~erhalten~~ <sup>erhalten</sup>, dass zwei entgegengesetzte  
 Neutronen, die stark ~~zusammen~~ <sup>zusammen</sup> ~~erhalten~~ <sup>erhalten</sup> könnten,  
 dass also in den beobachteten Kernen mit ~~Neutronen~~  
 der gewöhnlichen Sorte vorkommen ~~aus dem empirischen~~  
 Material ~~den~~ <sup>den</sup> ~~Kernmomente folgt~~ <sup>folgt</sup> ~~mit~~ <sup>folgt</sup> ~~den~~ <sup>den</sup> ~~dieser Frage.~~

Seine weitere Frage, warum der Kern eine Flüssigkeit und nicht  
 einen Kristall vorstellt, kann ich nicht beantworten. Von  
 den empirischen Energiedifferenzen im Kernbereich kann man auf  
 die Größenordnung der Impulse schließen, mit denen sich  
 Nukleonen u. Protonen im Kern herumbewegen. ( $\frac{1}{2}mv^2 \sim AE$ ).  
 Berechnet man aus ihnen Bahndimensionen nach  $\Delta q \sim \frac{h}{p}$ ,  
 so wird  $\Delta q$  von der Größenordnung der Kerndimensionen, d.h.  
 die einzelnen Protonen laufen im ganzen Kern herum, und  
 schwingen nicht nur wenig um eine Ruhelage. Der tiefere  
 Grund davon ist eine Größenordnungsrichtung zwischen  
 der Masse des Protons einerseits und dem Kräftefeld  
 Nukleon-Proton andererseits liegt. Die Chadwick'sche Argumente  
 sind die Chadwick'sche Argumente für eine Austauschkraft  
 stimmen nicht genügend zureichend. Beim Grenzprozess Nukleon-  
 Proton ist man bei den abtönenden Analogien im Gebiet  
 des Ramsauer-Effekts, d.h. man kann von der Wirkungs-  
 querenschnitte nicht ohne genaue Kenntnis des Kraftfeldes  
 sagen. Uebrigens spräche das Chadwick'sche Argument  
 ebenso gegen eine Majorität der Austauschkräfte, wie  
 gegen eine gewöhnliche Kraft; nur zu Gunsten der  
 von mir früher, angelegenen Kernenergie. Austauschkräfte  
 werde es sich verhalten, aber ich glaube nicht daran.  
 Bei Jolios würde ich gerade experimentelle abwarten.  
 Die Formelierung, Proton oder Nukleon sind zusammen-  
 gesetzt, würde ich eigentlich auf jeden Fall  
 geben.

