

# Der Quantensprung

## ***Inhaltsverzeichnis***

Inhaltsverzeichnis .....	2
Zusammenfassung.....	3
Legende.....	8
12. Energiebalance .....	10
13. Quantensprung .....	11





### **Zusammenfassung**

Bislang gilt, dass es ENTWEDER einen kontinuierlichen Energiefluss in der klassischen Physik ODER einen diskontinuierlichen Energiefluss in der Quantenphysik gibt.

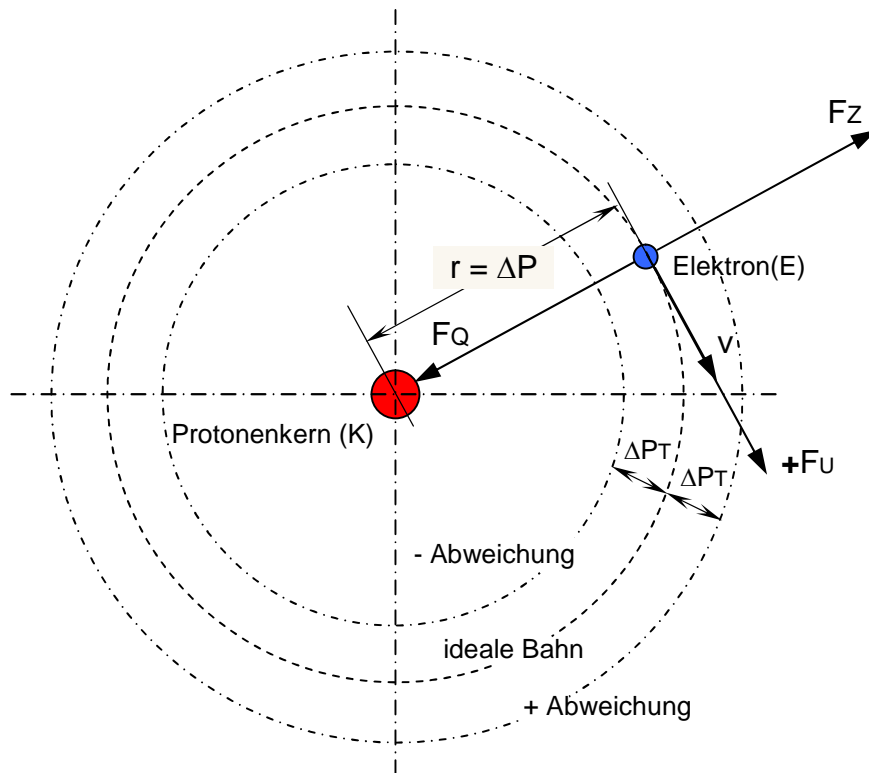
Das neue Modell des Quantensprungs führt zur Vereinbarkeit eines Zustandes des SOWOHL diskontinuierlichen ALS AUCH kontinuierlichen Energieflusses.

Beim Sprung oder Rücksprung eines spiralförmig kreisenden Elektrons über eine oder mehrere Bahnen kommt es nach dem Durchschreiten des Bahntoleranzfeldes zu einer Interferenzlücke. Die Wellen des Elektrons löschen sich gegenseitig aus. Die fehlende Strahlung aufgrund dieser Lücke äußert sich als „Unschärfe“ und lässt die messbare Strahlung als „Quanten“, als Diskontinuität, als diskrete Werte erscheinen. Zugleich kreist das Elektron kontinuierlich spiralförmig weiter.



Ohne das Plancksche Wirkungsquantum  $h$  zu benutzen wird die abgegebene Energie beim Quantensprung nach klassischen, mechanischen und elektrotechnischen, Formeln abgeleitet. Das Verfahren ist nicht neu, da bereits Bohr die experimentellen Ergebnisse seiner Zeit mit den Gesetzen der klassischen Physik verband. Über die Diskussionen zur „Kopenhagener Deutung“, die noch heute an Schulen und Universitäten vermittelt wird, scheint dieses in Vergessenheit geraten zu sein. Von diesen klassischen Formeln und der neuen Formel zur Lichtgeschwindigkeit ausgehend und unter Berücksichtigung der wissenschaftlich abgesicherten Formeln der Thomsonschen Schwingungsgleichung, der de Broglieschen Materiewelle und der Heisenbergschen Unschärferelation entsteht das neue Modell des Quantensprungs. Nach der herrschenden Theorie wird beim „Quantensprung“, dem Rückfall eines Elektrons, das um einen Atomkern kreist, von der kernferneren Bahn mit einem höheren auf eine kernnähere Bahn mit einem niedrigeren Energieniveau ein Photon ausgesendet, das als sichtbare Strahlung gemessen und wahrgenommen werden kann. Aufgrund der scharfen Spektrallinien schlossfolgerte Bohr, dass das Elektron nur auf bestimmten, voneinander deutlich abgegrenzten, Bahnen mit entsprechenden Energieniveaus kreisen kann. Diesen Bahnen ordnete Bohr eine unbestimmte Anzahl von  $n$  Hauptquantenzahlen zu, die jeweils eine Bahn charakterisierten. In verfeinerten Modellen der Gegenwart werden die Energieniveaus der jeweiligen Bahnen erst durch vier Quantenzahlen pro Bahn vollständig festgelegt. Es können nur bestimmte, diskrete, Wellenlängen und Frequenzen entstehen, deren Energien mit dem Planckschen Wirkungsquantum  $h$  berechnet werden. Insgesamt resultieren die Modellvorstellungen aus dem zweiten Bohr'schen Postulat, dass einen „sprunghaften“ Übergang eines Elektrons von einer kernferneren zu einer kernnäheren Bahn unter Abgabe eines Strahlungsquants formuliert. Entsprechend wird die übliche grafische Darstellung des Quantensprungs als ein „Hüpfen“ von einer Bahn zur anderen visualisiert. Diese Vorstellung ähnelt dem Bild eines Athleten, der beim Weitsprung vom Sprungbrett aus in den Sand springt. Von der sinnlichen Vorstellung zur sinnlichen Wahrnehmung: Fotografien von sichtbar gemachten Bahnen zusammenprallender Teilchen in einem Beschleuniger zeigen charakteristische Spiralförmigkeiten. Diese Spiralförmigkeit wird, wie in der Grafik dargestellt, auf das Modell eines kreisenden Elektrons des Wasserstoffatoms übertragen: Das spiralförmig um den Wasserstoffkern kreisende Elektron durchläuft während des Kreisens Bahnen, auf denen seine Welle mit sich selbst interferiert, ausgelöscht wird, deshalb nicht messbar ist, demzufolge die Energie diskontinuierlich wahrgenommen wird. Zugleich kreist das Elektron jedoch spiralförmig weiter, weist also die Charakteristik einer kontinuierlichen Energie auf.

**Die Unvereinbarkeit von „diskontinuierlich“ und zugleich „kontinuierlich“ ist keine naturgesetzliche Notwendigkeit, sondern eine menschlich definierte Interpretierbarkeit unterschiedlicher Blickwinkel oder Betrachtungsweisen.**



Vereinfachtes Modell des Wasserstoffatoms mit einem Proton und einem Elektron auf einer idealisierten Kreisbahn um den Kern herum

Es gelten folgende Bedingungen:

1. Aufgrund der Kreisbewegung des Elektrons um den Protonenkern entsteht eine Zentrifugalkraft  $F_Z$
2. Aufgrund der ungleichnamigen Ladungen von Protonenkern und Elektron entsteht eine Anziehungskraft  $F_Q$  als Zentripetalkraft.
3. Das kreisende Elektron wird wie der Punkt eines Zahnrades betrachtet, an dem eine Umfangskraft  $F_U = F_Z$  weitergeleitet wird.

Folgende Fälle in der Beziehung  $F_Q / F_Z$  sind möglich:

$F_Q < F_Z \Rightarrow$  Elektron verlässt den Kern

$F_Q = F_Z \Rightarrow$  Elektron kreist um den Kern

$F_Q > F_Z \Rightarrow$  Elektron wird zum Kern gezogen

In den folgenden Ableitungen wird nur der Fall  $F_Q = F_Z$  betrachtet.

Die Nummerierung verweist auf die entsprechenden Positionen von „Quantensprung Formeln“.

13.04.	$W_{KE} = \frac{m_E \cdot F_U \cdot (\Delta P)}{2} = \frac{m_E \cdot (\Delta P)^2 \cdot \omega^2}{2}$	Kinetische Energie des Elektrons
--------	---	----------------------------------

13.05.	$W_{pK} = m_K \cdot c^2$	Potenzielle Energie des Kernes
--------	--------------------------	--------------------------------

13.30.	$W_{ab} = \{m_E * (W_{KE2} - W_{KE1})\}^{1/2} * \mu_r * 4\pi * c$	$[kg\ m\ s^{-1} * m\ s^{-1} = Nm]$
--------	---	------------------------------------

$\langle W_{ab} \rangle$  ist die abgegebene Energie eines Elektrons beim Sprung vom Energieniveau  $\langle W_{KE1} \rangle$  zum Energieniveau  $\langle W_{KE2} \rangle$ . Dabei ist der Faktor  $\langle 4\pi \rangle$  der „Unschärfefaktor“ gemäß der Heisenbergschen Unschärferelation.

13.64.	$\Delta P_T = \frac{r}{4\pi}$	$[m]$
--------	-------------------------------	-------

Aufgrund der Bedingung der Heisenbergschen Unschärferelation  $\langle \Delta P * \Delta p \geq h/4\pi \rangle$  ist  $r / (4\pi)$  der maximale Toleranzgrenzwert für die  $\pm$  Abweichung von der „idealen Bahn =  $\pm 0$ “ mit Radius „ $r$ “.

Bei dem idealisierten Modell Wasserstoffatom ist der kleinste mögliche Radius der idealen Bahn mit dem Radius  $r_{EH}$  von  $52,918 * 10^{-12}$  [m] des Elektrons um den Kern herum:

$$r_{EH} = 52,918 * 10^{-12} [m] \Rightarrow$$

$$\pm \Delta P_T = 52,918 / 12,571 * 10^{-12} [m] = 4,2095 * 10^{-12} [m] \text{ Toleranzwert}$$

Das Elektron bewegt sich demzufolge auf einem kleinstmöglichen Bahnradius mit dem maximalen unteren Grenzwert

$$r_{EH} = \lim_u 48,708 * 10^{-12} [m]$$

und dem maximalen oberen Grenzwert

$$r_{EH} = \lim_o 57,128 * 10^{-12} [m]$$

Entsprechend der thomsonschen Schwingungsgleichung ist bei Interferenz das Produkt aus dem Frequenzgang der Grundwelle  $\langle f / f_r \rangle$  und dem Frequenzgang ihrer Reflektionswelle  $\langle f_r / f \rangle$  zu jedem Zeitpunkt gleich  $\langle 1 \rangle$  (vgl. „Das Licht“ → Interferenz des Lichtes)

Entsprechend der Interferenzbedingung in 13.66. wird in 13.67.  $\langle \Delta P_T \rangle$  – tolerierbare Bahnabweichung umdefiniert in  $\langle \Delta P_I \rangle$  – Bahnabweichung bei Interferenz und  $\langle r \rangle$  ist demzufolge  $\langle r_I \rangle$  – Bahnradius bei Interferenz

Der Physiker de Broglie untersuchte 1924, ob der Welle- Teilchen- Dualismus nur für das Licht gilt, oder allgemeiner Natur ist. Seine dazu aufgestellte Gleichung

13.64.	$\lambda = \frac{h}{m * v}$	$[m]$
--------	-----------------------------	-------

wurde 1927 von Davisson und Germer experimentell bestätigt.

Nach de Broglie ist die Wellenlänge  $\langle \lambda \rangle$  einer „Materiewelle“ gleich dem Quotienten aus dem Planckschen Wirkungsquantum  $\langle h \rangle$  und der Masse mal der Geschwindigkeit eines Teilchens. Damit ist zugleich beschrieben, unter welchen Bedingungen eine Welle mit sich

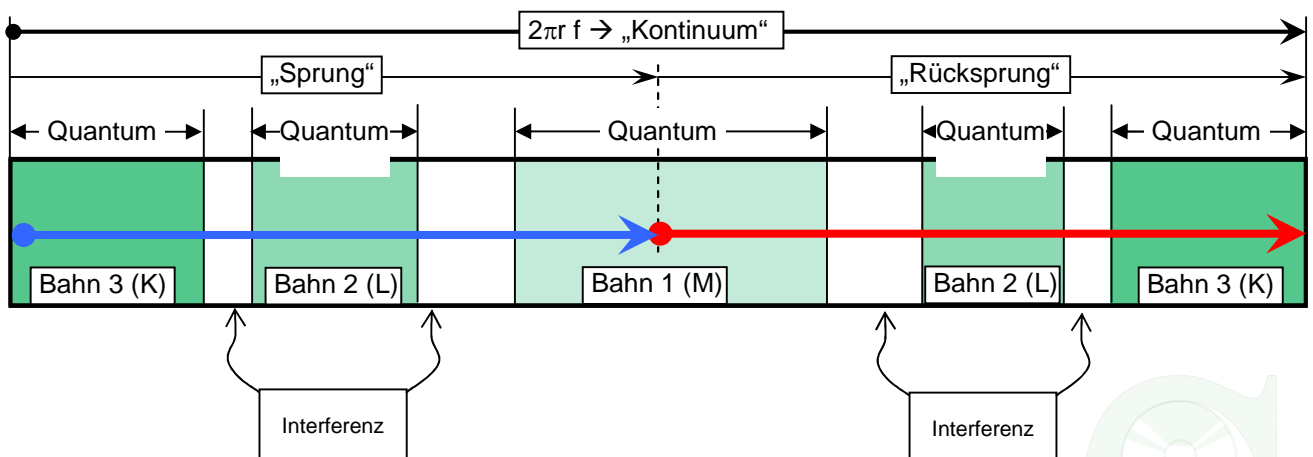
selbst interferiert, sich durch Überlagerung auslöscht. Werden diese Bedingungen in den Ableitungen, die von 13.66. - Interferenz des Lichtes – ausgehen, berücksichtigt, kommt man zu der Folgerung, dass

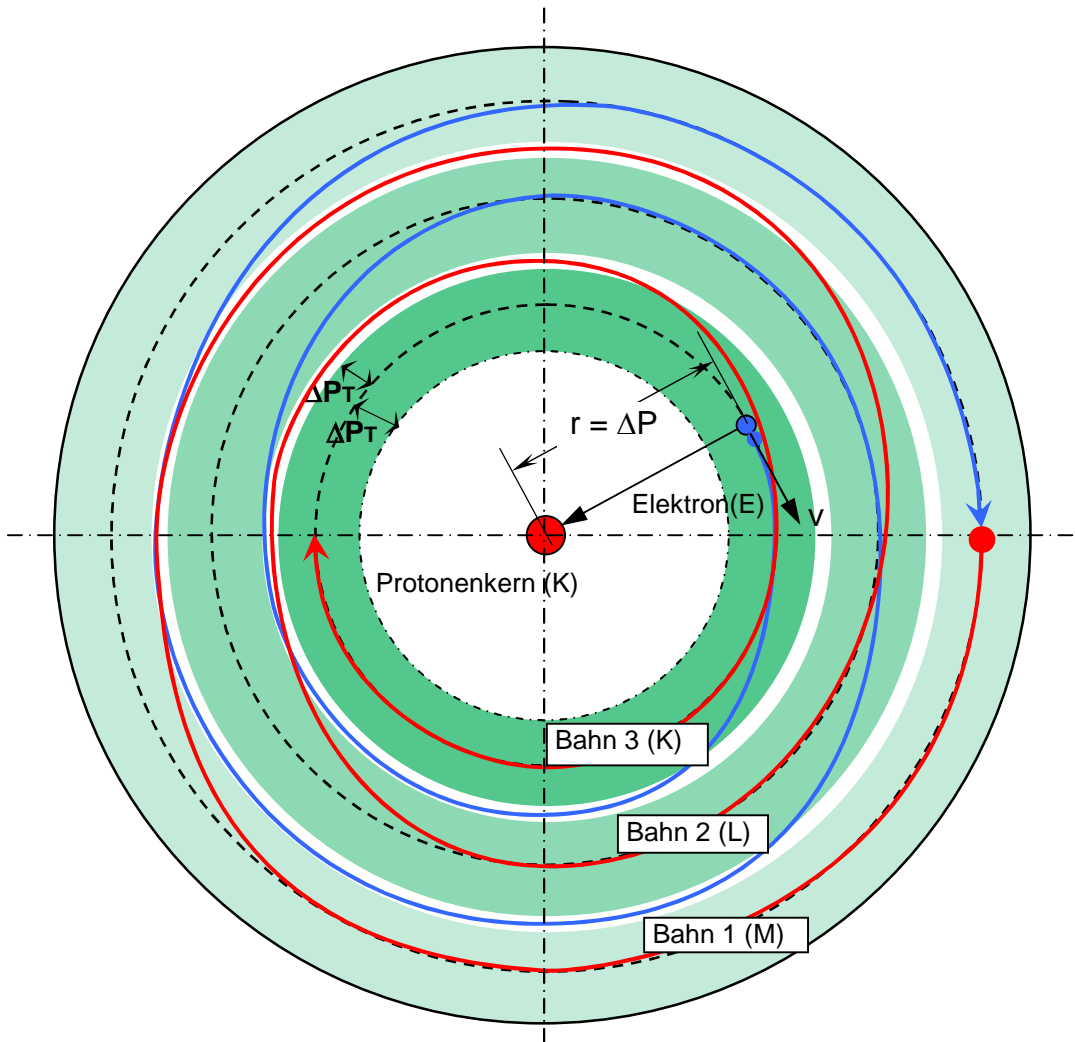
die Interferenzbedingung und die Bahntoleranz entsprechend der Heisenbergschen Unschärferelation das gleiche Ergebnis  $>4\pi<$  haben.

13.82.	$\frac{r_l}{\Delta P} = 4\pi = \frac{r}{\Delta P_T}$	[1]
--------	--	-----

Schlussfolgerung:

1.  $>4\pi<$  ist eine dimensionslose Naturkonstante
2. Beim Sprung oder Rücksprung eines Elektrons über eine oder mehrere Bahnen (Schalen) kommt es nach dem Durchschreiten des Bahntoleranzfeldes zu einer Interferenzlücke. Die fehlende Strahlung aufgrund dieser Lücke äußert sich als „Unschärfe“ und lässt die messbare Strahlung als „Quanten“, als Diskontinuität, als diskrete Werte erscheinen.
3. Mit einem neuen Modell des Quantensprungs kommt man zur Vereinbarkeit des Zustandes eines Teilchens, das SOWOHL „diskontinuierlich“ eine Strahlung aussendet ALS AUCH "kontinuierlich“ um einen energetischen Bezugspunkt kreist.





### Legende

Symbol	Bezeichnung	Bedeutung	Dimension
B		Magnetische Flussdichte	$\text{Vs m}^{-2}$
C		Kapazität	$\text{As V}^{-1}$
c		Lichtgeschwindigkeit	$\text{m}^2 \text{s}^{-2}$
$\Delta$	Delta	Differenz	1
$\epsilon_0$	Epsilon Null	elektrische Feldkonstante	$\text{As V}^{-1} \text{m}^{-1}$
$\epsilon_r$	Epsilon r	elektrische Permittivitätszahl	1
f		Frequenz	$\text{s}^{-1}$
$f_r$		Resonanzfrequenz	$\text{s}^{-1}$
FEM		Elektromagnetische Kraft	N
FQ		Elektrostatische Kraft	N
FU		Umfangskraft	N
FZ		Zentrifugalkraft	N
g		Fallbeschleunigung	$\text{m}^2 \text{s}^{-2}$
h		Plancksches Wirkungsquantum	Js
$\lambda$	Lambda	kosmologische Konstante	$\text{m}^2 \text{s}^{-2}$

$\lambda$	Lambda	Wellenlänge	m
L		Induktivität	Vs A <sup>-1</sup>
limo	Limes oben	Oberer Grenzwert	1
limu	Limes unten	Unterer Grenzwert	1
m		Masse	kg
mE		Masse Elektron	kg
mK		Masse Atomkern	kg
$\mu_0$	My Null	magnetische Feldkonstante	Vs A <sup>-1</sup> m <sup>-1</sup>
$\mu_r$	My r	magnetische Permeabilitätszahl	1
N		Anzahl elektrisch leitender Windungen	1
$\omega$	Omega	Kreisfrequenz	s <sup>-1</sup>
$\omega_r$	Omega r	Kreisfrequenz bei Resonanz	s <sup>-1</sup>
p		Impuls	kg m s <sup>-1</sup>
$\Delta p$		Impulsdifferenz	kg m s <sup>-1</sup>
$\Delta P$		Positions-differenz	m
$\pi$	Pi	Kreiskonstante	1
Q		elektrische Ladung	As
QE		Ladung Elektron	As
QK		Ladung Atomkern	As
r		Radius	m
rEH		Radius Elektron Wasserstoff	m
$\Delta t$		Zeitdifferenz	s
Wa		Abgegebene Energie ohne Unschärfe	Nm
Wa_u		Abgegebene Energie mit Unschärfe	Nm
Wk		Kinetische Energie	Ws
WkE		Kinetische Energie Elektron	Ws
WkE1		Kinetische Energie Elektron auf Niveau 1	Ws
WkE2		Kinetische Energie Elektron auf Niveau 2	Ws
Wp		Potenzielle Energie	Nm
WpK		Potenzielle Energie Atomkern	Nm



## 12. Energiebalance

Kommentar	Position	Quelle	Ziel	Formel	Dimension
>W <sub>p</sub> < als „Lageenergie“ - >ΔP< als „Höhe“	12.01.			$W_p = g * m * \Delta P$	Nm
>λ< Beschleunigung – Kosmologische Konstante	12.02.			$W_k = \lambda * F_{EM} * (\Delta t)^2$	Nm
Vollständige Wandelbarkeit von potenzieller in kinetische Energie und umgekehrt gemäß Energieerhaltungssatz	12.03.			$1 = W_p / W_k$	1
→ „Die Gravitation“	12.04.	9.14.		$\lambda = \Delta P * N * \mu_r * \Delta t^{-2}$	m / s <sup>2</sup>
Allgemeine Form einer Beschleunigung	12.05.			$g = \Delta P * \Delta t^{-2}$	m / s <sup>2</sup>
→ „Die Gravitation“	12.06.	6.06.		$m = B * Q * \Delta t$	kg
→ „Die Gravitation“	12.07.	6.11.		$F_{EM} = B * Q * c$	N
	12.08.	12.01. 12.02.	12.03.	$1 = \frac{g * m * \Delta P}{\lambda * F_{EM} * (\Delta t)^2}$	1
	12.09.	12.08		$\frac{\Delta P}{(\Delta t)^2} = \frac{\lambda * F_{EM}}{g * m}$	m / s <sup>2</sup>
	12.10.			$\frac{\Delta P}{(\Delta t)^2} = \frac{\Delta P * N * \mu_r * B * Q * c}{(\Delta t)^2} : \frac{\Delta P * B * Q * \Delta t}{(\Delta t)^2}$	m / s <sup>2</sup>
	12.11.			$\frac{\Delta P}{(\Delta t)^2} = \frac{\Delta P * N * \mu_r * B * Q * c * (\Delta t)^2}{\Delta P * B * Q * \Delta t * (\Delta t)^2}$	m / s <sup>2</sup>

	12.12.			$\frac{\Delta P}{(\Delta t)^2} = \frac{N \cdot \mu_r \cdot c}{\Delta t}$	m / s <sup>2</sup>
	12.13.			$\frac{\Delta P}{(\Delta t)^2} = \frac{N \cdot \mu_r \cdot \Delta P}{\Delta t \cdot \Delta t}$	m / s <sup>2</sup>
	12.14.			$1 = N \cdot \mu_r$	1
Balance zwischen potenzieller und kinetischer Energie durch Veränderung der stromdurchflossenen Windungen >N< und der Permeabilität, der „magnetischen Leitfähigkeit“, >μr<.	12.15.	12.03. 12.14.		$\frac{W_p}{W_k} = N \cdot \mu_r$	1

### 13. Quantensprung

Kommentar	Position	Quelle	Ziel	Formel	Dimension
Coulombsches Gesetz mit $K = (4\pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r)^{-1}$ mit $\epsilon_r$ für Vakuum = 1	13.01.			$F_Q = \frac{Q_K \cdot Q_E}{4\pi \cdot \epsilon_0 \cdot (\Delta P)^2}$	N
Allgemeine Mechanik Kreisbewegung mit konstanter Bahngeschwindigkeit	13.02.			$F_Z = \frac{m_E \cdot \Delta P \cdot \omega^2}{2}$	N
>ΔP< Positionsdifferenz zwi-	13.03.			$W_{KE} = F_Z \cdot \Delta P$	Nm
	13.04.			$W_{KE} = \frac{m_E \cdot (\Delta P)^2 \cdot \omega^2}{2}$	Nm
Entspricht E=mc <sup>2</sup>	13.05.			$W_{pK} = m_K \cdot c^2$	Nm
Balancebedingung zwischen potenzieller und kinetischer Energie	13.06.	12.15.		$\frac{W_{pK}}{W_{KE}} = N \cdot \mu_r$	1
	13.07.			$N = W_{pK}$	1

				$W_{KE} * \mu_r$	
	13.08.	10.18.		$N = \frac{c}{\omega * \Delta P}$	1
	13.09.	13.07 13.08		$\frac{W_{PK}}{W_{KE} * \mu_r} = \frac{c}{\omega * \Delta P}$	1
	13.10.			$W_{PK} * \omega * \Delta P = W_{KE} * \mu_r * c$	$kg\ m^2\ s^{-3}$
	13.11.	13.04 13.05	13.10	$m_K * c^2 * \omega * \Delta P = \frac{m_E * (\Delta P)^2 * \omega^2 * \mu_r * c}{2}$	$kg\ m^2\ s^{-3}$
	13.12.			$2\ m_K * c = m_E * \Delta P * \omega * \mu_r$	$kg\ m / s$
	13.13.			$\frac{c}{\omega} = \frac{m_E * \Delta P * \mu_r}{2\ m_K}$	m
	13.14.			$\frac{2\pi * f * \Delta P * N}{2\pi * f} = \frac{m_E * \Delta P * \mu_r}{2\ m_K}$	m
	13.15.			$N = \frac{m_E * \mu_r}{2\ m_K}$	1
Erweiterung mit $\mu_r <$	13.16.			$N * \mu_r = \frac{m_E * \mu_r^2}{2\ m_K}$	1
	13.17.	13.06.	13.16.	$\frac{W_{PK}}{W_{KE}} = \frac{m_E * \mu_r^2}{2\ m_K}$	1
	13.18.			$W_{PK} * 2\ m_K = W_{KE} * m_E * \mu_r^2$	$kg^2\ m^2\ s^{-2}$
$(x)^{1/2} = 2.$ Wurzel aus (x)	13.19.			$\mu_r = \frac{(W_{PK} * 2\ m_K)^{1/2}}{(W_{KE} * m_E)^{1/2}}$	1
	13.20.			$(W_{PK} * 2\ m_K)^{1/2} = (W_{KE} * m_E)^{1/2} * \mu_r$	$kg\ m\ s^{-1}$

	13.21.			$p = m \cdot v$	$\text{kg m s}^{-1}$
Schlussfolgerung aus 13.20	13.22.	13.20	13.21	$p^2 = W_{KE} \cdot m_E \cdot \mu_r^2$	$\text{kg}^2 \text{m}^2 \text{s}^{-2}$
	13.23.			$(\Delta p)^2 = p_1^2 - p_2^2 = W_{KE1} \cdot m_E \cdot \mu_r^2 - W_{KE2} \cdot m_E \cdot \mu_r^2$	$\text{kg m s}^{-1}$
	13.24.			$(\Delta p)^2 = m_E \cdot (W_{KE1} - W_{KE2}) \cdot \mu_r^2$	$\text{kg m s}^{-1}$
Ergibt sich aus der Gleichheitsbedingung in der Heisenbergschen Unschärferelation	13.25.			$(\Delta p)^2 = \frac{h^2}{(4\pi \Delta P)^2}$	$\text{kg}^2 \text{m}^2 \text{s}^{-2}$
Ergibt sich aus $W = h \cdot f$	13.26.			$h^2 = (W_{ab} \cdot \Delta t)^2$	$\text{J}^2 \text{s}^2$
	13.27.			$h^2 = (\Delta p)^2 \cdot 16 \pi^2 \cdot (\Delta P)^2$	$\text{kg}^2 \text{m}^4 \text{s}^{-2} = (\text{Nms})^2 = \text{J}^2 \text{s}^2$
h als „unscharfe Energie“ mal Zeit → „Das Quartett“	13.28.			$(W_{a_u} \cdot \Delta t)^2 = m_E \cdot (W_{KE1} - W_{KE2}) \cdot \mu_r^2 \cdot 16 \pi^2 \cdot (\Delta P)^2$	$\text{J}^2 \text{s}^2$
	13.29.			$W_{a_u} \cdot \Delta t = \{m_E \cdot (W_{KE1} - W_{KE2})\}^{1/2} \cdot \mu_r \cdot 4\pi \cdot \Delta P$	$\text{Js}$
	13.30.			$W_{a_u} = \{m_E \cdot (W_{KE1} - W_{KE2})\}^{1/2} \cdot \mu_r \cdot 4\pi \cdot c$	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} = \text{Nm} = \text{J}$
→ „Das Quartett“ Formeln zu „Heisenberg / Einstein“	13.31.			$W_a = \frac{W_{a_u}}{4\pi}$	$\text{J}$
	13.32.			$W_a = \{m_E \cdot (W_{KE1} - W_{KE2})\}^{1/2} \cdot \mu_r \cdot c$	$\text{J}$
	13.33.			$W_a = \{m_E \cdot (W_{KE1} - W_{KE2})\}^{1/2} \cdot \mu_r \cdot 2\pi \cdot f_r \cdot \Delta P \cdot N$	$\text{J}$
Thomsonsche Schwingungsgleichung	13.34.			$W_a = \frac{\{m_E \cdot (W_{KE1} - W_{KE2})\}^{1/2} \cdot \mu_r \cdot 2\pi \cdot \Delta P \cdot N}{2\pi \cdot (L \cdot C)^{1/2}}$	$\text{J}$

Umformung zur Aufhebung der Wurzeln	13.35.			$W_{a^2} = \frac{m_E \cdot (W_{KE1} - W_{KE2}) \cdot \mu_r^2 \cdot (\Delta P)^2 \cdot N^2}{L \cdot C}$	$N^2 m^2$
Aufschlüsselung der Induktivität >L< und der Kapazität >C< → „Das Licht“	13.36.			$W_{a^2} = \frac{m_E \cdot (W_{KE1} - W_{KE2}) \cdot \mu_r^2 \cdot (\Delta P)^2 \cdot N^2}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2 \cdot \Delta P \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \Delta P}$	$N^2 m^2$
Gekürzte Gleichung 13.36	13.37.			$W_{a^2} = \frac{m_E \cdot (W_{KE1} - W_{KE2}) \cdot \mu_r}{\mu_0 \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r}$	$N^2 m^2$
Allgemein anerkannte Beziehung	13.38.			$c^2 = \frac{1}{\mu_0 \cdot \epsilon_0}$	$m \cdot s^{-1}$
Differenz zwischen zwei Energieniveaus	13.39.			$\Delta W_k = W_{KE1} - W_{KE2}$	$Nm$
Schlussfolgerung aus 13.22	13.40.	13.22		$(\Delta p)^2 = m_E \cdot \Delta W_k \cdot \mu_r^2$	$kg^2 \cdot m^2 \cdot s^{-2}$
$(\Delta p)^2 / \mu_r$ entspricht dem Zähler des Bruches in 13.37	13.41.	13.38. 13.40.	13.37.	$W_{a^2} = \frac{(\Delta p)^2 \cdot c^2}{\mu_r \cdot \epsilon_r}$	$N^2 m^2$
	13.42.			$W_a = \frac{\Delta p \cdot c}{(\mu_r \cdot \epsilon_r)^{1/2}} \quad kg \cdot m \cdot s^{-1} \cdot m \cdot s^{-1} = kg \cdot m^2 \cdot s^{-2} = Nm$	
Neue Gleichung zur Lichtgeschwindigkeit → „Das Licht“	13.43.			$W_a = \frac{\Delta p \cdot 2\pi \cdot f_r \cdot \Delta P \cdot N}{(\mu_r \cdot \epsilon_r)^{1/2}}$	$Nm = J$
Abgegebene Energie beim Quantensprung	13.44.			$W_a = h \cdot f$	$J$
	13.45.	13.43 13.44		$h \cdot f = \frac{\Delta p \cdot 2\pi \cdot f_r \cdot \Delta P \cdot N}{(\mu_r \cdot \epsilon_r)^{1/2}}$	$J$

	13.46.	13.45		$\frac{f}{f_r} = \frac{\Delta p \cdot 2\pi \cdot \Delta P \cdot N}{h \cdot (\mu_r \cdot \epsilon_r)^{1/2}}$	1
Gleichheitsbedingung der Heisenberg'schen Unschärferelation	13.47.			$\Delta p \cdot \Delta P = \frac{h}{4\pi}$	Js
Größerbedingung der Heisenberg'schen Unschärferelation	13.48.			$\Delta p \cdot \Delta P > \frac{h}{4\pi}$	Js
	13.49.	13.47		$4\pi \cdot \Delta p \cdot \Delta P = h$	Js
13.49 in 13.46 eingesetzt und gekürzt	13.50.	13.49	13.46	$\frac{f}{f_r} = \frac{N}{2 \cdot (\mu_r \cdot \epsilon_r)^{1/2}}$	1
$>h$ ohne „Unschärfe $4\pi$ “ in 13.46 eingesetzt und gekürzt	13.51.			$\frac{f}{f_r} = \frac{2\pi \cdot N}{(\mu_r \cdot \epsilon_r)^{1/2}}$	1
Definition zur Abgrenzung	13.52.			$\Delta P = r$	m
	13.53.	13.43		$W_a = \frac{\Delta p \cdot 2\pi \cdot f_r \cdot r \cdot N}{(\mu_r \cdot \epsilon_r)^{1/2}}$	J
	13.54.			$\Delta p = \frac{W_a \cdot (\mu_r \cdot \epsilon_r)^{1/2}}{2\pi \cdot f_r \cdot r \cdot N}$	kg m s <sup>-1</sup>

> $\Delta P_T$ < tolerierte Aufenthaltsorte von Elektronen als Positionsdifferenz zur idealen Bahn gemäß der Heisenbergschen Unschärferelation	13.55.	13.47		$\Delta p = \frac{h}{4\pi \cdot \Delta P_T}$	kg m s <sup>-1</sup>
	13.56.	13.54	13.55	$\frac{h}{4\pi \Delta P_T} = \frac{W_a \cdot (\mu_r \cdot \epsilon_r)^{1/2}}{2\pi \cdot f_r \cdot r \cdot N}$	Js / m
	13.57.			$\frac{h}{W_a} = \frac{4\pi \cdot \Delta P_T \cdot (\mu_r \cdot \epsilon_r)^{1/2}}{2\pi \cdot f_r \cdot r \cdot N}$	s
Ergibt sich aus Umformung von $W = h \cdot f$	13.58.			$\frac{1}{f} = \frac{2 \cdot \Delta P_T \cdot (\mu_r \cdot \epsilon_r)^{1/2}}{f_r \cdot r \cdot N}$	s
	13.59.			$\frac{f_r}{f} = \frac{2 \cdot \Delta P_T \cdot (\mu_r \cdot \epsilon_r)^{1/2}}{r \cdot N}$	1
Bildung des Kehrwertes	13.60.			$\frac{f}{f_r} = \frac{r \cdot N}{2 \cdot \Delta P_T \cdot (\mu_r \cdot \epsilon_r)^{1/2}}$	1
> $4\pi$ < ist in den Ableitungen zu > $\Delta P_T$ < enthalten. Deshalb wird 13.51 und nicht 13.50 angewendet. Bei Anwendung von 13.50 ist > $r$ < = > $\Delta P_T$ <. Demzufolge wäre keine Toleranz vorhanden, was im Widerspruch zur Heisenbergschen Unschärferelation stände.	13.61.	13.51.	13.60.	$\frac{2\pi \cdot N}{(\mu_r \cdot \epsilon_r)^{1/2}} = \frac{r \cdot N}{2 \cdot \Delta P_T \cdot (\mu_r \cdot \epsilon_r)^{1/2}}$	1

	13.62.			$2\pi = \frac{r}{2 \cdot \Delta P_T}$	1
	13.63.			$4\pi = \frac{r}{\Delta P_T}$	1
Erlaubte Abweichung von der idealen Umlaufbahn $\Delta r$	13.64.			$\Delta P_T = \frac{r}{4\pi}$	m
Bei Resonanz eines Schwingkreises ist $\Delta f_r$ zu $\Delta f$ einer Welle gleich 1. Bei Interferenz ist dementsprechend das Produkt aus dem Frequenzgang der Grundwelle mit dem Frequenzgang der Reflektionswelle = 1.	13.65.			$\frac{f_r}{f} \cdot \frac{f}{f_r} = 1$	1
	13.66.	13.51. 13.59.	13.65.	$\frac{2\pi \cdot N}{(\mu_r \cdot \epsilon_r)^{1/2}} \cdot \frac{2 \cdot \Delta P_T \cdot (\mu_r \cdot \epsilon_r)^{1/2}}{r \cdot N} = 1$	1
Gemeinsame Grenze des erlaubten Aufenthaltsortes und dem Beginn der Interferenz.	13.67.			$\Delta P_T = \Delta P_I$	1
	13.68.	13.67.	13.66.	$\frac{4\pi \cdot \Delta P_I}{r} = 1$	1
Aus $\Delta P_I$ folgt der Bahnradius	13.69.			$\Delta P_I = r_I$	m

bei Interferenz $\Delta r <$				$4\pi$	
Ergibt sich aus der Dimensionsgleichung	13.70.			$h = m \cdot (\Delta P)^2 \cdot f$	$\text{Js} = \text{Nm s} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$
Kreisgeschwindigkeit	13.71.			$v = 2\pi \cdot f \cdot r$	$\text{m / s}$
Materiewellenlänge nach de Broglie	13.72.			$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$	$\text{m}$
	13.73.	13.70 13.71	13.72	$\lambda = \frac{m \cdot (\Delta P)^2 \cdot f}{m \cdot 2\pi \cdot f \cdot r}$	$\text{m}$
	13.74.			$\lambda = \frac{(\Delta P)^2}{2\pi \cdot r}$	$\text{m}$
Definition der Positionsdifferenz als Positionsdifferenz bei Interferenz	13.75.			$(\Delta P)^2 = (\Delta P)^2$	$\text{m}$
Bahnradius bei Interferenz als Umformung aus 13.68	13.76.	13.68		$\lambda = \frac{r^2 \cdot 1}{16\pi^2 \cdot 2\pi \cdot r}$	$\text{m}$



	13.77.			$r_i^2 = \lambda * 16\pi^2 * 2\pi * r$	$m^2$
	13.78.	13.74	13.77	$r_i^2 = \frac{(\Delta P)^2 * 16\pi^2 * 2\pi * r}{2\pi * r}$	$m^2$
	13.79.			$r_i^2 = (\Delta P)^2 * 16\pi^2$	$m^2$
	13.80.			$r_i = \Delta P * 4\pi$	$m$
	13.81.			$\frac{r_i}{\Delta P} = 4\pi$	$1$
Schlussfolgerung, dass der Bahnradius bei Interferenz und die Bahntoleranz eine gemeinsame Grenze haben	13.82.	13.63 13.81		$\frac{r_i}{\Delta P} = 4\pi = \frac{r}{\Delta P_T}$	$1$

