

Compositeness and spatial extension of fundamental particles in a circular extra space

Hans-Dieter Herrmann — Berlin

<https://www.dpg-verhandlungen.de/year/2025/conference/goettingen/part/t/session/88/contribution/5?lang=en>

Abstract

A particle model is proposed living in space-time as well as in an extra space complementing space-time, called basic space. The models in basic space called 'birotons' consist of two 'rotons' with nearly equal masses. Birotons have a composited spin of $1/2 \hbar$ and show four spinor-like states. The rotons perform a circular motion with a 4π - resp. a 2π -cycle. This geometric difference causes a symmetry violation corresponding to the weak parity violation. The mass symmetry and the spin-asymmetry between the two rotons represent an internal super-symmetry. The charge of the biroton is attached to only one of the two rotons, this results in gyromagnetic factors of 1 and 0 for the rotons, however nearly 2 for the biroton. The biroton has two modes of translation: a local mode (corpuscle-picture) and a nonlocal mode (corresponding to a picture of two parallel probability waves). In the nonlocal mode the rotons including their partial masses have different positions in space-time that causes quantum nonlocality as well as a nonlocal gravity of the same origin. The dual space-concept applied for the model construction has a philosophical foundation, see <https://philarchive.org/archive/HERACQ>.

Modelle für Fundamentarteilchen, die in einem zirkulären Extra-Raum aus Subkomponenten zusammengesetzt und räumlich ausgedehnt sind

Es wird ein Teilchenmodell vorgeschlagen, das sowohl in der Raumzeit als auch in einem Extra-Raum definiert ist, der die Raumzeit ergänzt und „Basisraum“ genannt wird. Die Modelle im Basisraum, genannt „Birotonen“, bestehen aus zwei Rotonen mit etwa gleichen Massen. Birotonen besitzen einen zusammengesetzten Gesamt-Spin von $\frac{1}{2} \hbar$ und weisen vier Spinor-ähnliche Zustände auf.

Die Rotonen führen kreisförmige Bewegungen aus, wobei sowohl ein Umlauf wie auch zwei Umläufe pro Zyklus auftreten (4π - bzw. 2π -Zyklus). Diese geometrische Differenz zwischen den Rotonen bewirkt eine Symmetrieverletzung, die der schwachen Paritätsverletzung entspricht. Die Massen-Symmetrie und Spin-Asymmetrie der beiden Rotonen stellt eine interne Supersymmetrie dar.

Die elektromagnetische Ladung des Birotons ist an nur eines der beiden Rotonen gekoppelt. Das bewirkt die gyromagnetischen Faktoren 1 und 0 für die Rotonen, aber etwa 2 für das Biroton.

Das Biroton hat zwei Modi der Translation in der Raumzeit: einen lokalen Modus, entsprechend dem Korpuskelbild, und einen nichtlokalen Modus, entsprechend dem Bild von zwei parallelen Wahrscheinlichkeitswellen. Im nichtlokalen Modus haben die beiden Rotonen – einschließlich ihrer Teilmassen – unterschiedliche Positionen in der Raumzeit. Dies bewirkt sowohl eine Quanten-Nichtlokalität wie auch eine nichtlokale (newtonsche) Gravitation, beides aus gleicher Ursache.

Das Zweiraum-Konzept, das bei der Konstruktion der Teilchenmodelle verwendet wurde, hat eine philosophische Grundlage, siehe <https://philarchive.org/archive/HERACQ>.

Compositeness and spatial extension of fundamental particles in a circular extra space

Hans-Dieter Herrmann

1. Introduction of the dual space concept
2. Local and nonlocal states during translation
3. The g – factor of composited particles
4. Mass enhanced by circulating charge clusters

Fig. 1: The talk deals with particle models existing in two spaces at the same time. A particle is considered as realized in space-time and as well in an extra ‘eigenspace’. Four steps of the model construction will be discussed in short:

- Lepton models without interaction in rest frame;
- lepton models with uniform translation in space-time,
- lepton models with electroweak properties, and
- the mass scale of mesons including strong interaction.

Abb. 1: Der Vortrag behandelt Teilchenmodelle, die gleichzeitig in zwei Räumen existieren. Es wird angenommen, dass ein Teilchen sowohl in der Raumzeit als auch in einem zusätzlichen ‚Eigenraum‘ realisiert ist. Vier Punkte der Modellentwicklung werden kurz vorgestellt:

- Lepton-Modelle ohne Wechselwirkung im Ruhssystem,
- Lepton-Modelle in gleichförmiger geradliniger Fortbewegung in der Raumzeit,
- Lepton-Modelle mit elektro-schwachen Wechselwirkungs-Eigenschaften und
- die Massenskala von Mesonen einschließlich der starken Wechselwirkung.

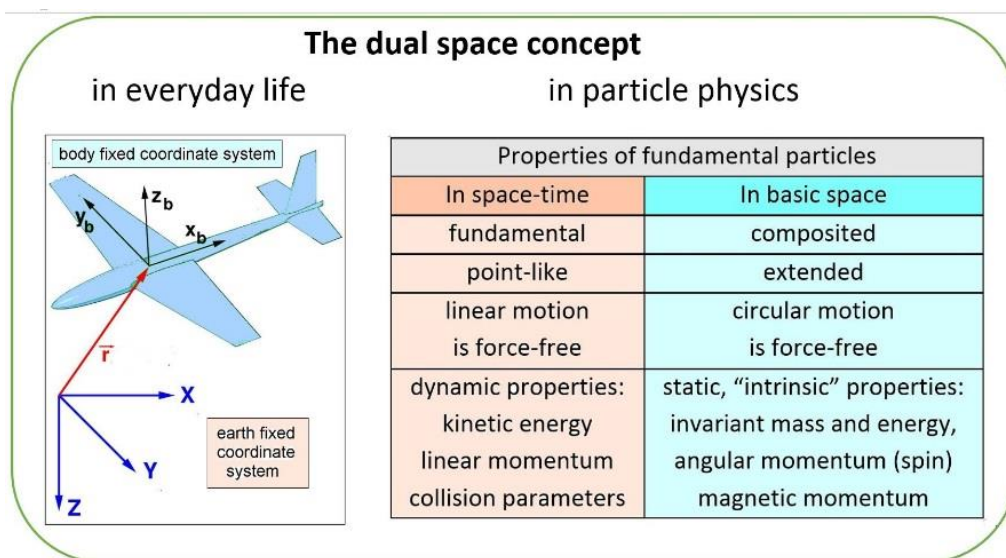


Fig. 2: A “dual space concept” is proposed, such that particle models get a twofold existence. They can be composited and extended in the eigenspace called ‘basic space’, while they are fundamental and point-like in space-time. The main characteristics of this twofold existence are listed in the table. An example from everyday life is given in the left panel. However, the body fixed eigenspace of a drone or a spinning top is embedded in space-time, an eigenspace of a particle is not.

Abb. 2: Es wird ein 'Zweiraum-Konzept' vorgeschlagen, nach dem die Teilchenmodelle eine zweifache Existenz erhalten. Sie sind zusammengesetzt und räumlich ausgedehnt in ihrem Eigenraum (Basisraum genannt), dagegen fundamental und annähernd punktförmig in der Raumzeit. Die wichtigsten Eigenschaften dieser zweifachen Existenz sind in der Tabelle zusammen gestellt. Ein alltägliches Beispiel ist links angegeben. Allerdings ist der körperfeste Eigenraum einer Drohne oder eines Kreisels in die Raumzeit eingebettet, der Eigenraum eines Partikels dagegen nicht.

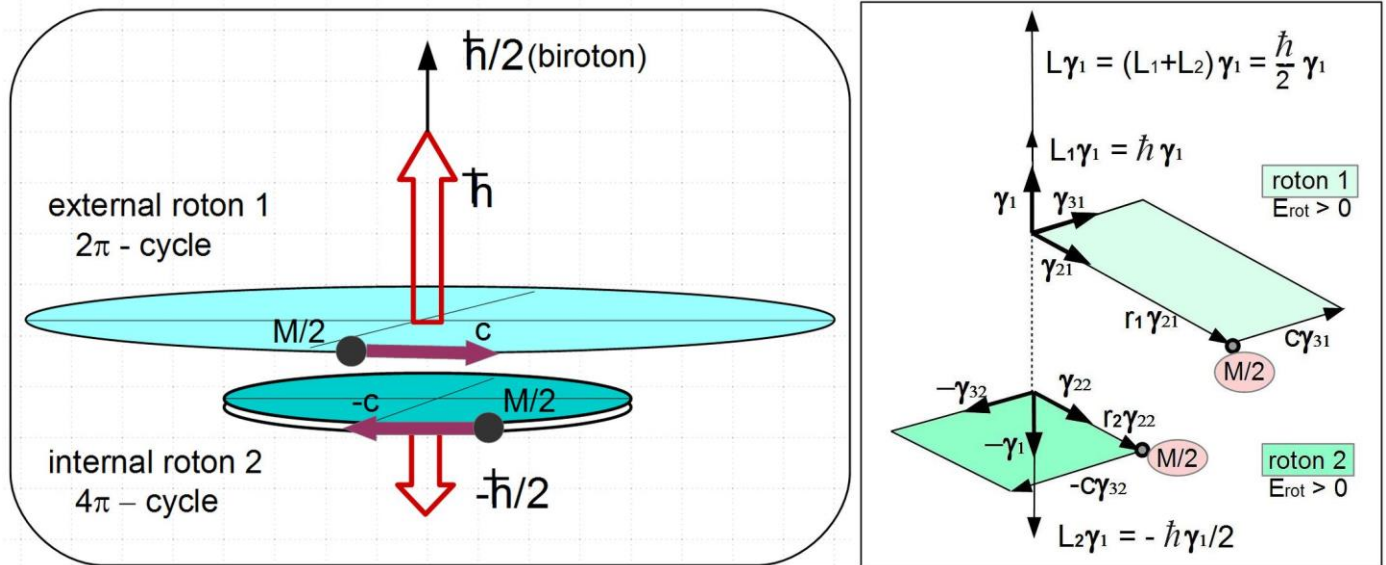


Fig. 3: A birotion is assumed as a composited particle model living in basic space. The birotion has different properties of a Dirac - particle, for instance a 4π - cycle of the internal roton.

The two partial spins $\hbar$ and $-\hbar/2$ of the rotors add up to the total spin $\hbar/2$ of the birotion. The two partial masses of the rotors consist of mass quanta. The circular velocities $+c$ and $-c$ of the roton masses correspond to the eigenvalues in the Dirac - theory belonging to the 'Zitterbewegung'. The symmetry of partial masses and the asymmetry of spin components of the rotors reveal some kind of internal supersymmetry between them.

The circulation planes of the rotors represent two separate anticommutative two-dimensional vector spaces. Gamma-matrices are used as unit vectors. The two-dimensional circulation planes, the common spin axis and the time coordinate result in a total of six dimensions of the birotion.

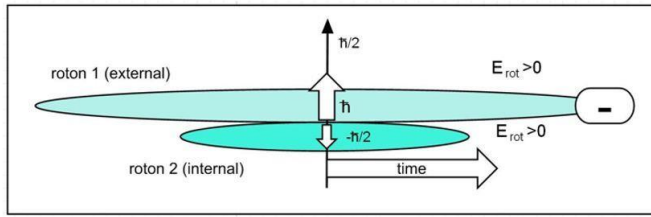
The length of one cycle, that means the circumference of the external roton, is equal to the Compton wave length.

Abb. 3: Als zusammengesetztes Teilchenmodell im Basisraum wird das Birotion angenommen. Es besitzt verschiedene Eigenschaften eines Dirac-Teilchens, zum Beispiel einen 4π -Zyklus des inneren Rotons. Die Teilspins $\hbar$ und $-\hbar/2$ der Rotonen ergeben den Gesamtspin $\hbar/2$ des Birotions. Die Teilmassen der Rotonen bestehen aus Massequanten. Die zirkulären Geschwindigkeiten $+c$ und $-c$ entsprechen den Eigenwerten der Dirac-Theorie für die Geschwindigkeiten der 'Zitterbewegung'. Die Symmetrie der Teilmassen und die Asymmetrie der Teilspins der Rotonen sind die Anzeichen einer internen Supersymmetrie.

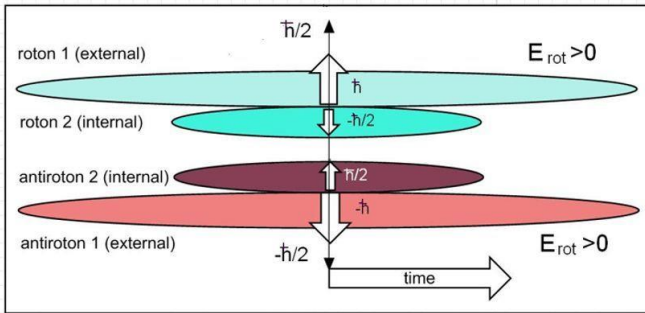
Die grün markierten Rotationsebenen auf dem rechten Teil der Abbildung bilden zwei getrennte antikommutative zweidimensionale Vektorräume. Als Einheitsvektoren fungieren Gamma-Matrizen. Die zwei Dimensionen der beiden Rotationsebenen, die gemeinsame Spinachse und die Zeitkoordinate ergeben insgesamt sechs Dimensionen des Birotions.

Die Zykluslänge, das heißt der Kreisumfang des externen oder der doppelte Kreisumfang des internen Rotons, ist gleich der Compton-Wellenlänge des Teilchens.

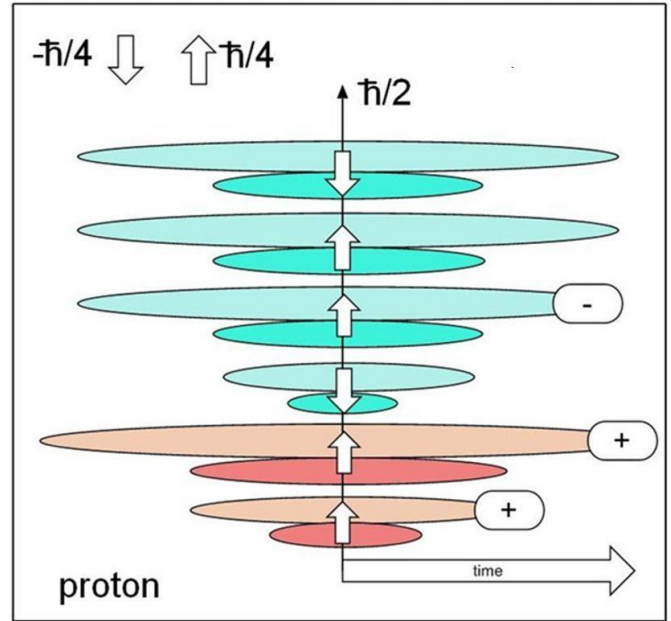
N rotons per particle require an eigenspace with $D = 2N + 2$ dimensions



Lepton model: $N = 2$; $D = 6$



Meson model: $N = 4$; $D = 10$



Baryon model: $N = 12$; $D = 26$

Fig. 4: Three models show the critical dimensions of different string theories, however without strings. The eigenspaces of particles are determined by rotons. These eigenspaces have four dimensions: A two-dimensional circulation plane (colored ellipse), a spin axis and a time coordinate. The lepton model consists of one biroton with the total spin $\hbar/2$, the sum of the roton spins $+\hbar$, $-\hbar/2$. The biroton has 6 dimensions, the same number as the so called ‘little string theories’. The meson model consists of a biroton (spin $\hbar/2$) and an anti-biroton (spin $+\hbar/2$ or $-\hbar/2$), shown is a mass-symmetric pseudoscalar meson. It has 10 dimensions, known from superstring-theories. Baryon models need 6 birotons and 26 dimensions, the critical number of bosonic string theories. Each baryonic biroton such as the proton model presented in the figure has a quarter valued spin. These unusual assumptions are needed for the modelling of the magnetic moment anomalies of baryons.

Abb. 4: Drei Modelle besitzen die kritischen Dimensionen verschiedener String-Theorien, allerdings ohne Strings. Die Eigenräume der Teilchen werden durch Rotonen bestimmt. Diese Eigenräume besitzen 4 Dimensionen: Eine zweidimensionale Kreiselebene (farbige Ellipse), eine Spinachse und eine Zeit-Koordinate. Das Lepton-Modell besteht aus einem Biroton mit Gesamtspin $\hbar/2$, gebildet als Summe der Rotonenspins $+\hbar$, $-\hbar/2$. Das Biroton hat 6 Dimensionen wie auch die sogenannten ‘kleinen’ String-Theorien. Das Meson-Modell besteht aus einem Biroton mit Spin $\hbar/2$ und einem Anti-Biroton mit Spin $+\hbar/2$ oder $-\hbar/2$. Es ist ein masse-symmetrisches pseudoskalares Meson dargestellt. Das Meson-Modell hat 10 Dimensionen wie auch die ‘Superstring’ – Theorien. Baryon-Modelle wie das dargestellte Modell des Protons erfordern 6 Birotonen mit 26 Dimensionen, die kritische Anzahl für ‘bosonische’ String-Theorien. Jedes baryonische Biroton hat den Spin $\hbar/4$. Diese ungewöhnlichen Annahmen werden erzwungen durch die anomalen magnetischen Momente der Nukleonen und weiterer Baryonen.

Probability definitions

Symbol	Probability of
R_i^2	roton i without translation
β_i^2	roton i with translation
$R^2 = R_1^2 R_2^2$	biroton without translation
$\beta^2 = \beta_1^2 + \beta_2^2 - \beta_1^2 \beta_2^2$	biroton with translation

Equations of squared quantities

$(\frac{E_0}{E})^2 + (\frac{cp}{E})^2 = 1$	Energy - momentum - eq.
$R^2 + \beta^2 = 1$	Probability equation

Equations of linear quantities

$R^2 + \beta_1^2 + \beta_2^2(1 - \beta_1^2) - 1 = 0$	biroton	$R_1^2 R_2^2 + \beta^2 - 1 = 0$
$(R\gamma_0 + \beta_1\gamma_1 + \beta_2\sqrt{1 - \beta_1^2}\gamma_2 - 1) \times$	roton 1	$(R_1^2\gamma_0 + \beta_{\parallel 1}\gamma_{\parallel} - 1) \times$
$(R\gamma_0 + \beta_1\gamma_1 + \beta_2\sqrt{1 - \beta_1^2}\gamma_2 + 1) = 0$	roton 2	$(R_2^2\gamma_0 + \beta_{\parallel 2}\gamma_{\parallel} + 1) = 0$

Local mode:

observable, $D = 4$:

$$R \Rightarrow \frac{E_0}{E}; \tau = Rt$$

$$\beta_1 \Rightarrow \frac{cp_1}{E}; \beta_2 \Rightarrow \frac{cp_2}{E}$$

$$\vec{p}_1 \perp \vec{p}_2$$

Nonlocal mode:

not directly observable, $D = 6$:

$$R_1 \Rightarrow \frac{E_{01}}{E}; R_2 \Rightarrow \frac{E_{02}}{E}; \tau_1 \neq \tau_2$$

$$\beta \Rightarrow \frac{cp}{E}; \beta_{\parallel 1} \Rightarrow \frac{cp_1}{E}; \beta_{\parallel 2} \Rightarrow \frac{cp_2}{E}$$

$$\tilde{p}_1 \parallel \tilde{p}_2$$

Fig. 5: During the next step, we consider stochastic linear translational events in addition with the deterministic spin-rotational events. The probability β^2 exists for the occurrence, the probability R^2 for the absence of a translational step during the next cycle. Consequently, the sum of both equals unity. The probabilistic equation in basic space is equivalent to the relativistic energy – momentum equation in space-time.

Abb. 5: Im nächsten Schritt betrachten wir stochastische lineare Translations-Ereignisse zusätzlich zu den deterministischen Spin-rotations-Ereignissen. Die Wahrscheinlichkeit β^2 gilt für das Auftreten, die Wahrscheinlichkeit R^2 für das Nicht-Auftreten eines translatorischen Ereignisses im nächsten Zyklus. Logischerweise ergänzen sich beide Wahrscheinlichkeiten zu 1.

Die mathematische Beziehung zwischen den Wahrscheinlichkeitsgrößen im Basisraum ist äquivalent zur relativistischen Energie – Impuls – Beziehung in der Raumzeit.

Equations of linear quantities

$R^2 + \beta_1^2 + \beta_2^2(1 - \beta_1^2) - 1 = 0$
$(R\gamma_0 + \beta_1\gamma_1 + \beta_2\sqrt{1 - \beta_1^2}\gamma_2 - 1) \times$
$(R\gamma_0 + \beta_1\gamma_1 + \beta_2\sqrt{1 - \beta_1^2}\gamma_2 + 1) = 0$

biroton	$R_1^2 R_2^2 + \beta^2 - 1 = 0$
roton 1	$(R_1^2 \gamma_0 + \beta_{\parallel 1} \gamma_{\parallel} - 1) \times$
roton 2	$(R_2^2 \gamma_0 + \beta_{\parallel 2} \gamma_{\parallel} + 1) = 0$

where $\bar{R}_1^2 = \bar{R}_2^2$ and $\bar{\beta}_{\parallel 1} = \bar{\beta}_{\parallel 2} = \beta$
averaged over a coherence length

Local mode,

rotil R connects the rotons,
 p splits into **two vector components**

observable, $D = 4$:
$R \Rightarrow \frac{E_0}{E}; \tau = Rt$
$\beta_1 \Rightarrow \frac{cp_1}{E}; \beta_2 \Rightarrow \frac{cp_2}{E}$
$\vec{p}_1 \perp \vec{p}_2$

Corpuscle picture

Nonlocal mode,

transil β connects the rotons,
 E_0 splits into **two structural components**

not directly observable, $D = 6$:
$R_1 \Rightarrow \frac{E_{01}}{E}; R_2 \Rightarrow \frac{E_{02}}{E}; \tau_1 \neq \tau_2$
$\beta \Rightarrow \frac{cp}{E}; \beta_{\parallel 1} \Rightarrow \frac{cp_1}{E}; \beta_{\parallel 2} \Rightarrow \frac{cp_2}{E}$
$\vec{p}_1 \parallel \vec{p}_2$

Wave picture (2 parallel waves)

Fig. 6: Two methods of linearization of the probabilistic equation result in two states of the biroton in space-time. The left side panels provide the ‘corpuscle’ picture of an object unified by a common ‘rotil’ R and characterized by two different ‘transil’ components (relative velocities) β_1 and β_2 . This represents a relativistic point-like particle with two orthogonal momentum components.

The right side panels describe an object with a common ‘transil’ β and decoupled proper times of the two rotons. Over long distances, the decoupling is limited by the condition $R_1^2 = R_2^2$. The biroton cannot be localized in space-time, it is in ‘nonlocal mode’. The independent, but entangled behavior of the two rotons represents the wave picture of the particle, where the two rotons realize two parallel probability - waves $\hat{p}_1$ and $\hat{p}_2$.

Abb. 6: Zwei Methoden der Linearisierung der Wahrscheinlichkeits – Beziehung führen zu zwei Zuständen des Birotons in der Raumzeit. Die linke Seite der Abbildung ergibt das ‚Korpuskel‘-Bild eines Objekts mit gemeinsamem ‚Rotil‘ R und zwei verschiedenen ‚transil‘ – Komponenten β_1 und β_2 . Dieses Objekt stellt ein annähernd punktförmiges Partikel dar mit zwei orthogonalen Impuls-Komponenten.

Die rechte Seite beschreibt ein Objekt mit einer gemeinsamen relativen Geschwindigkeit β , aber entkoppelten Rotilen R_1 und R_2 der Rotonen. Dieser entkoppelte Zustand kann nur begrenzt existieren, über längere Distanzen muss $R_1^2 = R_2^2$ gelten. Das Biroton kann in der Raumzeit nicht lokalisiert werden, es ist im ‚nichtlokalen Modus‘. Das unabhängige, aber verschränkte Verhalten der beiden Rotonen stellt das Wellenbild des Partikels dar. Die beiden Rotonen realisieren zwei parallele Wahrscheinlichkeitswellen $\hat{p}_1$ und $\hat{p}_2$.

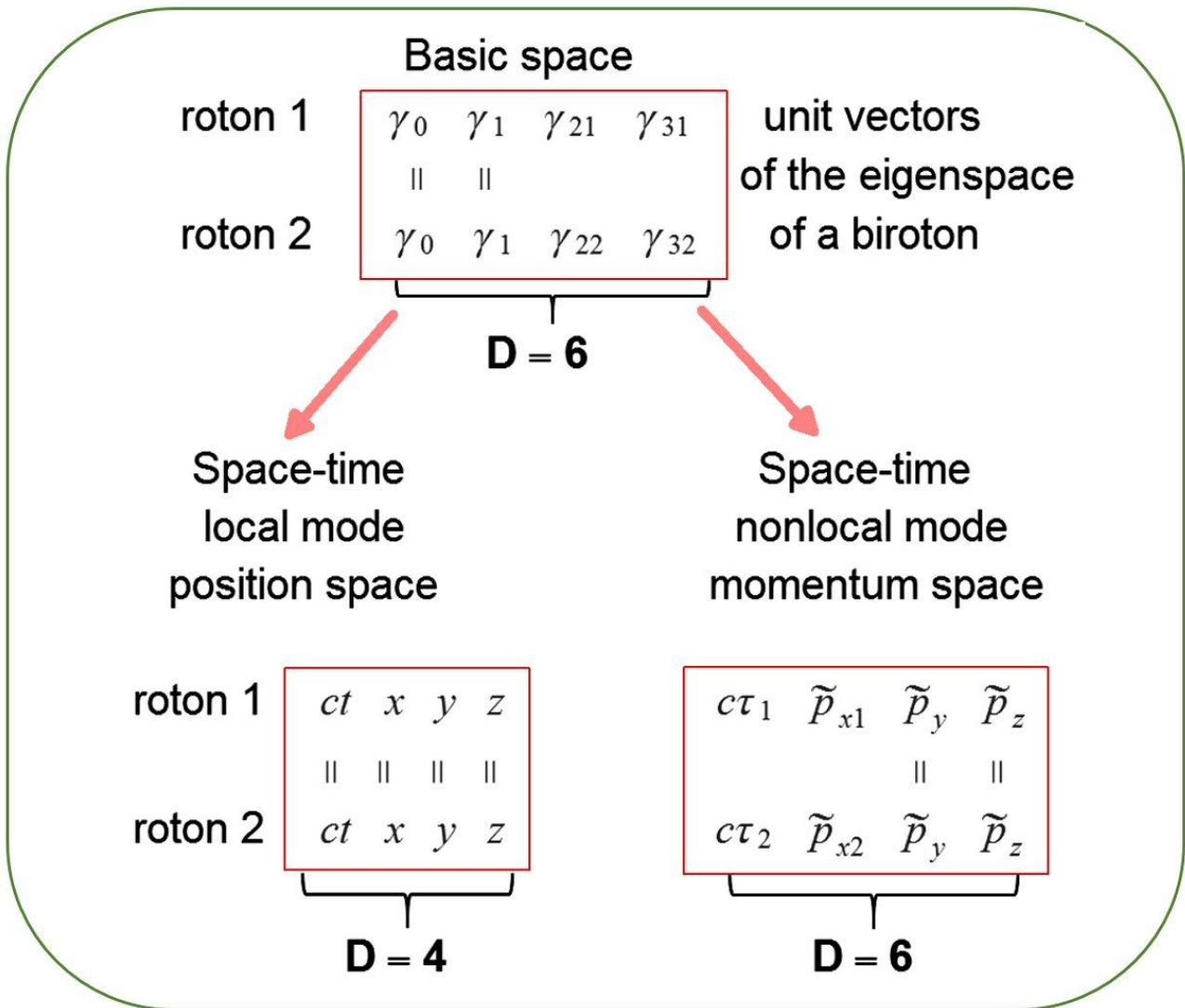


Fig. 7: The six dimensions of the biroton in basic space transform into four dimensions in the local mode, corresponding to a relativistic point-like particle in space-time. The biroton retains six dimensions in its nonlocal mode, corresponding in Quantum Mechanics to a superposition of quantum states which can be handled best in momentum representation. The biroton exists in space-time temporarily in form of two parallel matter waves, not a single one. That could help to explain its behavior in double-slit experiments.

Abb. 7: Das Biroton mit 6 Dimensionen im Basisraum erscheint im lokalen Modus als relativistisches Punkt-Teilchen in der vierdimensionalen Raumzeit. Im nichtlokalen Modus behält das Biroton sechs Dimensionen auch in der Raumzeit, was in der Quantenmechanik als Superposition von Quantenzuständen erscheint, die am besten im Impulsraum dargestellt werden können. Das Biroton existiert in der Raumzeit zeitweilig in Form von zwei parallelen Materiewellen, nicht einer einzelnen, was zur Erklärung des Verhaltens bei Doppelspalt-Experimenten beitragen könnte.

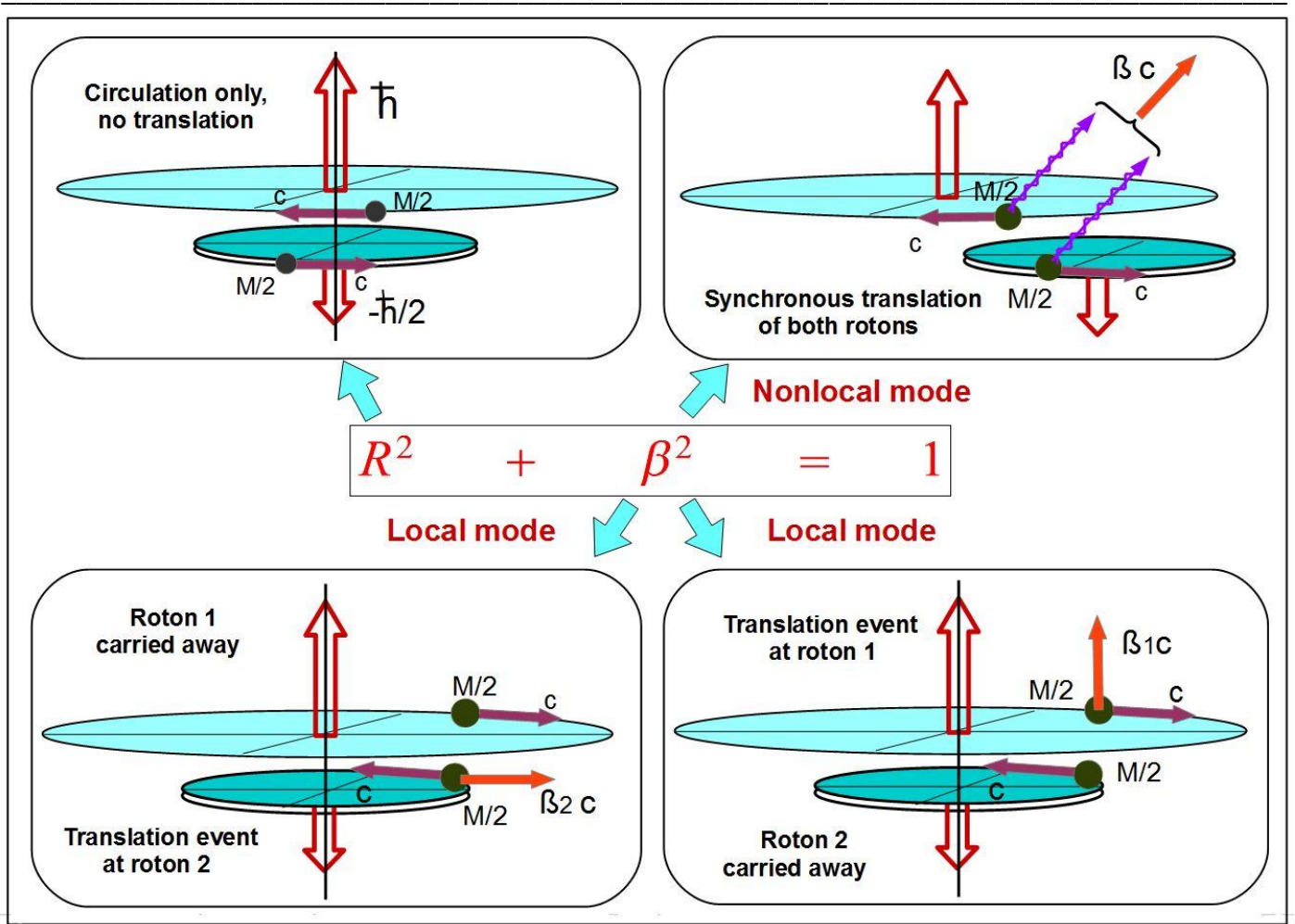
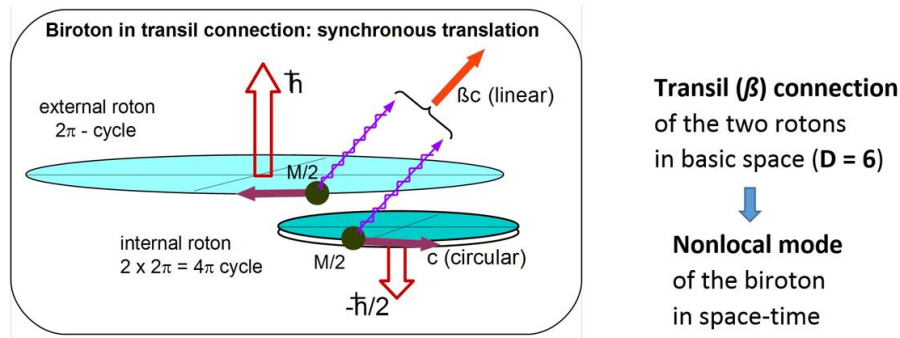


Fig. 8: Geometric representation of four alternating states of the biroton during the intermittent process of translation. The upper left panel shows the absence of a translational step. The upper right panel represents the translational connection (nonlocal mode). The common relative velocity β appears as the result of synchronous and parallel translational steps of both rotors. The lower row shows the two variants of the rotational connection (local mode), where one of the two rotors produces one of the two orthogonal velocity – components. The second inactive rotor is taken away.

The left lower panel, with the one-dimensional component $\beta_2 c$ within the circulation plane, is equivalent to two spatial dimensions in space-time, because the plane has two dimensions. Thus the two variants of the local mode appear in space-time as an object with three spatial dimensions.

Abb. 8: Geometrische Darstellung der vier Zustände, die das Bioroton alternierend während der Translation einnimmt. Das Feld oben links zeigt den Zustand ohne Translations-Schritte. Oben rechts wird die Translations-Verbindung gezeigt, die zum nichtlokalen Modus gehört. Die gemeinsame relative Geschwindigkeit β erscheint als Ergebnis von synchronen und parallelen Translations-Schritten beider Rotoren. Die untere Reihe zeigt die Rotations-Verbindung, bei der eines der beiden Rotoren eine der beiden orthogonalen linearen Geschwindigkeits-Komponenten erzeugt, während das andere Roton inaktiv bleibt und mitgeführt wird. Das Bild unten links, wo $\beta_2 c$ innerhalb der Rotationsebene liegt, entspricht zwei räumlichen Dimensionen in der Raumzeit, weil die Ebene zweidimensional ist. Damit erscheinen die zwei Varianten des lokalen Modus in der Raumzeit als ein Objekt mit drei Raumdimensionen.



Two different inobservable positions ($D = 6$) in space-time ($D = 4$):

two rotors can pass through different slits of a double-slit experiment.

Quantum nonlocality: QM provides a coherent superposition of wave packets in position space.

Partial waves show interference. "Particle picture" is not applicable.

Nonlocal gravity: Newtonian gravity provides a superposition of gravitational fields

caused by the partial masses of the rotors, but their positions are inobservable.

Detection of the biroton requires the transition from nonlocal mode $\rightarrow$ local mode = particle state ($D = 4$).

"Wave-function collapse"

Fig. 9: The Fig. contains the geometric representation of the nonlocal mode of a biroton and the physical consequences such as quantum nonlocality and nonlocal Newtonian gravity. The conditions of a 'detection' of the biroton in space-time refers to the so-called 'measurement problem' of Quantum Mechanics.

Abb. 9: Die Abb. zeigt das geometrische Modell des nichtlokalen Modus eines Birotons und die physikalischen Folgerungen, insbesondere Quanten-Nichtlokalität und nichtlokale Newtonsche Gravitation. Die angegebenen Bedingungen für eine 'Detektion' des Birotons in der Raumzeit haben Bezug zum sogenannten 'Messproblem' der Quantenmechanik.

Circulation of	Basic space quantity	Space-time quantity	mass relation
mass	$E_{rot} = \frac{1}{2}Mc^2$	$E = mc^2$	$\frac{1}{2}M \Rightarrow m$
□	rotational energy $\Rightarrow$ invariant (rest) energy		halved
charges	$E_C = \frac{a\hbar c}{2\pi r} = \frac{a}{\pi}Mc^2$	$E_C = \frac{a}{\pi}mc^2$	$M \Rightarrow m$
□	Coulomb energy $\Rightarrow$ self energy of charges		conserved
mass + charges	$E_{rot+C} = \frac{1}{2}Mc^2(1 + \frac{a}{\pi})$	$E_0 = mc^2(1 + \frac{a}{\pi})$	$\frac{1}{2}M \Rightarrow m$
□	combined energy if charges fixed to masses		halved
mass + em charge	$E_{rot+C} = \frac{1}{2}Mc^2 + \frac{a}{\pi}Mc^2$	$E_0 = mc^2(1 + 2\frac{a}{\pi})$	$\frac{1}{2}M \Rightarrow (1 + \frac{a}{\pi})m$
□	combined energy if em charge independent		mixed

Fig. 10: The next step includes the circulation of charges together with masses or independently. The energy conservation between basic space and space-time leads to different mass relations for circulating charges or masses. Masses are halved if rotational energy (in basic space) is conserved as invariant (rest) energy in space-time. However, if an electromagnetic (em) charge circulates independently of the masses, then the mass equivalent of its Coulomb self-energy is conserved.

Abb. 10: Im nächsten Schritt werden zirkulierende Ladungen betrachtet, die zusammen mit Massen oder unabhängig rotieren. Die Energieerhaltung führt für zirkulierende Ladungen einerseits und für Massen andererseits zu unterschiedlichen Masse-Relationen. Die rotierende Masse wird halbiert, wenn die Rotationsenergie (im Basisraum) in Form von invarianter Ruhenergie (in der Raumzeit) erhalten bleibt. Im Gegensatz dazu bleibt das Masse-Äquivalent unverändert, das der Coulomb-Energie einer elektromagnetischen (em) Ladung entspricht, die unabhängig von den Massen zirkuliert.

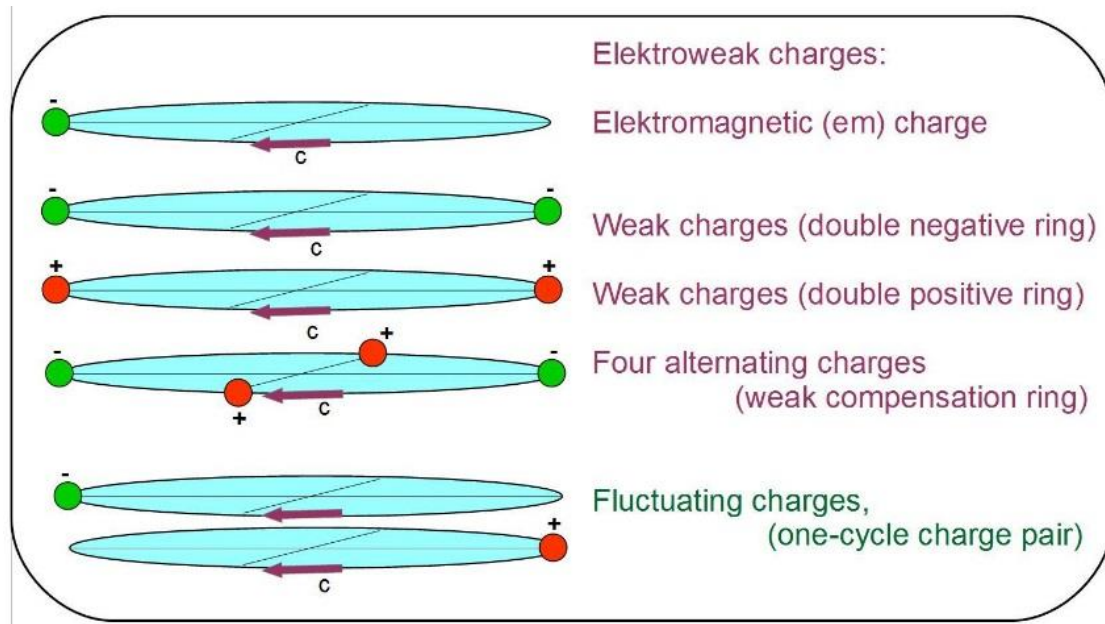


Fig. 11: Integer elementary charges circulate besides mass quanta, organized in charged rings. Four types of charged rings determine the interaction capabilities of a particle. An electromagnetic (em) charge has a self distance of one cycle (one circumference of the external roton, two of the internal roton). The self-distance of circulating charges is always nonzero, thus singularities do not occur. Two double rings realize the capabilities of weak interaction, their charge distance is one half cycle.

Charge pairs consisting of one positive and one negative charge jump between the rings of a roton after each completed cycle. Such 'fluctuating' charges provide an internal structural coupling. They possibly correspond to the virtual electron – positron pairs which appear in Feynman graphs of self-interaction. The self energy of circulating charges contributes to the total rotational energy and therefore to the particle mass.

Abb. 11: Ganzzahlige Elementarladungen zirkulieren zusammen mit den Massequanten und sind in Ringen gegliedert. Vier Ringtypen bestimmen die Wechselwirkungs-Möglichkeiten eines Teilchens. Eine elektromagnetische (em) Ladung hat einen Selbstabstand von einem Zyklus (gleich dem Umfang des externen Rotons und dem doppeltem Umfang des internen Rotons). Der Selbstabstand zirkulierender Ladungen wird niemals null, so dass keine Singularitäten auftreten können. Zwei Doppelringe realisieren die Fähigkeit zur schwachen Wechselwirkung, bei ihnen ist der Ladungsabstand gleich einem halben Zyklus.

Ladungspaare, die aus einer positiven und einer negativen Ladung bestehen, springen zwischen den Ringen eines Rotons nach jedem vollendeten Zyklus. Solche 'fluktuierenden' Ladungspaare bewirken eine interne strukturelle Kopplung. Sie entsprechen möglicherweise den virtuellen Elektron-Positron-Paaren, die in Feynman-Graphen der Selbstwechselwirkung auftreten. Die Selbstenergie zirkulierender Ladungen trägt zur gesamten Rotationsenergie und damit zur Teilchenmasse bei.

Self-energy factors of a circulating charge, k ring parameter		
$w_k = 1 + kz + (kz)^2 + (kz)^3 + (kz)^4 + (kz)^5 + \dots$	$\underbrace{1 + kz}_{b_k} + (kz)^2$ $\underbrace{ + (kz)^2}_{d_k} + (kz)^3$ $\underbrace{ + (kz)^2 + (kz)^3}_{a_k}$	b_k one cycle d_k two cycles a_k three cycles
$z = \frac{\alpha}{\pi}$		
$w_k = \sum_{i=0}^{\infty} (kz)^i = \frac{1}{1-kz} ; w_k \text{ max. self-energy}$		

Fig. 12: Energy factors determine the contribution of the self-energy of circulating charges to the particle mass. The factors differ depending on the number of cycles contributing to self-energy. Single electromagnetic (em) charges circulate infinitely and generate the maximum self-energy. The infinite row w_k has a simple sum formula.

Abb. 12: Energiefaktoren kennzeichnen den Beitrag zirkulierende Ladungen zur Masse eines Partikels. Die Faktoren unterscheiden sich nach der Anzahl der Zyklen, die zur Selbstenergie beitragen. Elektromagnetische (em) Einzelladungen zirkulieren unbegrenzt und bleiben während einer unbegrenzten Anzahl von Zyklen mit sich selbst in Wechselwirkung; die unendliche Reihe w_k hat eine einfache Summenformel.

Muon						Tauon					
↑↑ roton 1			↓ roton 2			↑↑ roton 1			↓ roton 2		
charges	dress	skel.	skel.	dress	charges	charges	dress	skel.	skel.	dress	charges
$\ominus$	w_8	M_Q	M_Q	1	$\square$	$\ominus$	w_{32}	$4M_Q$	$4M_Q$	1	$\square$
$\oplus \oplus$	a_{16}	$\bullet$	$\bullet$	1	$\square$	$\oplus \oplus$	a_{64}	$4\bullet$	$4\bullet$	1	$\square$
$\ominus \ominus$	a_{16}	$\bullet$	$\bullet$	1	$\square$	$\ominus \ominus$	a_{64}	$4\bullet$	$4\bullet$	1	$\square$
$\oplus \ominus \oplus \ominus$	u_{32}	$\bullet$	$\bullet$	1	$\square$	$\oplus \ominus \oplus \ominus$	u_{128}	$4\bullet$	$4\bullet$	1	$\square$
$2 \times \oplus \wedge \ominus$	$4b_8$	$\bullet$	$\bullet$	$4b_8$	$2 \times \oplus \wedge \ominus$	$\square$	12	$4\bullet$	$4\bullet$	12	$\square$
$2 \times \oplus \wedge \ominus$	$4b_8$	$\bullet$	$\bullet$	$4b_8$	$2 \times \oplus \wedge \ominus$	$20 \times \oplus \wedge \ominus$	$40b_{32}$	$4\bullet$	$4\bullet$	$40b_{32}$	$20 \times \oplus \wedge \ominus$
$2 \times \oplus \wedge \ominus$	$4b_8$	$\bullet$	$\bullet$	$4b_8$	$2 \times \oplus \wedge \ominus$	$8 \times \oplus \wedge \ominus$	$8b_{32}^2$	$4\bullet$	$4\bullet$	$8b_{32}^2$	$8 \times \oplus \wedge \ominus$
16 rings per roton, ring mass M_Q						64 rings per roton, ring mass $4M_Q$					

Electron					
↑↑ roton 1			↓ (anti) roton 2		
charges	dress	skel.	skel.	dress	charges
$\ominus$	w_{16}	$2M_Q$	$-2M_Q$	1	$\square$
$\oplus \oplus \wedge \ominus \ominus$	a_{32}^2	$2\bullet$	$-2\bullet$	1	$\square$
$\square$	1	$2\bullet$	$-2\bullet$	1	$\square$
$\oplus \ominus \oplus \ominus$	u_{64}	$2\bullet$	$-2\bullet$	1	$\square$
$\square$	4	$2\bullet$	$-2\bullet$	4	$\square$
$8 \times \oplus \wedge \ominus$	$8a_{16}^2$	$2\bullet$	$-2\bullet$	$8a_{16}^2$	$8 \times \oplus \wedge \ominus$
$8 \times \oplus \wedge \ominus$	$16a_{16}$	$2\bullet$	$-2\bullet$	$15a_{16} + b_{16}$	$8 \times \oplus \wedge \ominus$
32 rings per roton, ring mass $2M_Q$ or $-2M_Q$					

Fig. 13: The structural diagrams of three lepton models show the skeletons (circulating mass quanta) and the dresses (circulating charges). The lepton masses result in the sum of both contributions. The resulting skeleton mass of the electron is zero, the model contains an equal number of positive and negative mass quanta. The mass quantum $M_Q \approx m_\mu/16$ was derived from measured muon data m_μ and a_μ as input. M_Q (in basic space) and $m_Q = M_Q/2$ (in space-time) are used as universal constants for the construction of models of other leptons, mesons and baryons.

Abb. 13: Die Strukturdiagramme von drei Lepton-Modellen zeigen die Skelette (zirkulierende Massequanten) und die Dresse (zirkulierende Ladungen). Die Massen der Leptonen ergeben sich als Summe beider Beiträge. Die Skelet-Masse des Elektrons ist null, das Modell enthält die gleiche Anzahl positiver und negativer Massequanten. Das Massequantum $M_Q \approx m_\mu/16$ wurde von den Messwerten des Muons m_μ und a_μ abgeleitet. M_Q (im Basisraum) und $m_Q = M_Q/2$ (in der Raumzeit) werden als universelle Konstanten für die Entwicklung der Modelle anderer Leptonen, Mesonen und Baryonen eingesetzt.

Mass values of leptons

$m_{lept}(k) = (D_1(k) + \Delta D_1(k) \pm D_2(k)) * \frac{k}{8} m_Q$; minus sign for the electron		
lepton	$m_{lept,mod} (MeV/c^2)$; $m_Q = 3.252848 MeV/c^2$	dev.
μ , k=8	$(2w_8 + 2a_{16} + u_{32} + 24b_8 + 3)m_Q = 105.657817$	$5.3 * 10^{-6}$
e , k=16	$(2w_{16} + a_{32}^2 + u_{64} - 4 + a_{16} - b_{16}) * 2m_Q = 0.510945$	$1.1 * 10^{-4}$
e pure em	$m_e \approx (2w_{16} - 2) * 2m_Q = \frac{32\alpha/\pi}{1-16\alpha/\pi} * 2m_Q = 0.50224$	$1.7 * 10^{-2}$
τ , k=32	$(2w_{32} + 2a_{64} + u_{128} + 16b_{32}^2 + 80b_{32} + 27) * 4m_Q = 1776.94$	$3.3 * 10^{-6}$

Fig. 14: The masses of leptons can be derived from a general formula (blue colored). $D_1(k)$ means the dress of a roton, k the ring parameter. The electron model has equal numbers of positive and negative mass quanta, its skeleton mass is zero. The self-energy of an em charge added to one roton of the skeleton provides the main contribution (≈ 0.502 MeV) to the measured electron mass. The neutrino masses represent also the vanishing difference between large positive and negative roton masses. Therefore the introduction of negative mass quanta is essential, unavoidable, for the construction of lepton models.

Abb. 14: Die Massen von Leptonen können aus einer allgemeinen Formel abgeleitet werden (blau unterlegt). $D_1(k)$ bedeutet Dress von Roton 1, k ist der Ringparameter. Das Elektron-Modell hat die gleichen Anzahlen von positiven und negativen Massequanten, es hat die Skelettmasse null. Die Selbstenergie einer em – Ladung, die an einem der Rotonen angehaftet ist, liefert den Hauptanteil (≈ 0.502 MeV) zur experimentell bestimmten Elektronenmasse. Die verschwindend kleinen Massen der Neutrinos werden ebenfalls als Differenzen zwischen positiven und negativen Rotonenmassen dargestellt. Deshalb ist die Einführung negativer Massequanten wesentlich und unvermeidlich für die Formulierung von Lepton-Modellen.

$g_1 = \frac{ \vec{\mu}_1 }{\frac{q_1}{4(m_1 + \Delta m_1)} \vec{L}_1 } = \frac{m_1 + \Delta m_1}{m_1}$
$g_{lept} = \frac{ \vec{\mu}_1 }{\frac{q_1}{4(m_1 + \Delta m_1)} \vec{L}_{lept} } = 2 \frac{m_1 + \Delta m_1}{m_1}$
$\frac{1}{2}(g_{lept} - 2) = \frac{\Delta m_1}{m_1} = \frac{\Delta D_1}{D_1}$

Fig. 15: The gyromagnetic properties of a particle model, in particular the g – factor, can be calculated separately for the two rotors. The roton 2 without an em charge has the g-factor zero. The mixed energy conservation has to be observed at the roton 1 carrying the em charge (see Fig. 10, last row). One obtains a general formula for the anomalous magnetic moment of a charged biroton.

Abb. 15: Die gyromagnetischen Eigenschaften eines Teilchenmodells, insbesondere den g - Faktor, kann man getrennt für beide Rotonen berechnen. Das Roton mit Index 2 ohne em - Ladung hat den g-Faktor null. Beim Roton 1, das die em – Ladung trägt, muss die gemischte Energie-Erhaltung beachtet werden (siehe Abb. 10, unterste Zeile). Man erhält eine allgemeine Formel für das anomale magnetische Moment eines geladenen Biorotons.

Magnetic moment anomaly of leptons		
$a_{lept}(k) = \frac{g_{lept}(k)-2}{2} = g_1(k) - 1 = \frac{\Delta D_1(k)}{D_1(k)}$		
lepton	$a_{lept}(k) ; \Delta D_1(k) = w_k - 1 = \frac{k\alpha/\pi}{1-k\alpha/\pi}$	dev.
$\mu, k=8$	$a_\mu \approx \frac{w_8-1}{w_8+2a_{16}+u_{32}+12b_8} = 1.1659329 \times 10^{-3}$	$1.1 * 10^{-5}$
$e, k=16$	$a_e \approx \frac{w_{16}-1}{w_{16}+a_{32}^2+u_{64}+8a_{16}^2+16a_{16}+5} = 1.1596525 \times 10^{-3}$	$3 * 10^{-7}$
$\tau, k=32$	$a_\tau \approx \frac{w_{32}-1}{w_{32}+2a_{64}+u_{128}+8b_{32}^2+40b_{32}+12} = 1.17601 \times 10^{-3}$	$1 * 10^{-3} *$

*) Comparison with SM calculation, exp. value not available

Fig. 16: Model calculations of the anomalous magnetic moments of charged leptons show a small deviation from experimental values, despite the simplicity of the models. The numerator $w_k - 1$ represents the self-interaction of the em charge, the denominator contains all structural information about the charged roton. The model calculations cannot reach the precision of QED calculations. However, the basic space model provides a geometric picture of the mass generation and as well of the quantum-electrodynamic situation.

Abb. 16: Modell – Berechnungen des anomalen magnetischen Moments geladener Leptonen zeigen nur geringe Abweichungen von den experimentellen Werten, trotz der Einfachheit der verwendeten Modelle. Der Zähler $w_k - 1$ stellt die Selbst-Wechselwirkung der elektromagnetischen (em) Ladung dar, der Nenner enthält die gesamte strukturelle Information über das die em – Ladung tragende Roton. Die Modell-Berechnungen erreichen nicht die Genauigkeit von QED-Berechnungen, allerdings liefert das Basisraum-Modell ein geometrisches Bild sowohl der Masse-Erzeugung wie auch der quanten-elektrodynamischen Verhältnisse.

Relation of em to weak coupling strengths of leptons			
$W = \alpha_{em,eff}(k)/\alpha_{weak,eff}(k)$		$\Leftrightarrow \sin^2\Theta_W = 0.23129$	
k	lepton	$\frac{1}{4} - \frac{1}{4}kz - \frac{1}{4}k^2z^2 + \dots$	$\frac{1}{4} - \frac{1}{2}kz - \frac{1}{4}k^2z^2 + \dots$
8	muon	0.245279	0.240635
16	electron	0.240449	0.231171
32	tauon	0.230683	0.212216

$z = \alpha/\pi$

Fig. 17: The Table contains the relations $W(k)$ of electromagnetic (em) and weak coupling strengths calculated according to two model variants. The green colored possibilities are favored, due to constraints coming from the modelling of the anomalous magnetic momenta. The model value W_{16} for the electron approximates the value of $\sin^2\Theta_W$ of the Standard Model.

Abb. 17: Die Tabelle enthält die Größen $W(k)$, die Relationen von elektromagnetischer (em) und schwacher Kopplungsstärke, berechnet nach zwei möglichen Modellvarianten. Die grün markierten Felder sind favorisiert, da die anderen Felder durch die Modellierung der anomalen magnetischen Momente ausgeschlossen wurden. Der Modellwert W_{16} für das Elektron liegt nahe am Wert von $\sin^2\Theta_W$ des Standard – Modells.

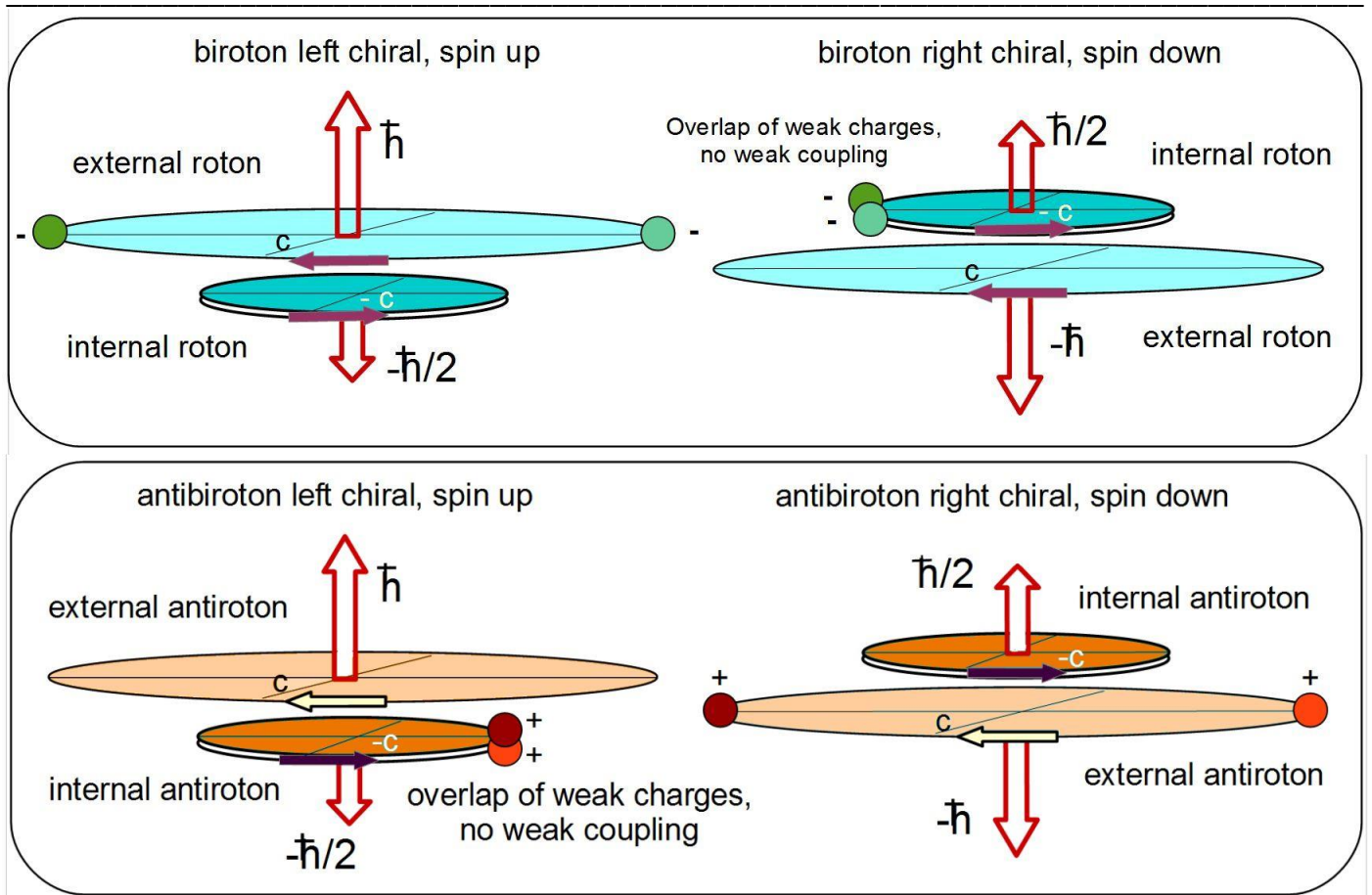


Fig. 18: Four states of a biroton or an anti-biroton correspond to four states of a Dirac spinor in rest frame. A biroton has a 4π – cycle of the internal roton and a 2π –cycle of the external roton. The left – right asymmetry between the two states of a biroton (or an anti-biroton) represents a geometric picture of the weak parity violation. Doubly charged rings belonging to the weak charge group are depicted. The two charges of a double ring overlap at the right handed variant of the model, not at the left handed; vice versa for anti-birotons (bottom row). The overlap of charges causes the inability of weak coupling.

Abb. 18: Vier Zustände eines Birotons oder Anti-Birotons entsprechen den vier Zuständen eines Dirac-Spinors im Ruhssystem. Ein Biroton hat einen 4π -Zyklus des internen und einen 2π -Zyklus des externen Rotons. Diese links – rechts – Asymmetrie zwischen den Zuständen eines Birotons (oder eines Anti-Birotons) liefert ein geometrisches Bild der schwachen Paritätsverletzung. Doppelringe, die die schwache Wechselwirkung ermöglichen, sind gezeichnet. Die beiden Ladungen eines Doppelrings überlappen im rechtshändigen Zustand, nicht im linkshändigen. Umgekehrt bei Anti-Birotonen, siehe die untere Reihe. Die Überlapung der Ladungen blockiert die schwache Wechselwirkung.

Quantity	Basic space	Space-time
c	circular velocity c identical to $\rightarrow$	$\rightarrow$ linear velocity c in vacuum
h	Conservation of action and angular momentum	
	Plancks constant h ; reduced Plancks constant $\hbar$	
e	Conservation of electromagnetic (em) charge	
	Circulating charges $\pm e$ (em charge), $+2e$; $-2e$ (weak), $+e$; $-e$ (fluctuating charge pairs), $(+le; -le)/2$ (strong ch. clusters)	Nearly point-like em charges $\pm e$, weak charges 'virtual' electron – positron pairs gluon charges
E_c	Conservation of self-energy of em charges	
	Coulomb-energy E_c ; d = arc length $\Delta M = E_c/c^2$ identical to $\rightarrow$	Mass equivalent of self - energy $\rightarrow \Delta m = E_c/c^2$
E_{rot}	Conservation of the magnitude of rotational energy	
	$E_{rot} = \pm \frac{1}{2} M c^2$	$E_0 = m c^2 = \frac{1}{2} M c^2 $
Mass, M_Q m_Q	Non-conservation of circulating mass: $M \rightarrow m = \frac{1}{2} M$	
	Circulating mass $\pm M = \pm 2E_{rot}/c^2$ mass quantum $M_Q \approx \pm 6.506 \text{ MeV}/c^2$	Point-like mass $m = E_0/c^2 = \frac{1}{2} M$ mass quantum $m_Q \approx 3.2528 \text{ MeV}/c^2 \approx m_\mu/32$

Fig. 19: The table summarizes the role of fundamental constants and the conservation of energy quantities at the transition from basic space to space-time. The four fundamental physical constants c, h, $\pm e$, and $\pm M_Q$ are sufficient for the formulation of basic space models, if the laws of model construction are known. The mass quantum M_Q can be positive or negative at the roton level. The mass quantum $m_Q = \frac{1}{2} |M_Q|$ at particle level in space-time is always positive.

The small number of four fundamental constants would render particle physics more compact in comparison to the Standard Model.

Abb. 19: Die Tabelle fasst die Erhaltungssätze zusammen, nach denen Fundamentalkonstanten und physikalische Größen unverändert bleiben, wenn man vom Basisraum zur Raumzeit übergeht. Die vier physikalischen Konstanten c, h, $\pm e$, und $\pm M_Q$ sind für die Formulierung von Basisraum-Modellen ausreichend, wenn die Strukturformeln der Modelle bekannt sind. Das Massequant M_Q auf Roton-Niveau kann positiv oder negativ sein. Das Massequant $m_Q = \frac{1}{2} |M_Q|$ auf Partikel-Ebene in der Raumzeit ist stets positiv.

Die kleine Anzahl von vier physikalischen Fundamentalkonstanten würde eine kompaktere Darstellung der Teichenphysik erlauben als dies im Standard-Modell der Fall ist.

n	k	l	Lepton; Symm. meson, parton / antiparton (p/a)	Quarks
1	4	4	pion – p/a	u, d
	6	6	pion - p/a	
	8	muon		-
2	8	8	K- p/a	u, d, s
		10	η - p/a	
	12	12	K* - p/a	
		14	Φ^0 - p/a	
	16	Electron		-
3	16	16	J/ Ψ - p/a	charm
		20	$\Psi(4360)$ - p/a	
	24	24	Y - p/a	bottom
	32	Tauon		-
4	32	32	$W^\pm$ - p/a	
	40	40	t-quark	top
	48	48	Z and Higgs partons	bosons
	64	4. lepton not realized		

Fig. 20: In a last step, we consider the modification of the mass quanta caused by strong interaction. The mass scales of biotons, that means leptons and mesonic partons or their antiparticles, are determined by the same mass quantum and the same skeleton and dress parameters. However, the mass quanta of mesons and other hadrons are enhanced by clusters of circulating charges, characterized by the cluster parameter l .

Abb. 20: In einem letzten Schritt wird die Veränderung der Massequanten durch die starke Wechselwirkung berücksichtigt. Die Masseskalen von Biotonen, also von Leptonen, mesonischen Partonen oder deren Antiteilchen, werden durch dasselbe Massequantum und dieselben Skelett- und Dressparameter bestimmt. Allerdings sind die Massequanten von Mesonen und anderen Hadronen durch Cluster von zirkulierenden Ladungen angehoben, was durch den Cluster-Parameter l beschrieben wird.

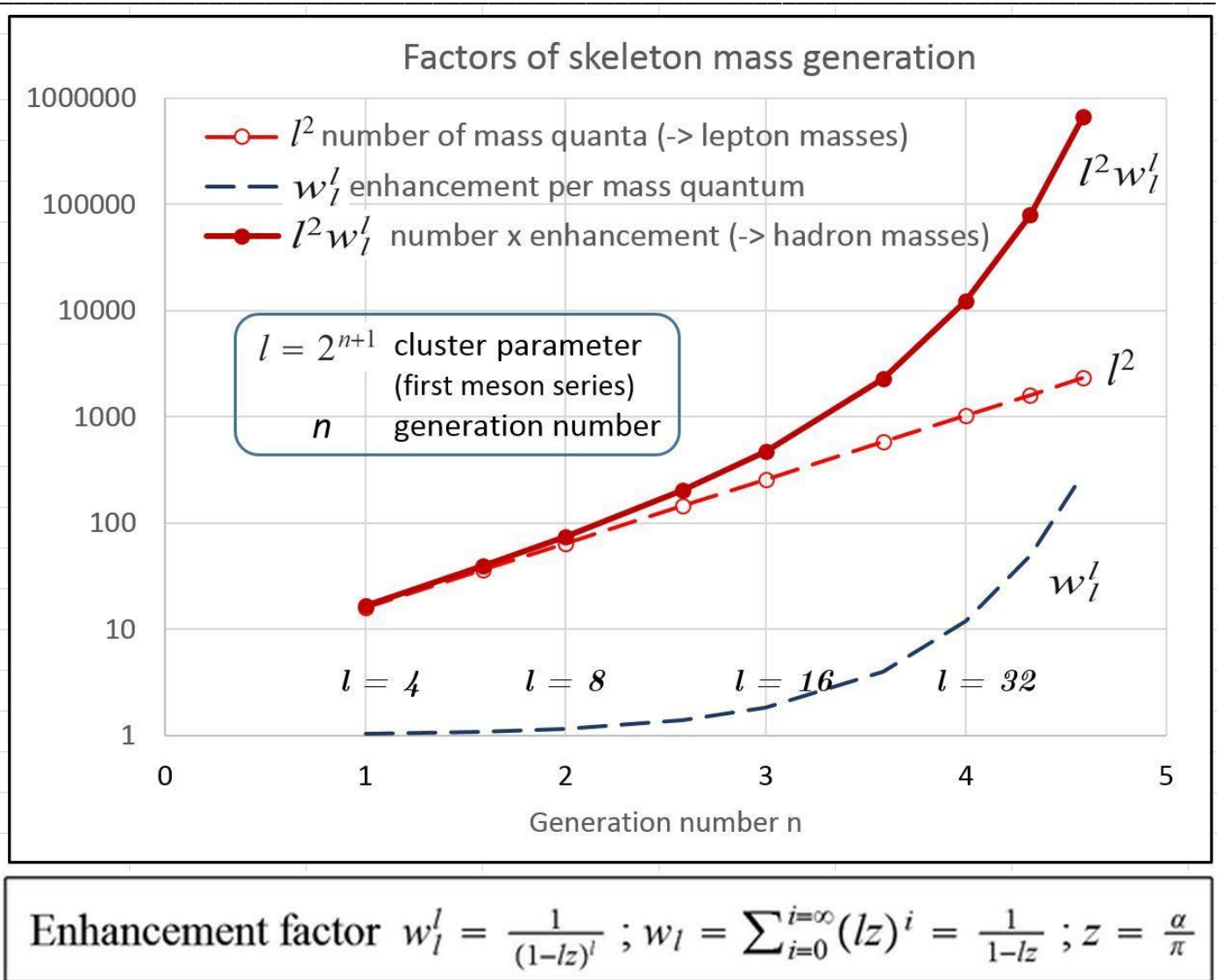


Fig. 21: The energy factor of charge clusters w_l^l increases steeply with the number l of charges per cluster. The product of both increasing functions (number and enhancement of mass quanta) determines the mass scale of mesons.

Abb. 21: Der Energiefaktor w_l^l von Ladungsclustern steigt mit der Anzahl l der Ladungen pro Cluster steil an. Das Produkt von zwei ansteigenden Funktionen, nämlich Anzahl und Anhebung der Massequanten durch Ladungscluster, bestimmt die Massenskala von Mesonen.

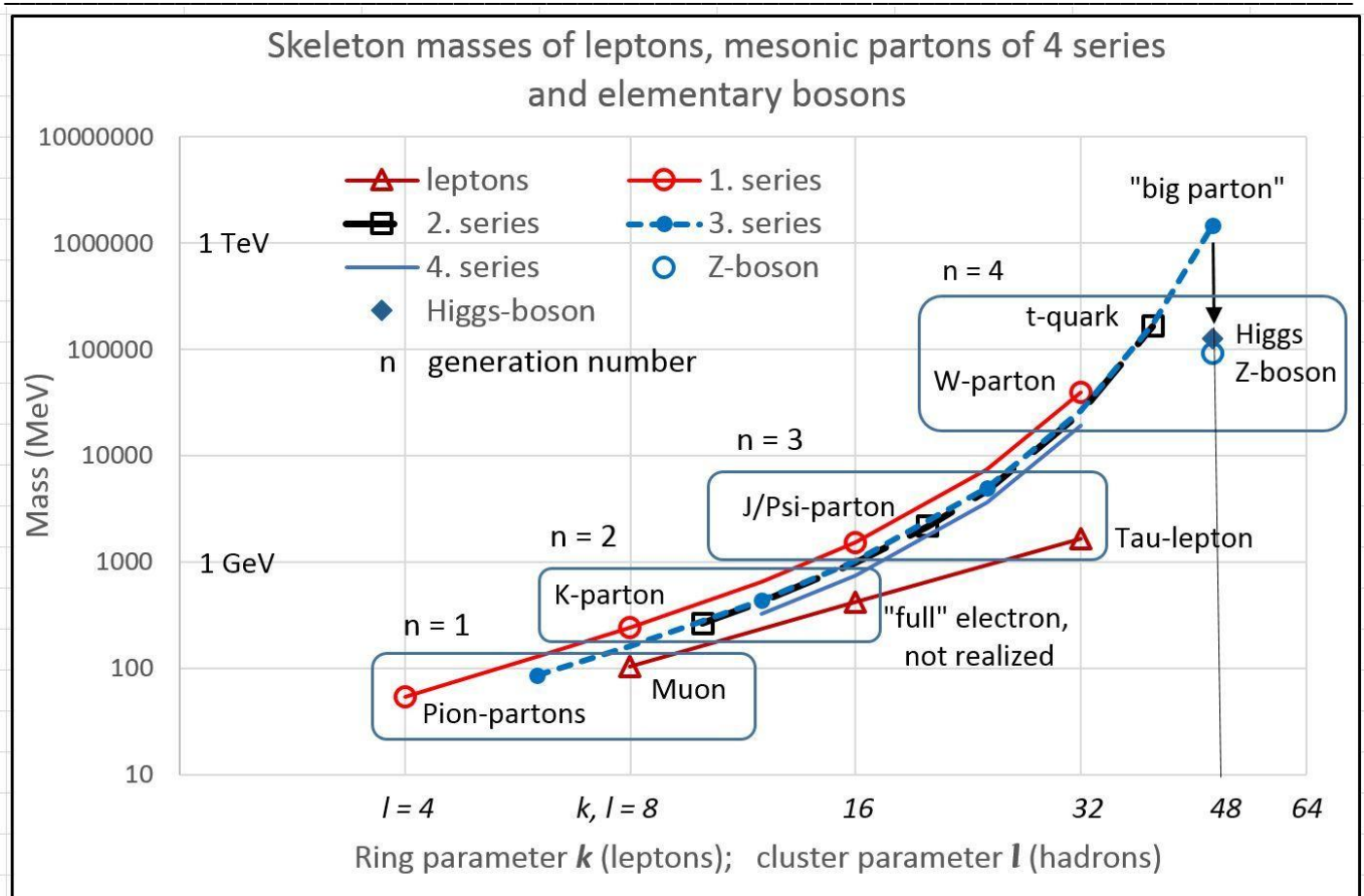


Fig. 22: The formulas for the mass of mesonic partons lead necessarily to the assumption of four particle generations. The first generation contains only the partons of pions. The fourths generation starts with the W - boson and reaches up to the top quark. Clusters with $l = 48$ charges or more seem to split into parts, which prevents the formation of higher parton masses in the TeV region. The 'big parton' shown in the diagram is predicted by model calculations, but not realized. This can be interpreted as the existence of a realization threshold above the mass of the top quark.

Abb. 22: Die Formeln für die Masse mesonischer Partonen führen zwangsläufig zu der Annahme, dass vier Teilchengenerationen existieren. Die erste Genration enthält nur Partonen und Antpartonen der Pionen. Die vierte Generation beginnt mit dem W – Boson und reicht bis hinauf zum Top-Quark. Cluster mit $l = 48$ oder mehr Ladungen scheinen sich in Teile aufzuspalten. Das verhindert die Entstehung von Teilchen mit höheren Massen im Bereich von TeV. Das in der Abbildung gezeigte 'big parton' wird von den Masseformeln vorhergesagt, ist aber nicht realisiert. Dies kann als Realisierungsschwelle oberhalb der Masse des Top-Quarks gedeutet werden.

Matter, anti-matter, mixed matter, and dark matter					
Properties in basic space				Properties in space-time	
Number of rotons			Dimension	Dimension	
N total	N $A_c > 0$	N $A_c < 0$		$D = 2N + 2$	
		$E_{rot} > 0$	$E_{rot} < 0$		
12	12			26	Baryon
12		12		26	Anti-baryon
4	2	2		10	Meson, (anti-meson)
2	2			6	Massive lepton: μ , tau
2		2		6	Massive anti-lepton
2	1		1	6	Nearly massless lepton (neutrino, electron)
2	2			6	Photon, Z^0 - boson
4	4			10	H^0 - boson
1	1			4	Dark matter candidate, not directly observable
1			1	4	Dark energy candidate, not directly observable

Fig. 23: An overview on matter, anti-matter, mixed matter and dark matter (including dark energy) is collected in one table. The eigenspaces with dimensions $D = 6, 10$, and 26 belong to particles observable in space-time. The ‘free’ mono-rotons with dimension $D = 4$ represent candidates of dark matter (positive roton masses) and dark energy with negative roton masses. The red framed column shows the region of anti-rotons with negative masses. We assume that neutrinos represent ‘mixed matter’ at roton level and that their nearly zero masses represent differences between positive and negative roton masses. These assumptions stimulate the conjecture on the nature of dark matter and dark energy, see the blue framed rows.

Abb. 23: Die Tabelle enthält eine Übersicht über Materie, Antimaterie, Mischmaterie und dunkle Materie einschließlich dunkler Energie. Die Eigenräume mit den Dimensionen $D = 6, 10$ und 26 gehören zu Partikeln, die in der Raumzeit beobachtbar sind. Die ‘freien’ Mono-rotonen mit der Dimension $D = 4$ stellen Kandidaten für die dunkle Materie (bei positiver Rotonenmasse) und dunkle Energie dar (bei negativer Rotonenmasse).

Die rot gerahmte Spalte umfasst den Bereich der Anti-Rotonen mit negativen Massen. Es wird angenommen, dass Neutrinos als ‘Mischmaterie’ auf Roton-Niveau anzusehen sind und dass ihre nahezu verschwindenden Massen die Differenz zwischen positiven und negativen Rotonenmassen darstellen.

Diese Annahmen regen die Vermutung über die Natur von dunkler Materie und dunkler Energie an, siehe die blau gerahmten Zeilen der Tabelle.