

Über die Deutung der *Stern-Gerlach*-Versuchsergebnisse

»Wenn ich weiter sah, so weil ich auf den Schultern von Giganten stand.« *Newton an Hooke, 1676*

Wenn der Wunsch Vater des Gedankens ist, kann Wissenschaft zur Religion werden. *hwmk*

»Der Elektronenspin ist für das physikalische Weltbild von fundamentaler Bedeutung. Er spielt beim Aufbau der Atomhülle und damit für die Materie bis hin zur Festlegung ihrer makroskopischen Eigenschaften eine bestimmende Rolle.«¹ »Für jedes Elektron hat der Spin einen unveränderlichen Betrag, der durch die Spin-Quantenzahl $s = \frac{1}{2}$ angegeben wird. Selbst wenn das Elektron mit kinetischer Energie Null ruht, hat es seinen Spin, der deshalb auch als Eigendrehimpuls bezeichnet wird. Wie oder wodurch der Spin zustande kommt, bleibt in der klassischen Physik unerklärbar. Anschauliche oder semi-klassische Beschreibungen sind daher unvollständig. Eine Erklärung für den Spin wurde 1928 in der *Dirac*-Gleichung gegeben. Dies führte zur Entwicklung der relativistischen Quantenmechanik.«¹ und auch

»Mit Hilfe des *Stern-Gerlach*-Versuchs wurde von den Physikern *Otto Stern* und *Walther Gerlach* erstmals die Richtungsquantelung von Drehimpulsen beobachtet. Der *Stern-Gerlach*-Versuch ist ein **grundlegendes Experiment** in der Physik und wird immer wieder herangezogen, um diese quanten-mechanische Erscheinung zu erläutern, die im Rahmen der klassischen Physik nicht verständlich ist.«²

Das alles klingt fast wie Häme gegenüber kausaler Physik und Rechtfertigung unverständlicher Mystik.

Nun aber wird diese für Quantenmechaniker unumstößliche Glaubenslehre durch Erkenntnisse des Verfassers erschüttert, zumindest in Zweifel gezogen. Der Leser bilde sich selbst ein Urteil:

In probater Kieler Feldtheorie KiFT²¹ entsteht mit den Charakteristika des Elros, des eigenbewegten Elektrons, ein begründetes, nachvollziehbares Bild der Beobachtungen beim *Stern-Gerlach*-Versuch.

Aber, welcher Wunsch der Physik-Theoretiker war Vater des Gedankens? Was trieb Scholastiker in die Falle ihrer Ad-hoc-Erklärung eines physikalischen Phänomens? Hier zitiert der Verfasser ergänzend:¹

»Nachdem die Bewegung der Elektronen im Atom als maßgeblich für die Emission von Lichtwellen mit wohlbestimmten Frequenzen (...) erkannt worden war (...), stellte die schon lange beobachtete feine Aufspaltung vieler Linien ein weiterhin ungelöstes Problem dar. Zwar konnte eine zusätzliche Aufspaltung durch Anlegen eines starken Magnetfelds (...) im Prinzip durch eine magnetische Beeinflussung der Elektronenbewegung auf ihren stabilen Bahnen erklärt werden. Grundlage der Erklärung ist das *Larmor*-Theorem: Es sagt Präzession der ganzen Bahnkurve um die Magnetfeldachse voraus, (...). Diese Erklärung passte aber nur zu den Fällen, wo die Aufspaltung dreifach war (...). Im *bohr-sommerfelds*chen Atommodell von 1916 konnten höhere magnetische Aufspaltungen, wenn sie ungeradzahlig waren, durch die Richtungsquantelung des Bahndrehimpulses der Elektronenniveaus erklärt werden: Für eine Bahndrehimpuls-Quantenzahl ℓ stehen genau $(2\ell+1)$ verschiedene Neigungswinkel des Drehimpulses zur Richtung des Magnetfelds zur Verfügung, jede mit einer um $m_\ell \hbar \omega_L$ verschobenen Energie (...). Da ℓ nur ganzzahlig sein kann, ergibt sich eine stets ungerade Zahl aufgespaltener Niveaus.

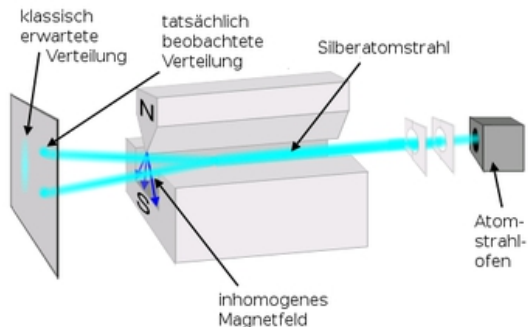
Das *bohr-sommerfelds*che Modell konnte auch feine Aufspaltungen erklären, die nicht von einem Magnetfeld verursacht waren, denn es macht die Elektronenenergie bei gleicher Hauptquantenzahl aufgrund relativistischer Effekte auch etwas von ℓ abhängig. Unerklärt blieben aber die häufig beobachteten *geradzahlig*en magnetischen Aufspaltungen in zwei oder mehr Niveaus, sowie die zweifache Aufspaltung eines Niveaus schon ganz ohne Magnetfeld (z.B. bei der intensiven gelben Spektrallinie von Natrium, an der auch *Zeeman* erstmals den magnetischen Effekt hatte nachweisen können).

Zur Lösung dieses Rätsels schlugen *Samuel Goudsmith* und *George Uhlenbeck* 1925 vor (...), dem Elektron einen zusätzlichen Eigendrehimpuls *Spin* zuzuschreiben. Er musste eine *halbzahlige* Drehimpulsquantenzahl $s = \frac{1}{2}$ haben, damit die magnetische Spinquantenzahl auf zwei mögliche Werte $m_s = \pm \frac{1}{2}$ beschränkt blieb und sich somit eine zweifache oder, zusammen mit einem Bahndrehimpuls $\ell \geq 1$, eine höhere *geradzahlige* Aufspaltung ergab.

Zur Rezeption dieser gewagten Idee ist anzumerken, dass ihre beiden Urheber sogleich wieder zurückschraken und die schon vorbereitete Veröffentlichung noch einmal zu verhindern versuchten. (...) Gegenargumente waren damals: (...) Der Einfluss der magnetischen Spinquantenzahl m_s auf die Niveaufspaltung muss genau doppelt so groß angesetzt werden wie der Einfluss der magnetischen Bahndrehimpulsquantenzahl m_ℓ , unvereinbar mit dem gut fundierten *Larmor*-Theorem. Deshalb widersprach zunächst auch *Wolfgang Pauli* der Idee des Eigendrehimpulses mit halbzahligem Wert, obwohl gerade er schon im Jahr zuvor dem Elektron zusätzlich zu den drei räumlichen Quantenzahlen eine innere zweiwertige Quantenzahl zugeschrieben hatte, um die Systematik der Spektren und den Schalen Aufbau der Atomhülle zu erklären und sein *paulisches* Ausschließungsprinzip formulieren zu können. Diese Quantenzahl wurde nun als $m_s = \pm \frac{1}{2}$ identifiziert. Doch 1927 begründete *Pauli* selbst in Gestalt der *paulischen* Spinmatrizen den heute noch gültigen Umgang mit dem halbzahligem Elektronenspin in der (nichtrelativistischen) Quantenmechanik.«

Wie wurde also der Versuch durchgeführt und was wurde beobachtet? Dazu liest man bequem nach:³

»Ein Strahl von (elektrisch neutralen) Silberatomen durchfliegt im Vakuum den Spalt zwischen den Polschuhen eines Magneten. Der eine Polschuh hat die Form einer zum Strahl parallelen Schneide, der andere die einer flachen Rinne; das Magnetfeld ist dadurch in Richtung quer zum Strahl stark inhomogen. Auf einer Glasplatte schlägt sich das Silber nieder. Es werden zwei voneinander getrennte Flecke gefunden, das heißt, das Magnetfeld spaltet den Strahl in zwei getrennte Teilstrahlen auf.« → **Bild 1**



Eine technisch ausgeführte Testapparatur der Firma PHYWE ist beschrieben in:
<http://repository.phywe.de/files/bedanl.pdf/09054.88/e/0905488e.pdf>

Bild 1 Das Stern-Gerlach-Experiment, schematisch³

Das beschreibt Gesehenes, erklärt aber nicht WARUM. Wie kommt es dazu? Welche Relationen bestehen? Uni-Physik sieht im Aufspalten des Atomstrahls ein Bestätigen des **mathematisch** erdachten halben System-Impulses $L_{es} = \hbar$ (Dirac-Konstante), des Eigendralls Elektronenspin $S_e = \frac{1}{2}\hbar$. Es wird gar so gedeutet, daß das Elektron um 720° kreiseln muß, um seine Ausgangsposition, seine Identität wieder zu erlangen. Das Versuchsergebnis wird also willkürlich gemäß Erwartung ausgelegt und erscheint ziemlich obskur. Heisenberg soll gewollt haben, den Verstand zu derlei Problemen auszuschalten.²² Es erübrigt sich hier daher ein Erörtern in wissenschaftlicher (?) Literatur gemutmaßter Gründe, etwa zielgerichteter, dafür in spezieller Mathematik hergeleiteter Argumente.

Die Ursache soll vielmehr vorbehaltlos rational in analytischer Vorgehensweise gesucht werden:

»Ein kluger Gedanke hat's schwer, sich durchzusetzen, aber Narrheiten breiten sich aus wie Steppenbrände.« Richard Drews²³

Einheitliche allgemeine Grundlage der Natur sind primär allein elementare Elektrofelder eEF, von denen positive (Positronen e^+) und negative (Elektronen e^-) in Protonen bzw Antiprotonen zentral blockiert sind. eEF sind kugelsymmetrisch unendlich ausgeweitet, besitzen eine feldfreie Mitte ffM mit klassischem Elektronenradius r_e und eine elektrische Energie $\frac{1}{2}W_0$. Nicht eingeklemmte eEF bewegen sich intrinsisch in Feldgeschwindigkeit⁽¹⁾ c und Elementarfrequenz $f_e = W_0/h$ auf Systemradius r_E . Das erzeugt instantan in Phase ein Magnetfeld gleicher Energie sowie -dichte. Zeitgemittelt ist das Magnetfeld wulstförmig⁽²⁾ und kugelsymmetrisch mit einem Dipolfeld magnetischen Moments μ_B (Bohrsches Magneton).²⁴

Nach KiFT sind eigenbewegte e^- Elros e^c und e^+ Poros e^p . Sie stellen Elementar-Systeme dar. → **Bild 2**

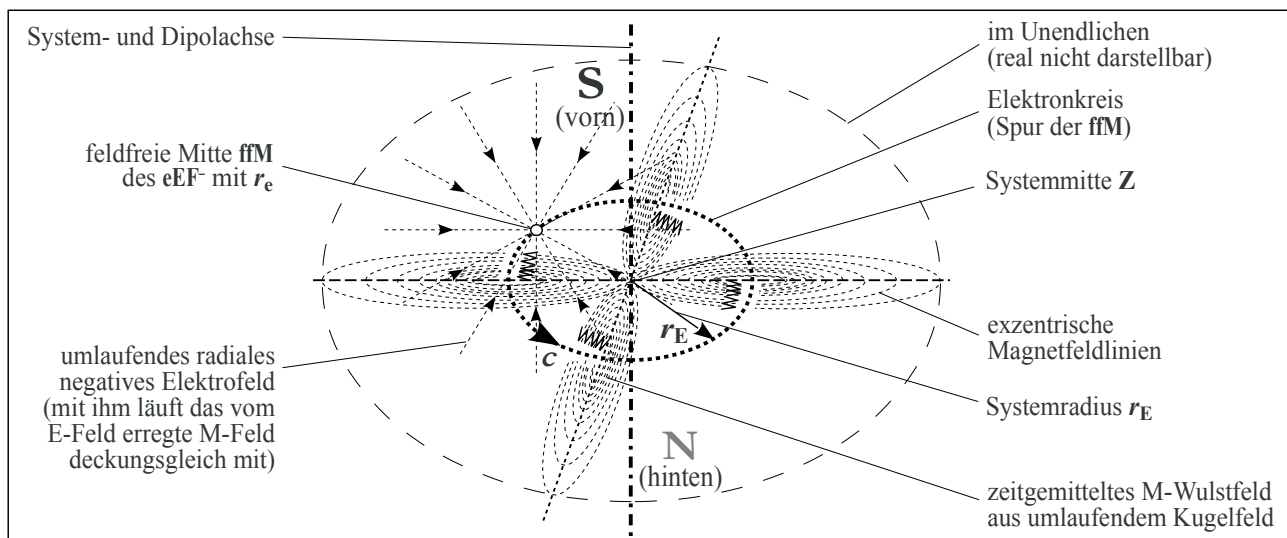


Bild 2 Mit Feldgeschwindigkeit c eigenbewegtes eEF⁻ (Elementar-System)²⁵
 Schematische Felddarstellungen eines Elros e^c mit zeitgemitteltem Magnetfeld-Zustand

Magnetfelder sind sekundär, stets durch bewegte Elektrofelder verursacht. Mit symmetrischer Energieverteilung um Mitte Z des Systems ist dieses in sich ausgeglichen – in ihm besteht folglich keine Kraft.

(1) Der meist verwendete Terminus Lichtgeschwindigkeit ist zu speziell, zu einengend und beschreibt die Realität selektiv.
 (2) Der Begriff Wirbelfeld wird gemieden: Ein Wulstfeld ist ein zeitgemittelter (und somit ruhiger) Zustand und da wirbelt nichts.

Die primäre Grundkraft der Natur ist elektrisch.²⁶ Magnetkraft ist sekundär – auch Gravitation, da sie eine Magnetkraft ist. (Starke und schwache Wechselwirkung benötigt nur das „Standard-Modell“.)

Ursache von Kräften ist Ausgleichsbetreiben asymmetrisch verteilter Energie um Feldmitten.²⁷
Energie ist die Fähigkeit von Feldern, ihren Bewegungszustand und/oder ihre Art zu ändern.²⁸

Im Elro e^c kreist die fFM, damit die auf sie gerechnete Ladung e_0 , mit Elementarfrequenz f_e . Somit taucht e_0 mit Periode $T_e = 1/f_e$ in allen Bahnpunkten auf – längs der Umlaufbahn fließt ein Kreisstrom $I_e = e_0 \cdot f_e$.²⁹ Die fFM durchläuft Umfang $U_E = 2\pi r_E$ mit Bahngeschwindigkeit $v_e = c$. Aus bewegtem E-Feld resultiert in Flugrichtung ein linkswindendes M-Feld mit magnetischer Spannung, Elementar-Durchflutung $\Theta_e \triangleq I_e$.³⁰ Eine fFM mit ihrem Radius r_e eines Elektro-Elementarfelds eEF⁻ zieht um die Kreisfläche $A_E = \pi r_E^2$ in Winkelgeschwindigkeit $\omega_e = 2\pi f_e$ und bewirkt dadurch einen magnetischen Fluß $\Phi_e = W_0/\Theta_e$.³¹ In Kreisfläche A_E , in der fFM-Bahnebene ist also eine gemittelte Flußdichte $t_r \varnothing B_E = \Phi_e/A_E$ vorhanden.³² Magnetfeldenergie W_{em} des Elros errechnet sich bspw aus $W_{em} = \frac{1}{2} \Theta_e \cdot \Phi_e = \frac{1}{2} W_0 = W_{e0}$.³³ Durch rotierendes Elektrofeld auf Systemradius r_E ist das Elro ortsstabil, träge. Über sein Bohrsches Magneton μ_B ist es schwer – es gravitiert. Aus W_{em} errechnet sich seine Ruhemasse $m_{e0} = 2W_{em}/c^2$.³⁴

Nur gleichartige Felder beeinflussen einander direkt. Hier sind somit allein Magnetfelder relevant.

Zur Klärung prinzipieller Verhältnisse in Atomen wird der Blick auf ein Wasserstoff-Atom gerichtet:³⁵

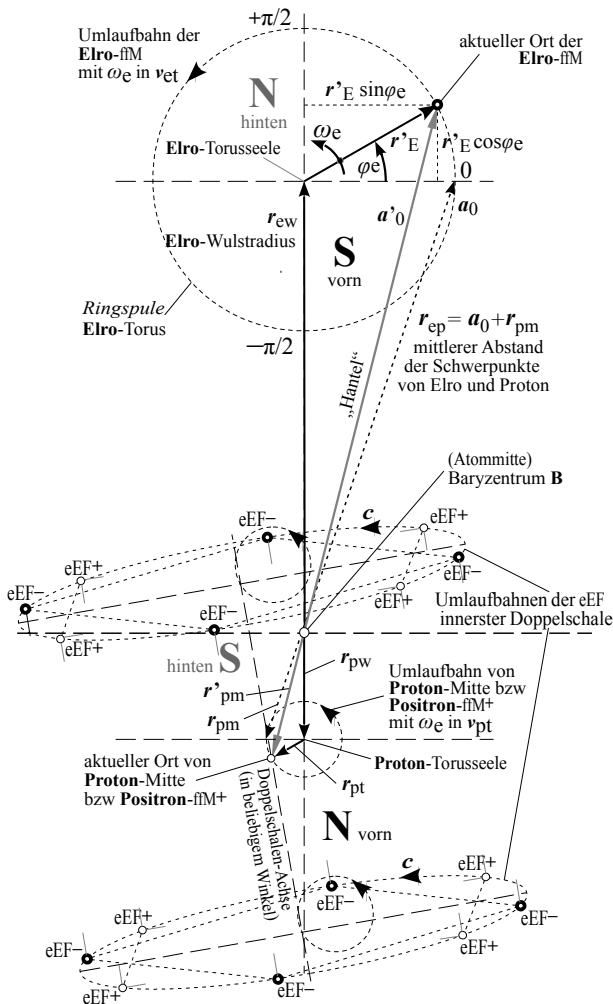


Bild 3 Schematischer Querschnitt eines H-Atoms in ω_e -Ebene – mit innerster Doppelschale³⁶ keineswegs maßstäblich

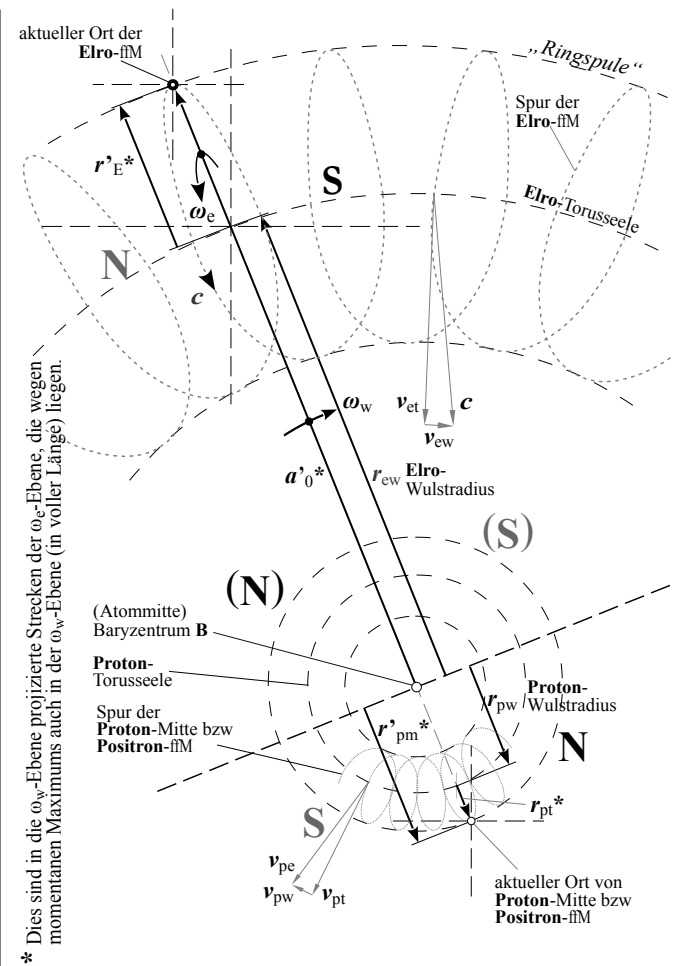


Bild 4 Schematischer Schrägblick auf die ω_w -Ebene eines H-Atoms – ohne innerste Doppelschale („von rechts unten“) keineswegs maßstäblich

Die Elro-fm windet mit c und ω_e auf einem Torus und umläuft im Grundzustand Baryzentrum **B** in v_{ew} und ω_w mit zeitgemitteltem Abstand Bohrscher Radius a_0 . Als pythagoreische Differenz aus c und v_{ew} verbleibt Tangentialgeschwindigkeit v_{et} mit der Folge, daß Torusradius $r'_E < r_E$. Im Torus vorhandene Flußdichte $t_r \varnothing B'_E = t_r \varnothing B_E$.³⁷ Somit ist $\Phi'_e < \Phi_e$. Bei mit v_i bewegtem H-Atom wird v_{et} wegen hinzukommender Komponente reduziert und Φ'_e entsprechend geschwächt. Außenmagnetflüsse gleichen es aus.

Bilder 3 und **4** zeigen ein Elro auf dem Torus linkswindend in ω_w -Richtung. Rechtswindend ist gleichrangig möglich, wobei die Feldrichtung im Torus dann umgekehrt ist. Ob der Baryzentrum-Umlauf nach rechts oder links erfolgt, ist allein eine Frage der Blickrichtung.

Situation (a): Elro-ffM windet rechts und umrundet **B** nach links. Resultat: B_{et} ist rechts-umlaufend, B_{ew} weist in Flugrichtung. (Eselsbrücke: Feldvektorspitze sei ein Nord-, Vektorende ein Südpol.)

Konsequenz: Zumal $B_{\text{ew}} \ll B_{\text{et}}$ ist, sind Auswirkungen von Phase \ominus und \ominus belanglos.

In Position \bullet ist die Magnetfeldenergie gegenüber \circ dichter – das Atom drängt aus der Magnetfeldmitte nach links in (nebensächlich) inhomogene Flußdichte. B_{il} links von **B** (\circ) ergibt mit B_{et} eine Differenz, die kleiner ist als die Summe aus B_{ir} rechts (\bullet) mit B_{et} : \rightarrow Atomablenk-Tendenz nach unten.

Situation (b): Elro-ffM windet rechts und umrundet **B** nach rechts. Resultat: B_{et} ist rechts-umlaufend, B_{ew} weist gegen die Flugrichtung.

Konsequenz: Wie bei (a) gilt $B_{\text{ew}} \ll B_{\text{et}}$. Also können Phasen \ominus und \ominus ignoriert werden.

In Position \bullet ist die Magnetfeldenergie gegenüber \circ dichter – das Atom drängt aus der Magnetfeldmitte nach links in (nebensächlich) inhomogene Flußdichte. B_{il} links von **B** (\circ) ergibt mit B_{et} eine Differenz, die kleiner ist als die Summe aus B_{ir} rechts (\bullet) mit B_{et} : \rightarrow Atomablenk-Tendenz nach unten.

Situation (c): Elro-ffM windet links und umrundet **B** nach links. Resultat: B_{et} ist links-umlaufend, B_{ew} weist in Flugrichtung.

Konsequenz: Wie bei (a) gilt $B_{\text{ew}} \ll B_{\text{et}}$. Phasen \ominus und \ominus werden deshalb ignoriert.

In Position \bullet ist die Magnetfeldenergie gegenüber \circ dichter – das Atom drängt aus der Magnetfeldmitte nach rechts in (nebensächlich) inhomogene Flußdichte. B_{il} links von **B** (\bullet) ergibt mit B_{et} eine Summe, die größer ist als die Differenz aus B_{ir} rechts (\circ) mit B_{et} : \rightarrow Atomablenk-Tendenz nach unten.

Situation (d): Elro-ffM windet links und umrundet **B** nach rechts. Resultat: B_{et} ist links-umlaufend, B_{ew} weist gegen die Flugrichtung.

Konsequenz: Wie bei (a) gilt $B_{\text{ew}} \ll B_{\text{et}}$. Phasen \ominus und \ominus werden deshalb ignoriert.

In Position \bullet ist die Magnetfeldenergie gegenüber \circ dichter – das Atom drängt aus der Magnetfeldmitte nach rechts in (nebensächlich) inhomogene Flußdichte. B_{il} links von **B** (\bullet) ergibt mit B_{et} eine Summe, die größer ist als die Differenz aus B_{ir} rechts (\circ) mit B_{et} : \rightarrow Atomablenk-Tendenz nach unten.

Nun ist jedoch die Flußdichte $B_i \ll B_{\text{et}}$, so daß die Tendenz, das Atom nach unten abzulenken, nicht besonders ausgeprägt sein dürfte. Die Differenzkraft der Positionen \bullet und \circ dürfte minimal sein. Ferner wird das Atom in jeder Situation (a) ... (d) nach unten gelenkt. Das kann also nicht Grund für eine „Richtungsquantelung“ sein. Aber auch dieser Aspekt war zu erörtern.

ENTSCHEIDEND für die Richtungsaufteilung ist vielmehr das Folgende:

Infolge des Valenz-Elros besitzt z B ein Silberatom einen Magnetdipol, ein magnetisches Moment μ_{Ag} . Dieses wechselwirkt mit der Flußdichte B_i eines anderen Magnetfelds zu einem Drehmoment $M_{\text{AgX}} = \mu_{\text{Ag}} \cdot B_i(d_X) = F_{\text{Ag}}(d_X) \cdot d_X$.⁴² Beide Magnetfelder wollen sich mit einer Kraft $F_{\text{Ag}}(d_X)$ zueinander ausrichten.

Dies auf die Konstellationen beim *Stern-Gerlach*-Versuch übertragen, bedeutet, daß ein Silberatom, wenn es mit seinem Dipolnordpol voran in ein Magnetfeld fliegt, zu dessen Südpol gezogen wird. Erscheint jedoch sein Südpol als erster, zieht es das Silberatom in Richtung Nordpol. **Das war's!**

Bedingung für eine Richtungsquantelung ist folglich, daß ein im *Stern-Gerlach*-Versuch zu testendes „Objekt“ ein magnetisches Moment aufweist. Daher sind Photon, Neutrino, Neutron, Proton ungeeignet. Eisen, Kobalt, Nickel und Gadolinium sind ferromagnetische Elemente und daher gut anwendbar (wie im 3. Abschnitt S 4 genannte), während dia- und paramagnetische Elemente sich viel weniger eignen. Bei Elros (Elektronen \ominus) und Poros (Positronen \oplus) ist wegen ihrer relativ hohen Flächenfelddichten beim Test zu bedenken, daß bei hohen Fluggeschwindigkeiten entsprechend starke Magnetfelder erregt werden und dann eine *Lorentz*-Kraft die Kraft durchs magnetische Moment irritierend überlagern kann.

Was bleibt?

Der Nachweis eines Elektronenspins ist aus Sicht des Autors mit den Ergebnissen des *Stern-Gerlach*-Versuchs nicht erbracht. Aus der Erwartungshaltung nach in der Luft liegendem Erfolgsdruck wurde Beobachtetes sehnlichst als Bestätigung eines mathematisch konstruierten physikalischen Phänomens aufgesogen. Mathematische Physik konnte (vorerst) einen weiteren Erfolg für sich verbuchen.

Bei nüchterner Betrachtung zeigt sich eher der Gegenbeweis, ein Falsifizieren eines Elektronenspins. Die beobachtete Richtungsquantelung ist in kausaler Physik, mit KiFT einleuchtend erklärt.

Es zeigt sich, daß der Begriff Elektronenspin in seiner Bedeutung so überflüssig wie ein Kropf ist. Der Verfasser deckte erneut einen Kanon etablierter Physik (nach bspw Korpuskel, Masse und -defekt,

Zeitdilatation, Lichtablenkung) als Irrglauben auf. Es wäre an der Zeit für einen Paradigmenwechsel, für nachvollziehbare Physik – die Hoffnung stirbt zuletzt. Schade um die Mrd € z B für den LHC!

Da der Elektronenspin für das physikalische Weltbild von fundamentaler Bedeutung ist, dürfte das hiermit veröffentlichte Ergebnis Physik-Theoretiker ins Grübeln bringen. Wurde ihnen der Boden unter den Füßen weggezogen? Doch es ist zu befürchten, daß man gereifte Einsichten in Hybris ignoriert.



Kiel, 9. Nov 2017

hw
mk

Fassung a Stern-Gerl-Vers_a.pdf

hans wm Körber fb elementar-analytiker hwm.k@online.de www.elektron.wiki

Quellenverzeichnis

Quellenhinweise entfallen, soweit Allgemeinwissen einfloß und andere Quellen weder im Wortlaut noch dem Sinn nach zitiert wurden.

Unter ⁵ ... ²⁰ gelistete Literatur ist vom Autor erarbeitet.

Davon können ⁶ ... ²⁰ auf Seite www.elektron.wiki in Rubrik »Veroeffentlichungen« aufgerufen und frei abgeladen werden.

¹ <https://de.wikipedia.org/wiki/Elektronenspin>

² <http://www.wikiwand.com/de/Stern-Gerlach-Versuch>

³ <https://de.wikipedia.org/wiki/Stern-Gerlach-Versuch>

⁴ *CODATA Internationally Recommended 2014 Values of the Fundamental Physical Constants*, auf Stand Sept 2015

<https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/pml/div684/fcdc/wall2014.pdf>

- ⁵ hwmk: *ELEKTRONEN-Bewegungen* Teil 1, 2., überarbeitete und erweiterte Auflage, 107 S: Edition SAPIENTIA, pro literatur Verlag, Augsburg (2009), 13x22 cm², ISBN 978-3-86611-438-8
- ⁶ hwmk: *Über die Anomalie magnetischer Momente – heuristisch mathematisch betrachtet am Elektron*, 17-S-Aufsatz (2012), anom_mngnt_moment_d.pdf
- ⁷ hwmk: *Überlegungen zur Symmetrie des Elektrons*, 9-S-Aufs (2012), ueberlegungen_zur_symmetrie_des_elektrons_-_b.pdf
- ⁸ hwmk: *Beziehungen im atomaren Wasserstoff (Protium) – analysiert und begründet mit neuem Elektron-Modell*, 53-S-Arbeit (2013), beziehungen_im_atomaren_H_-_h.pdf
- ⁹ hwmk: *Manifestation der Energie in E- u M-Feldern sowie latente Energien als Ursache vermeintlicher Massendefekte*, 6-S-Aufsatz (2014), Manifest_Energie_u_Massendefekt_-_b.pdf
- ¹⁰ hwmk: *Von Ladung, Masse und durch Quantensprung initiiertem Photon*, 8-S-Aufs (2015), ladg_masse_photon_b.pdf
- ¹¹ hwmk: *Eine analytisch begründete Ursache der Gravitation und Omnivaldität, Synthese von Coulomb- und Lorentz-Kraft*, 50-S-Aufsatz (2015), GRAVITATION-b.pdf
- ¹² hwmk: *Über variable Massen und die Unzulänglichkeit des Kilogramms*, 3-S-Aufsatz (2015), Kilogramm_und_Masse.pdf
- ¹³ hwmk: *Das SRT-Fiasko: Von Uhrentransport und Zeitdilatation?* 6-S-Aufsatz (2016), Uhrentransport_Zeitdilatation.pdf
- ¹⁴ hwmk: *Elektron-Atomumlaufgeschwindigkeit*, 3-S-Aufsatz (2016), ElektronUmlauf.pdf
- ¹⁵ hwmk: *Der dem Elektron beim Quantensprung immanente Absturzstatus*, 5-S-Aufsatz (2016), QS-Status_c.pdf
- ¹⁶ hwmk: *Warum Licht nicht gravitieren kann – über die Behauptung, Photonen würden gravitieren und sich so Sterne hinter der Sonne zeigen*, 4-S-Aufsatz (2016), gravitierendes_Licht.pdf
- ¹⁷ hwmk: *Allgemeine einheitliche Grundlagen der Natur – dargelegt und bezeugt in klarer Kieler Feldtheorie, Antworten aufs WARUM zu Naturregeln und auf in der Physik bisher offene Fragen*. Folienvortrag MP13.3 auf DFG-Frühjahrstagg Bremen 2017, Do 16. März 17:10-17:30 h, Raum SFG2010, 15 Folien, Bremen17MP16-Grdlg.ppt Bremen17MP16-Grdlg.pdf
- ¹⁸ hwmk: *Eine analytisch begründete Ursache der Gravitation – und der Abschied von Masse*. Folienvortrag GR10.3 auf DFG-Frühjahrstagung Bremen 2017, Mi 15. März 17:10-17:30 h, Raum SFG0150, 15 Folien, Bremen17GR19-Grav.ppt Bremen17GR19-Grav.pdf Bremen17MP20-Photon.pdf
- ¹⁹ hwmk: *Charakteristika von Photonen, Details ihrer Energiedosierung und andere Fragen: Was ist ein PHOTON γ ?* A0-Plakat MP14.2 als besser lesbare DIN-A4-Datei, Bremen17MP20-Photon_A4_a.pdf
- ²⁰ hwmk: *Läßt sich die Lenzsche Regel einschränken, gar umgeben?* 38-S-Aufsatz (2017), Lenz-Regel-b.pdf
- ²¹ zuletzt in ²⁰ ausführlich dargelegt
- ²² aus der Erinnerung zitiert, die Quelle ist dem Verfasser entfallen
- Doch wie verträgt sich das mit folgender Aussage Heisenbergs?
- »Die Zusammenhänge der Natur sind letzten Endes einfach. Die Natur ist so gemacht, daß wir sie verstehen können, oder – unser Denkvermögen ist so gemacht, daß es die Natur verstehen kann.« *Werner Heisenberg*, 1929 zu *Paul Dirac* aus *W. Heisenberg: Der Teil und das Ganze – Gespräche im Umkreis der Atomphysik*, 8. Aufl: Piper Verlag, München (2010), S 123
- ²³ **Markus Leyacker-Schatzl** (Hg.): *Weisheiten, Zitatesammlung*, 2. Aufl: Lebensgeschenke-Verlag, Graz (2010), S 141
- ²⁴ in ²⁰ S 6 Glchg (1.25)
- ²⁵ bspw in ²⁰ **Bild 4** auf S 4
- ²⁶ in ¹⁷ Folie 2
- ²⁷ in ¹⁸ Folie 6
- ²⁸ in ²⁰ S 3
- ²⁹ in ⁵ S 15 Glchg (1.1.19) (3) oder auch in ²⁰ S 5 Glchg (1.18)
- ³⁰ in ⁵ S 16 Glchg (1.1.20) (3)
- ³¹ in ⁷ S 6 Glchg (4.14) (3)
- ³² in ⁷ S 6 Glchg (4.16) (3) oder auch in ²⁰ S 5 Glchg (1.20)
- ³³ in ²⁰ S 5 Glchg (1.21)
- ³⁴ in ¹⁸ Folie 7 oder auch in ²⁰ S 5 Glchg (1.24)
- ³⁵ in ¹³ **Bilder 2 und 3**
- ³⁶ in ⁸ ab S 16 oder auch in ¹¹ ab S 14
- ³⁷ in ²⁰ S 9 analog Glchg (2.12)
- ³⁸ in ¹¹ S 19 Glchg (10.25)f
- ³⁹ in ²⁰ S 29
- ⁴⁰ in ¹¹ S 24 und 32
- ⁴¹ bspw in ⁸ S 14, 17, 18, 26ff, in ⁹ S 2, in ¹¹ S 4 und 21
- ⁴² analog Glchg (14.7) in ¹¹ S 24