

Der dem Elektron beim Quantensprung immanente Absturzstatus

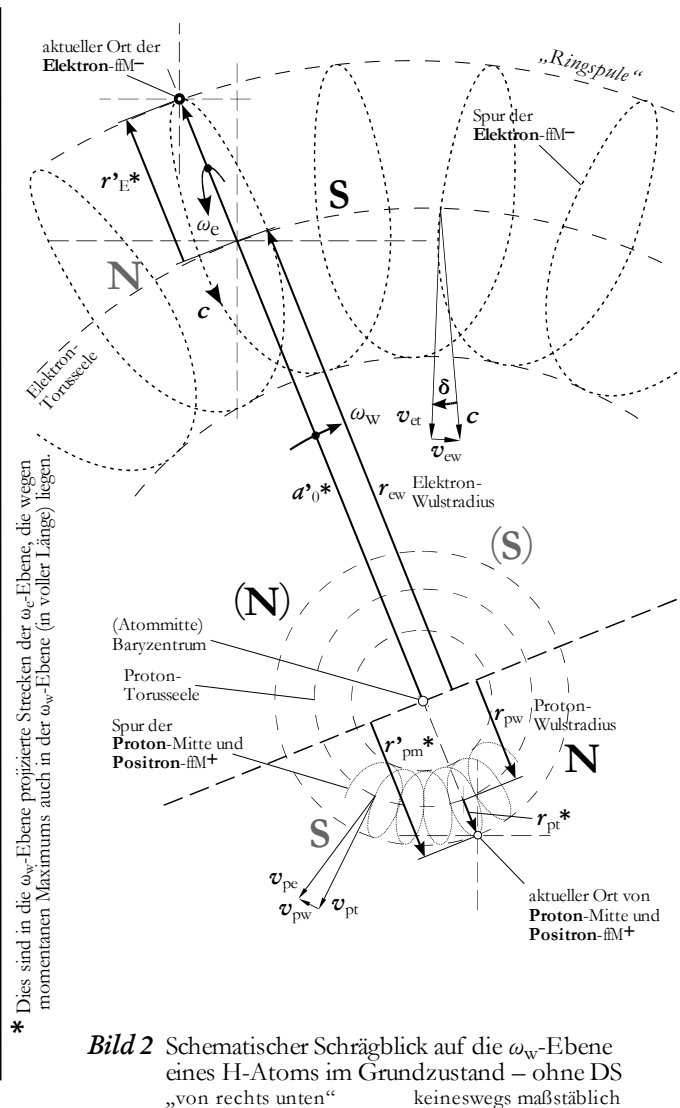
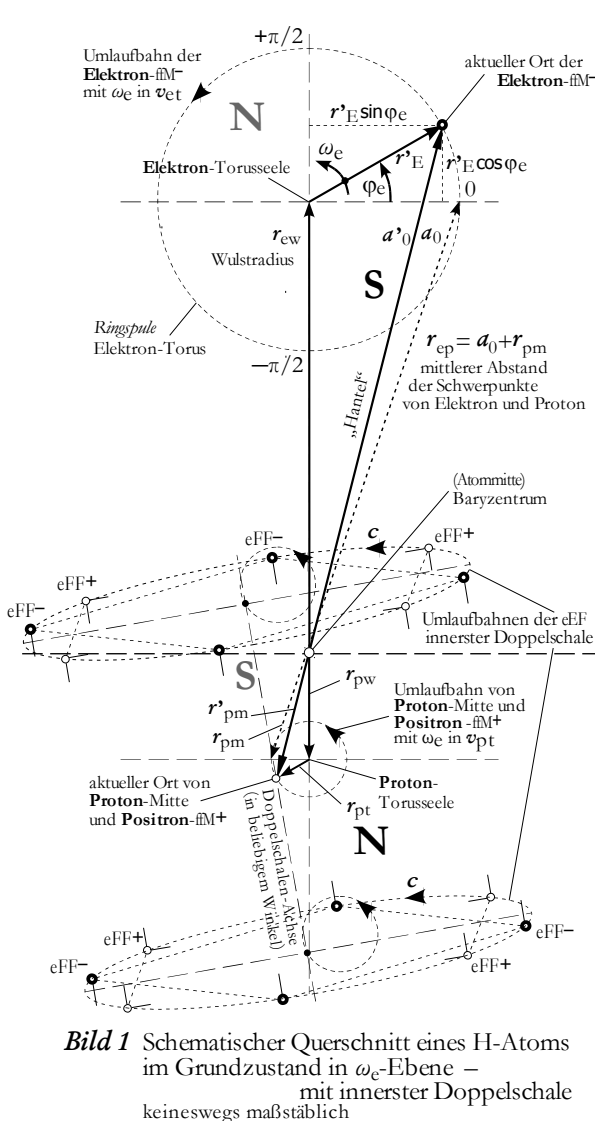
hans wm KÖRBER

Die beim Quantensprung des Elektrons erzeugte Photonenergie ist in der Höhe u a davon abhängig, von welcher Bahn aus der Sprung erfolgt. Etablierter Physik sind detaillierte Zusammenhänge unbekannt, zumindest nicht publiziert. [1] ... [10] Dem Autor aber stellt sich die Frage, wodurch während „QS abwärts“ Informationen über die Absprungbahn bekannt sind. Immerhin geht in Berechnungen die Differenz zweier Quantenzustände ein. Mit dem Kieler Elektron, einem vom Autor 2006 erstmals vorgestellten neuen Elektron-Modell [11] ... [13], konnten inzw für viele in Uni-Physik bisher unbeantwortete Fragen verständliche Deutungen [14] ... [28] gefunden werden. Am Beispiel des Wasserstoffatoms werden basierend auf dem Kieler Elektron hier – [18], [20], [22] ergänzend – weitere Details der Zusammenhänge beim Photon aufgezeigt.

Durch Abwärts-Quantensprung eines Elektrons beim Atomumlauf, durch zum Kern gerichtetem Bahnwechsel wird ein Photon frei. Dessen Energie hängt in der Höhe davon ab, von wo nach wo der Sprung erfolgte. Fallenden Elektronen muß daher eine Info über ihren Zustand im Sturzmoment immanent sein.

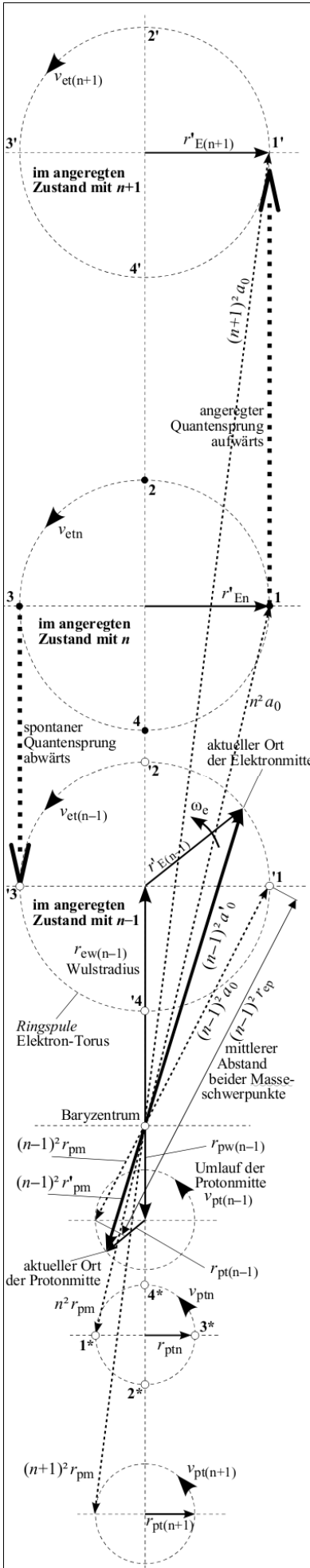
Charakteristika eines umlaufenden Elektrons sind bspw Bahn-Drehimpuls*) L_n , Bahnradius a_{0n} , Wulst-Bahndrehimpuls L_{ewn} , Atommitte-Umlaufgeschwindigkeit v_{ewn} und -frequenz f_{wn} , Wulstimpuls p_{ewn} , Torus-Tangentialgeschwindigkeit v_{etn} . Erdoberflächenschnelle v_E im absoluten Raum sei hier belanglos.

Wie zu zeigen ist, sind von diesen Größen während eines Quantensprungs nur v_{ewn} und v_{etn} relevant.



* Dies sind in die ω_w -Ebene projizierte Strecken der ω_e -Ebene, die wegen momentanen Maximums auch in der ω_w -Ebene (in voller Länge) liegen.

*) Termini und Formelzeichen wie bspw in [20] und späteren Aufsätzen nachzulesen



Unabhängig von den Umständen bewegt sich ein Elektron stets mit Feldgeschwindigkeit c . → **Bild 2**

Beim Atomumlauf ist c in die Komponenten $v_{etn}(t)$ und $v_{ewn}(t)$ gemäß

$$c^2 = v_{etn}^2(t) + v_{ewn}^2(t) \quad \{4.7\} \quad (1)$$

in {} Gleichung aus [20]

aufgeteilt.

Atommitte-Umlaufgeschwindigkeit v_{ewn} und Elektron-Torus-Tangentialgeschwindigkeit v_{etn} sind in ihren Werten für die jeweils umkreiste Bahn charakteristisch. Der Sturz des in den ω_c - und ω_{w2} -Ebenen umlaufenden Elektrons erfolgt in Richtung ω_{w1} -Ebene (in **Bild 3** bspw von 3 nach '3). Letztere stimmt mit der ω_{w2} -Ebene überein. Somit startet der Bahnwechsel, wenn $\vec{v}_{et2}(t) \parallel \vec{r}_{ew2}$ gerichtet ist und daher $|\vec{v}_{ew2}(t)| = {}^0v_{ew2}$. Die nun durch \vec{r}_{ew2} und \vec{v}_{et2} im Ort 3 dem Quantensprung vorgegebene Richtung behält die Elektron-ffM- bis zum Erreichen der tieferen Bahn bei: Der Quotient beider Geschwindigkeiten ($v_{et2} : v_{ew2} = \text{Tangens von Winkel } \delta_2$, zw v_{et2} - und c -Richtung in ω_{w2} -Ebene → **Bild 2**) liegt damit fest.

• **Dadurch ist der Absturzstatus im Elektron „gespeichert“.**

Auf der (tieferen) Zielbahn angekommen, erfolgt wegen abrupten Wechsels von \vec{v}_{ew2} nach \vec{v}_{ew1} ein Richtungsknick^{**}) sowie eine sofortige Änderung von vorher \vec{v}_{et2} nach \vec{v}_{et1} . Dies bewirkt Neuaufteilung der Elektron-Magnetfeldenergie W_{eHn} in Elektron-Axial-Wulstenergie W_{ewn} , -Tangential-Wulstenergie W_{etwn} und -Torus-Bahnenergie W_{ebtn} .

Entsprechendes tritt beim (vom Elektron mitgeführten) Proton ein (proportional den Strecken a_{0n} und r_{pmn} der „rotierenden Hantel“ r_{epn}): \vec{v}_{pw2} wird zu \vec{v}_{pw1} und \vec{v}_{pt2} ändert sich in \vec{v}_{pt1} . Das teilt Proton-Axial-Wulstenergie W_{pwn} und -Tangential-Wulstenergie W_{ptwn} als Teile von Proton-M-Feldenergie W_{pHn} neu auf.

Eine Proton-Torus-Bahnenergie W_{pbtn} existiert nicht. → **Tabelle 1**

Dies **Umschichten offener in latente Energieteile** initiiert ein Photon.

↻ Atom-Anregung bewirkt einen Wechsel latenter in offene Energie.

Um vorherige verbale Aussage zu sichern, eine mathematische Skizze:

Die Schalen-Bahnenergie-Summe W_{bs} eines Wasserstoffatoms, das sich im Grundzustand befindet, beträgt nach [20]:

$$W_{bs} = 1/2 \alpha^2 m_{eH} c^2 = R_H \quad \{9.16\} \quad (2)$$

Sie entspricht also der Wasserstoff-Rydberg-Energie R_H .

Atommitte-Umlaufgeschwindigkeit v_{ewn} ist analog dem Anregungsniveau durch (Haupt-)Quantenzahl n und ${}^0v_{ew}$ des Grundzustands bestimmt:

$${}^0v_{ewn} = \frac{{}^0v_{ew}}{n} = \frac{\alpha}{n} \frac{m_{p0}}{m_{e0} + m_{p0}} c \quad \{10.6\} \quad (3)$$

Die Geschwindigkeitsdifferenz Δv_{ew12} zweier Bahnen beträgt folglich:

$$\Delta v_{ew12} = \left(\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2} \right) {}^0v_{ew} = \left(\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2} \right) \frac{\alpha m_{p0} c}{m_{e0} + m_{p0}} \quad (4)$$

mit $n_1 =$ Quantenzahl der tieferen, $n_2 =$ QZ der höheren Bahn.

Bild 3 aus [20]: Schematischer Querschnitt projizierter Elektron- und Proton-Bahnen dreier allgemeiner Anregungsbeispiele

***) Elektrofelder, da weder träge noch schwer, lassen abrupte Richtungsänderung zu

Zum anderen ist die Differenz zweier Bahnenergien ΔR_{H12} nach ^[29]:

$$\Delta R_{H12} = \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)^{1/2} \alpha^2 m_{eH} c^2 = \frac{\alpha^2}{2} \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \frac{m_{e0} m_{p0}}{m_{e0} + m_{p0}} c^2 = b \cdot f_{\gamma 12} \quad \{12.9\} \quad (5)$$

Bringt man in (5) den Ausdruck für Δv_{ew12} von (4) ein, ergibt dies:

$$\Delta R_{H12} = \Delta v_{ew12} \frac{\alpha}{2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right) m_{e0} c \quad (6)$$

Wasserstoff-Rydberg-Energiedifferenz ΔR_{H12} ist die Bahnenergie-Änderung, wenn das Elektron die Bahn mit Quantenniveau n_2 verläßt und zur Bahn des Quantenniveaus n_1 springt. Dies ist die Energie, die das dadurch erzeugte Photon enthält. Energie $R_{Hn} = W_{bsn}$, mit der das Elektron an das H-Atom (ans Proton) gebunden ist, hat sich instantan entsprechend erhöht: $R_{H1} = W_{bs1} = R_{H2} + \Delta R_{H12}$.

Für einem Photon mitgegebene Energie ist die Magnetfeld-Energieverteilung im Atom vor und nach einem QS maßgebend. Im H-Atom können gemäß ^[20] für das **Elektron** folgende Magnetfeld-Energien unterschieden werden:

(Zahlenbeispiele in J für Grundzustand und 2. Anregungsstufe, gekürzt auf gezeigte Stellenzahl, aus **Tabelle 1** in ^[20] übernommen)

	im Grundzustand ($n = 1$)		in 2. Anregungsstufe ($n = 3$)		Differenz-Energie
1. Elektron-Toroidenergie	W_{et} (5.16)	$3,418\ 832\ 3927 \cdot 10^{-19}$	W_{et3} (10.31)	$3,074\ 469\ 5405 \cdot 10^{-40}$	$3,418\ 832\ 39 \cdot 10^{-19}$
2. Elektron-Tangential-Wulstenergie	W_{etw} (5.20)	$4,093\ 300\ 5944 \cdot 10^{-14}$	W_{etw3} (10.32)	$4,093\ 528\ 3383 \cdot 10^{-14}$	$-2,277\ 438\ 55 \cdot 10^{-18}$
3. Elektron-Torus-Bahnenergie	W_{ebt} (9.3)	$4,093\ 334\ 7828 \cdot 10^{-14}$	W_{ebt3} (10.39)	$4,093\ 528\ 3383 \cdot 10^{-14} *$	$-1,935\ 555\ 31 \cdot 10^{-18}$
4. Elektron-Axial-Wulstenergie	W_{ew} (5.22)	$2,177\ 499\ 7193 \cdot 10^{-18}$	W_{ew3} (10.33)	$2,419\ 444\ 1326 \cdot 10^{-19}$	$1,935\ 555\ 31 \cdot 10^{-18}$
↔ Elektron-Schalen-Bahnenergie	W_{ebs} (9.4)	$2,177\ 499\ 7193 \cdot 10^{-18}$	W_{ebs3} (10.40)	$= 1/n^2 W_{ew}$	$1,935\ 555\ 31 \cdot 10^{-18}$
5. Elektron-M-Feld-Energiesumme	W_{eH} (5.58)	$4,093\ 552\ 5327 \cdot 10^{-14}$	W_{eH3} (10.34)	$= W_{eH} = \text{const}$	keine! $0,000 \cdot 10^{-\infty}$
Vom Proton sind hier für die Diskussion der Photon-Initialisierung diese Magnetfeld-Energien relevant:					
6. Proton-Tangential-Wulstenergie	W_{ptw} (5.61)	$2,229\ 299\ 7991 \cdot 10^{-17}$	W_{ptw3} (10.35)	$2,229\ 405\ 2128 \cdot 10^{-17}$	$-1,054\ 136\ 37 \cdot 10^{-21}$
7. Proton-Axial-Wulstenergie	W_{pw} (5.63)	$1,185\ 903\ 4124 \cdot 10^{-21}$	W_{pw3} (10.36)	$1,317\ 670\ 4582 \cdot 10^{-22}$	$1,054\ 136\ 37 \cdot 10^{-21}$
↔ Proton-Schalen-Bahnenergie	W_{pbs} (9.13)	$1,185\ 903\ 4124 \cdot 10^{-21}$	W_{pbs3} (10.42)	$= 1/n^2 W_{pw}$	$1,054\ 136\ 37 \cdot 10^{-21}$
8. Proton-M-Feld-Energiesumme	W_{pH} (5.73)	$2,229\ 418\ 3895 \cdot 10^{-17}$	W_{pH3} (10.37)	$= W_{pH} = \text{const}$	keine! $0,000 \cdot 10^{-\infty}$
↔ Proton-Bahnenergie-Summe	W_{pbo} (9.14)	$2,229\ 418\ 3895 \cdot 10^{-17}$	W_{pbo3} (10.43)	$= W_{pbo} = \text{const}$	keine! $0,000 \cdot 10^{-\infty}$
9. Schalen-Bahnenergie-Summe	W_{bs} (9.16)	$2,178\ 685\ 6227 \cdot 10^{-18}$	W_{bs3} (10.16)	$2,420\ 761\ 8030 \cdot 10^{-19}$	$1,936\ 609\ 44 \cdot 10^{-18}$
10. Ab- oder Anregungs-/Photonenergie	In ^[20] nachzulesende Gleichungen.			$\Delta R_{H1} = W_{bs13}$ (10.18)	$1,936\ 609\ 44 \cdot 10^{-18}$

* Daß W_{ebt3} um W_{et3} größer ist als W_{etw3} , ist wegen Stellenkürzung und hier so geringen W_{et3} -Werts nicht erkennbar.

Weitere in ^[20] berechnete Proton-Teilenergien sind hier ohne Belang, da sie bei Quantensprüngen unverändert bleiben und für Betrachtungen zum Absturzstatus des Elektrons sowieso uninteressant sind. **Tabelle 1**

Latente Energien markiert eine teilweise Unterstreichung des Begriffs.

Es wurde festgestellt, ein Kriterium des Absturzstatus sei Winkel δ_2 (\rightarrow **Bild 2**), um den die Richtungen von v_{et2} und c zum Sturzbeginn voneinander abweichen. Folgende Beziehungen sind hilfreich:

$$c^2 = v_{ew2}^2 + v_{et2}^2 \quad \tan \delta_2 = \frac{v_{et2}}{v_{ew2}} \quad v_{et2} = v_{ew2} \tan \delta_2 \quad c^2 = v_{ew2}^2 (1 + \tan^2 \delta_2) \quad (7) \quad (8) \quad (9) \quad (10)$$

$$v_{ew2} = \frac{c}{\sqrt{1 + \tan^2 \delta_2}} \quad \Delta v_{ew12} = \left(\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2}\right) \frac{c}{\sqrt{1 + \tan^2 \delta_2}} \quad \Delta R_{H12} = \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \frac{\alpha m_{e0} c^2}{2\sqrt{1 + \tan^2 \delta_2}} \quad (11) \quad (12) \quad (13)$$

Ferner gilt:

$$v_{ew2} = \frac{t^{\circ} v_{ew}}{n_2} \quad n_2 = \frac{t^{\circ} v_{ew}}{v_{ew2}} = \frac{t^{\circ} v_{ew}}{c \sin \delta_2} \quad \Delta R_{H12} = \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{c^2 \sin^2 \delta_2}{t^{\circ} v_{ew}^2}\right) \frac{\alpha m_{e0} c^2}{2\sqrt{1 + \tan^2 \delta_2}} \quad (14) \quad (15) \quad (16)$$

Mit (16) ist die Photonenergie berechenbar. Beim Eintreffen in einer tieferen Bahn (mit n_1) wird unter **Einbeziehung der „Historie“** (mit δ_2) – *quod erat demonstrandum* – und systemspezifischer Größen die Photonenergie gefunden.

Allerdings nimmt das Elektron beim Bahnwechsel nicht, wie in ^[20] angenommen, den kürzestmöglichen Weg mit Feldgeschwindigkeit c , sondern erreicht die tiefere Bahn auf diesem Weg mit Elektron-Torus-Umlaufgeschwindigkeit $v_{et2} = c \cdot \cos \delta_2$. Dies hat auf in ^[20] durchgeführte Berechnungen von Quantensprungdauer t_{QS} u a, wenn auch nur gering, Einfluß.

Am Ende eines Quantensprungs, angekommen auf niedrigerem Niveau, der Quantenzahl n_1 , wechselt das Elektron seine Geschwindigkeitskomponenten von v_{et2} mit v_{ew2} in v_{et1} mit v_{ew1} . Dadurch ändert sich δ_2 abrupt in δ_1 . Dieser Richtungsknick ist möglich, weil ein Elektrofeld trägheitslos ist. Doch damit geht

einher, daß vom erzeugten Magnetfeld mit der Energie $W_{em} = 1/2 W_0$ [30] ein Teil mit Energiegehalt ΔR_{H12} abreißt und mit c in den Raum abgestrahlt wird – ein Photon ist erzeugt. Analog (14) und (15) gilt:

$$v_{ew1} = \frac{t^{\circ} v_{ew}}{n_1} \quad n_1 = \frac{t^{\circ} v_{ew}}{v_{ew1}} = \frac{t^{\circ} v_{ew}}{c \sin \delta_1} \quad (17) (18)$$

Für Atommitte-Umlaufgeschwindigkeit $t^{\circ} v_{ew}$ gilt gemäß (4.6) aus [20]:

$$t^{\circ} v_{ew} = \frac{\alpha m_{p0} c}{m_{e0} + m_{p0}} \quad (19)$$

(18) und (19) in (16) eingebracht, liefert für **Photonenergie** ΔR_{H12} :

$$\Delta R_{H12} = \frac{\sin^2 \delta_1 - \sin^2 \delta_2}{2\alpha \sqrt{1 + \tan^2 \delta_2}} \left(\frac{m_{e0} + m_{p0}}{m_{p0}} \right)^2 m_{e0} c^2 \quad (20)$$

In (20) zu berücksichtigende Winkel δ_1 und δ_2 sind experimentell wohl kaum zu ermitteln, sondern nur mathematisch bestimmbar. (20) zeigt jedoch, daß nach Quantensprung erzeugte Photonenergie ΔR_{H12} von (plötzlicher) **Richtungsänderung** $\Delta\delta = \delta_2 - \delta_1$ der Elektronbahn determiniert wird – neben den bei der Berechnung mit eingehenden, hier als invariabel zu sehenden Größen α , m_{e0} , m_{p0} und c .

$\Delta\delta$ ist also – unabhängig von der Änderung der Atomanregung, von der Weite des Quantensprungs – mit seinem jeweiligen Wert die für die Photonenergie spezifische Größe. Ermöglicht wird dies, da dem Elektron beim Absturz in einen niedrigeren Quantenzustand mit δ_2 der Status des höheren immanent ist.

Kiel, den 10. Juni 2016
Fassung c



hwm.k@kielnet.net
www.elektron.wiki

Quellenverzeichnis:

- [1] **Brenneke, Schuster:** *Physik für Gymnasien*, Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig (1967), Bestell-Nr 0514, S 274 ff
- [2] **Dobrowski/Krakau/Vogel:** *Physik für Ingenieure*, 5., neubearb Aufl, B. G. Teubner, Stuttgart (1980), ISBN 3-519-46508-6, S 418 ff
- [3] **Haferkorn, Heinz:** *Lexikon der Optik*, VEB Bibliographisches Institut, Leipzig (1990), ISBN 3-7684-6858-5, S 278
- [4] **Kurzweil, Peter:** *Das Vieweg Formel-Lexikon*, 1. Aufl, Friedr. Vieweg ..., Braunschweig (2002), ISBN 3-528-03950-7, S 59, 276
- [5] **Lüscher, Edgar:** *Experimentalphysik II*, 2., überarb Aufl, Bibliograph Institut, Mannheim ... (1981), ISBN 3-411-05115-9, S 225 ff
- [6] **Meschede, Dieter:** *Gerthsen Physik*, 24. Aufl, Springer Heidelberg ... (2010), ISBN 978-3-642-12893-6, S 672 ff
- [7] **Reiche, Fritz:** *Die Quantentheorie – Ihr Ursprung und ihre Entwicklung*, Verlag von Julius Springer, Berlin (1921), S 112 ff
- [8] **Rettig, Heinrich:** *Die Welt als Entfaltung des bipolaren Absoluten*, I. Teil, Konkordia AG, Bühl (Baden) (1961), S 94 ff
- [9] **Stöcker, Horst:** *Taschenbuch der Physik*, 5., korrig Aufl, Verlag Harri Deutsch, F a M (2007), ISBN 3-8171-1720-5, S 735 ff
- [10] **Weißmantel, Christian:** *Atom- u Kernphysik*, 1. Aufl, Verlag Harri Deutsch, Thun (1983), ISBN 3-871441-667-X, S 39, 118, 476
- [11] **KÖRBER, hans wmr:** *ELEKTRONEN-Bewegungen*, limitierte Aufl, 24 S, in DIN A4: im Eigenverlag, Kiel (2006)
- [12] **KÖRBER, hans wmr:** *ELEKTRONEN-Bewegungen* Teil 1, 1. Aufl, 68 S: Edition SAPIENTIA, pro literatur Verlag, Mering (2008), 13x22 cm², ISBN 978-3-86611-414-2
- [13] **KÖRBER, hans wmr:** *ELEKTRONEN-Bewegungen* Teil 1, 2., überarb u erweiterte Aufl, 107 S: Edition SAPIENTIA, pro literatur Verlag, Augsburg (2009), 13x22 cm², ISBN 978-3-86611-438-8
- [14] **KÖRBER, hans wmr:** *Konvergenz von fiktiver Physik und Realität – Naturkonstanten aus einem neuen Elektron-Modell erklärt*, 4-S-Aufsatz (2011), http://hanswm.ibk.me/data/downloads/251233/Konvergenz_v_fiktiver_Physik_plus_Realitaet.pdf
- [15] **KÖRBER, hans wmr:** *Über die Anomalie magnetischer Momente – heuristisch mathematisch betrachtet am Elektron*, 17-S-Aufs (2012), http://hanswm.ibk.me/data/downloads/251233/anom_mngnt_moment_d.pdf
- [16] **KÖRBER, hans wmr:** *Ein Diskussionsbeitrag zur Ursache des Erdmagnetismus*, 4-S-Aufsatz (2012), http://hanswm.ibk.me/data/downloads/251233/ursache_des_erdmagnetfelds_-_a.pdf
- [17] **KÖRBER, hans wmr:** *Überlegungen zur Symmetrie des Elektrons*, 9-S-Aufsatz (2012), http://hanswm.ibk.me/data/downloads/251233/ueberlegungen_zur_symmetrie_des_elektrons_-_b.pdf
- [18] **KÖRBER, hans wmr:** *Anmerkungen zum Photon*, 6-S-Aufsatz (2012), http://hanswm.ibk.me/data/downloads/251233/photon_-_a.pdf
- [19] **KÖRBER, hans wmr:** *Über das Verifizieren physikalischer Größen und Zusammenhänge*, 1-S-Aufsatz (2013), http://hanswm.ibk.me/data/downloads/251233/verifizieren_physikal_groessen_-_b.pdf
- [20] **KÖRBER, hans wmr:** *Beziehungen im atomaren Wasserstoff (Protium) – analysiert und begründet mit neuem Elektron-Modell*, 53-S-Arbeit (2013), http://hanswm.ibk.me/data/downloads/251233/beziehungen_im_atomaren_H_-_h.pdf
- [21] **KÖRBER, hans wmr:** *Die Manifestation der Energie in Elektro- u Magnetfeldern sowie latente Energien als Ursache vermeintlicher Massendefekte*, 6-S-Aufs (2014), http://hanswm.ibk.me/data/downloads/251233/Manifest_Energie_u_Massendefekt_-_b.pdf
- [22] **KÖRBER, hans wmr:** *Von Ladung, Masse und durch Quantensprung initiiertem Photon*, 8-S-Aufsatz (2015), http://hanswm.ibk.me/data/downloads/251233/ladg_masse_photon_b.pdf
- [23] **KÖRBER, hans wmr:** *Eine analytisch begründete Ursache der Gravitation und Omnipotenz, Synthese von Coulomb- und Lorentz-Kraft*, 50-S-Aufsatz (2015), <http://hanswm.ibk.me/data/downloads/251233/GRAVITATION-b.pdf>
- [24] **KÖRBER, hans wmr:** *Über variable Massen und die Unzulänglichkeit des Kilogramms*, 3-S-Aufsatz (2015), http://hanswm.ibk.me/data/downloads/251233/Kilogramm_und_Masse.pdf
- [25] **KÖRBER, hans wmr:** *Das SRT-Fiasko: Von Uhrentransport und Zeitdilatation?* 6-S-Aufsatz (2016), http://hanswm.ibk.me/data/downloads/251233/Uhrentransport_Zeitdilatation.pdf
- [26] **KÖRBER, hans wmr:** *Grundlegende Naturregeln, -strukturen u -größen – extrahiert mittels Kieler Elektron*, begonnener Aufs (2016), <http://hanswm.ibk.me/data/downloads/251233/NaturRegeln.pdf>
- [27] **KÖRBER, hans wmr:** *Gedanken über Raum, Zeit, Geschwindigkeit und Länge*, 1-S-Aufsatz (2016), <http://hanswm.ibk.me/data/downloads/251233/RaumZeitGeschwindigkeitLAenge-b.pdf>
- [28] **KÖRBER, hans wmr:** *Elektron-Atomumlaufgeschwindigkeit*, 3-S-Aufsatz (2016), <http://hanswm.ibk.me/data/downloads/251233/ElektronUmlauf.pdf>
- [29] in [20] Gleichung (12.9)
- [30] dazu siehe bspw in [22] Gleichungen (12) und (13)