

# Die vermeintliche Herleitung von $E = mc^2$ gemäß Spezieller Relativitätstheorie

Eine kritische Analyse mit Vergleich zur Elementarkörpertheorie

1986 2012 2026

## Zusammenfassung

Die Gleichung  $E = mc^2$  gilt als die berühmteste Formel der Physik. Die Standardantwort auf die Frage nach ihrer Herleitung lautet: Aus der Speziellen Relativitätstheorie (SRT) Albert Einsteins. Dieses Dokument stellt die drei gängigen SRT-Herleitungen im Detail dar: Einsteins ursprüngliches Gedankenexperiment von 1905, die moderne Herleitung über den Viererimpuls und die Herleitung über die Energie-Impuls-Beziehung. Jede dieser Herleitungen wird kritisch analysiert. Es zeigt sich, dass alle SRT-Herleitungen auf unbewiesenen Postulaten beruhen, willkürliche Setzungen enthalten oder Näherungen verwenden. Im Gegensatz dazu wird die Herleitung der Elementarkörpertheorie (EKT) vorgestellt, die  $E = m_0c^2$  exakt, dynamisch, geometrisch anschaulich und parameterfrei aus den Entwicklungsgleichungen  $r(t) = r_0 \sin(ct/r_0)$  und  $m(t) = m_0 \sin(ct/r_0)$  ableitet. Der Anhang enthält Ausführungen zur Denkmodellgeschichte, zur Problematik der Quantenelektrodynamik (QED) und zu einigen phänomenologischen Grundlagen der Elementarkörpertheorie.

## Inhaltsverzeichnis

|          |   |          |
|----------|---|----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b>   | <b>2</b> |
| <b>2</b> | <b>Einsteins ursprüngliche Herleitung von 1905 (Das Gedankenexperiment)</b>   | <b>3</b> |
| 2.1      | Schritt 1: Das Setup . . . . .  | 3        |
| 2.2      | Schritt 2: Der bewegte Beobachter . . . . .                                   | 3        |
| 2.3      | Schritt 3: Vergleich der kinetischen Energien . . . . .                       | 3        |
| 2.4      | Schritt 4: Taylor-Entwicklung für kleine Geschwindigkeiten . . . . .          | 3        |
| 2.5      | Schritt 5: Die entscheidende Interpretation . . . . .                         | 3        |
| 2.6      | Detaillierte Analyse der Taylor-Entwicklung in Einsteins Herleitung . . . . . | 4        |
| 2.6.1    | Die vollständige Taylor-Reihe des Lorentz-Faktors . . . . .                   | 4        |
| 2.6.2    | Einsteins spezifische Verwendung . . . . .                                    | 4        |
| 2.6.3    | Welche Terme werden vernachlässigt? . . . . .                                 | 4        |
| 2.6.4    | Die Problematik dieser Vernachlässigung . . . . .                             | 4        |
| 2.6.5    | Zusammenfassende Tabelle der Taylor-Entwicklung . . . . .                     | 5        |
| <b>3</b> | <b>Die moderne Herleitung über den Viererimpuls</b>                           | <b>5</b> |
| 3.1      | Schritt 1: Der relativistische Impuls . . . . .                               | 5        |
| 3.2      | Schritt 2: Die relativistische Kraft und Arbeit . . . . .                     | 5        |
| 3.3      | Schritt 3: Integration . . . . .  | 5        |
| 3.4      | Schritt 4: Festlegung der Integrationskonstante . . . . .                     | 5        |
| <b>4</b> | <b>Die Herleitung über die Energie-Impuls-Beziehung</b>                       | <b>6</b> |
| 4.1      | Schritt 1: Der Energie-Impuls-Vierervektor . . . . .                          | 6        |
| 4.2      | Schritt 2: Das invariante Skalarprodukt . . . . .                             | 6        |
| 4.3      | Schritt 3: Bestimmung der Invarianten im Ruhesystem . . . . .                 | 6        |
| 4.4      | Schritt 4: Gleichsetzen . . . . .   | 6        |
| 4.5      | Schritt 5: Identifikation von $E_0 = m_0c^2$ . . . . .                        | 6        |
| <b>5</b> | <b>Kritische Analyse der SRT-Herleitungen</b>                                 | <b>6</b> |
| 5.1      | Die zentralen Probleme aller SRT-Herleitungen . . . . .                       | 7        |
| <b>6</b> | <b>Vergleich mit der EKT-Herleitung</b>                                       | <b>7</b> |
| 6.1      | Die Entwicklungsgleichungen der EKT . . . . .                                 | 7        |
| 6.2      | Die phänomenologische Interpretation der Beschleunigung . . . . .             | 8        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 6.3      | Die Auflösung des Scheinwiderspruchs . . . . .  | 8         |
| 6.4      | Die Kraft während der Entstehung . . . . .  | 8         |
| 6.5      | Die Herleitung von $E = m_0c^2$ . . . . .   | 9         |
| 6.6      | Die fundamentale Masse-Radius-Kopplung . . . . .  | 9         |
| 6.7      | Die Rolle des Nullpunkts ( $t = 0$ ) . . . . .  | 10        |
| 6.8      | Der dynamisierte Faktor der EKT . . . . .   | 10        |
| 6.8.1    | Herleitung aus den Entwicklungsgleichungen . . . . .                                      | 10        |
| 6.8.2    | Definition des dynamisierten Faktors . . . . .  | 10        |
| 6.8.3    | Vergleich mit dem Lorentz-Faktor . . . . .  | 10        |
| 6.8.4    | Geschwindigkeitsabhängige Masse . . . . .   | 10        |
| 6.8.5    | Produktkonstanz . . . . .   | 11        |
| <b>7</b> | <b>Fazit des Hauptteils</b>   | <b>11</b> |
| <b>A</b> | <b>Anhang: Vertiefende Ausführungen zur Denkmodellgeschichte und Phänomenologie</b>       | <b>11</b> |
| A.1      | Vorbemerkung zur Denkmodellgeschichte . . . . .   | 11        |
| A.2      | Zur Ruhemasse . . . . .   | 12        |
| A.3      | Comptonwellenlänge . . . . .  | 13        |
| A.4      | Experimentelle Bestätigung durch Streuquerschnitte . . . . .                              | 13        |
| A.4.1    | Comptonwellenlänge als Messgröße für den Radius . . . . .                                 | 13        |
| A.4.2    | Klassischer Radius als Wechselwirkungsradius . . . . .                                    | 13        |
| A.4.3    | Sieben experimentell bestätigte Streuformeln . . . . .                                    | 13        |
| A.5      | Phänomenologische Grenzen der klassischen Elektrodynamik und QED . . . . .                | 14        |
| A.5.1    | Die Illusion der flächig endlichen Felder . . . . .                                       | 14        |
| A.5.2    | Die EKT-Position zum Photon . . . . .   | 14        |
| A.5.3    | Die willkürliche Grenze zwischen Nah- und Fernfeld . . . . .                              | 14        |
| A.5.4    | Das fundamentale Missverständnis der herrschenden Physik . . . . .                        | 15        |
| A.6      | Information als Energieform . . . . .   | 15        |
| A.7      | Wissenschaftstheoretische Einordnung: Die Asymmetrie der Bringschuld in der QED . . . . . | 15        |
| A.7.1    | Verzicht aus Notwendigkeit, nicht aus Stärke . . . . .                                    | 15        |
| A.7.2    | Die doppelte Bewertung von Anschauung und Formalismus . . . . .                           | 15        |
| A.7.3    | Umkehrung der Bringschuld . . . . .   | 16        |
| A.8      | Kritische Stimmen zur Quantenmechanik und QED . . . . .                                   | 16        |
| A.8.1    | Einstein zur Quantenmechanik . . . . .  | 16        |
| A.8.2    | John von Neumanns Dilemma . . . . .   | 16        |
| A.8.3    | Kritik an Renormierung und Regularisierung . . . . .                                      | 16        |
| A.8.4    | Das »zauberhafte« fine-tuning . . . . .   | 17        |
| A.9      | Mythos »Theorieschaft« [Theorie schafft] . . . . .  | 17        |
| A.10     | Kernaussagen des Anhangs . . . . .  | 17        |
| A.11     | Herleitung der Masse-Radius-Konstanten-Gleichung [F1] . . . . .                           | 17        |
| A.11.1   | Kritik der Fehlinterpretationen in der herrschenden Physik . . . . .                      | 18        |
| A.11.2   | Phänomenologie der Beschleunigung und Energiezufuhr . . . . .                             | 19        |
| A.11.3   | Konsequenzen für Wirkungsquerschnitte und gemessene Radien . . . . .                      | 19        |
| A.11.4   | Das Neutrino-Postulat – Kritik und Alternativerklärung der EKT . . . . .                  | 19        |
| <b>B</b> | <b>Anhang: Gleichungen im Überblick</b>   | <b>20</b> |
|          | <b>Weiterführende Informationen</b>   | <b>20</b> |

## 1 Einleitung

Die Gleichung  $E = mc^2$  ist die wohl bekannteste Formel der Physik. Sie wird üblicherweise als Konsequenz der Speziellen Relativitätstheorie (SRT) dargestellt. Doch wie wird diese Gleichung tatsächlich hergeleitet? Dieses Dokument untersucht die drei Hauptwege der SRT und vergleicht sie mit der Herleitung der Elementarkörpertheorie.

## 2 Einsteins ursprüngliche Herleitung von 1905 (Das Gedankenexperiment)

Diese Herleitung findet sich in Einsteins dritter Arbeit des *Annus Mirabilis* („Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?“). Sie verwendet keine komplexe Mathematik außer der Lorentz-Transformation und der Energieerhaltung.

### 2.1 Schritt 1: Das Setup

Ein ruhender Körper sendet symmetrisch zwei identische Lichtblitze in entgegengesetzte Richtungen aus. Die Energie jedes Blitzes sei  $\frac{L}{2}$ , die Gesamtenergie der Strahlung also  $L$ .

Im Ruhesystem gilt die Energieerhaltung:

$$E_{\text{vorher}} = E_{\text{nachher}} + \frac{L}{2} + \frac{L}{2} = E_{\text{nachher}} + L \quad (1)$$

### 2.2 Schritt 2: Der bewegte Beobachter

Nun betrachten wir denselben Vorgang aus einem Bezugssystem, das sich mit der Geschwindigkeit  $v$  relativ zum Körper bewegt.

Wegen des relativistischen Dopplereffekts und der Lorentz-Transformation ist die Energie des ausgesandten Lichts im bewegten System:

$$E'_{\text{Licht}} = L \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (2)$$

**Bemerkung 2.1.** Hier wird der Lorentz-Faktor  $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$  eingeführt – eine Konsequenz der postulierten Konstanz von  $c$ .

### 2.3 Schritt 3: Vergleich der kinetischen Energien

Einstein vergleicht die kinetische Energie des Körpers vor und nach der Emission. Für den bewegten Beobachter ergibt sich die Differenz:

$$E'_{\text{kin, vor}} - E'_{\text{kin, nach}} = L \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right) \quad (3)$$

### 2.4 Schritt 4: Taylor-Entwicklung für kleine Geschwindigkeiten

Für  $v \ll c$  entwickelt Einstein den Klammerausdruck in eine Taylor-Reihe:

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{v^2}{c^2} + \frac{3}{8} \cdot \frac{v^4}{c^4} + \dots \quad (4)$$

Einsetzen ergibt:

$$E'_{\text{kin, vor}} - E'_{\text{kin, nach}} = L \cdot \left( \frac{1}{2} \cdot \frac{v^2}{c^2} + \dots \right) \quad (5)$$

### 2.5 Schritt 5: Die entscheidende Interpretation

In der klassischen Mechanik gilt für die kinetische Energie:  $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}mv^2$ . Wenn der Körper durch die Emission von Licht Energie verliert, aber seine Geschwindigkeit  $v$  unverändert bleibt, muss sich seine Masse geändert haben:

$$\frac{1}{2}\Delta m \cdot v^2 = L \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{v^2}{c^2} \quad (6)$$

Kürzen von  $\frac{1}{2}v^2$  auf beiden Seiten liefert:

$$\Delta m = \frac{L}{c^2} \quad \Rightarrow \quad L = \Delta m \cdot c^2 \quad (7)$$

**Einsteins Schlussfolgerung:** „Die Masse eines Körpers ist ein Maß für dessen Energieinhalt; ändert sich die Energie um  $L$ , so ändert sich die Masse um  $L/c^2$ .“

## 2.6 Detaillierte Analyse der Taylor-Entwicklung in Einsteins Herleitung

Die in Schritt 4 verwendete Taylor-Entwicklung verdient eine genauere Betrachtung, da sie den approximativen Charakter der Einstein'schen Herleitung offenbart.

### 2.6.1 Die vollständige Taylor-Reihe des Lorentz-Faktors

Der Lorentz-Faktor  $\gamma$  lautet:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1/2} \quad (8)$$

Die Taylor-Entwicklung dieser Funktion um  $v = 0$  ergibt:

$$\gamma = 1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} + \frac{3}{8} \frac{v^4}{c^4} + \frac{5}{16} \frac{v^6}{c^6} + \frac{35}{128} \frac{v^8}{c^8} + \dots \quad (9)$$

**Bemerkung 2.2. Wichtige Beobachtung:** Es gibt **keine** Terme ungerader Ordnung ( $v^1, v^3, v^5, \dots$ ), da die Funktion  $\gamma(v)$  eine **gerade Funktion** ist:  $\gamma(-v) = \gamma(v)$ . Dies ist physikalisch sinnvoll, da die Zeitdilatation und Längenkontraktion nicht von der Richtung der Geschwindigkeit abhängen.

### 2.6.2 Einsteins spezifische Verwendung

Einstein verwendet in seiner Herleitung nicht  $\gamma$  selbst, sondern den Ausdruck:

$$\gamma - 1 = \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} + \frac{3}{8} \frac{v^4}{c^4} + \frac{5}{16} \frac{v^6}{c^6} + \dots \quad (10)$$

Er multipliziert dies mit  $L$  und erhält:

$$E'_{\text{kin, vor}} - E'_{\text{kin, nach}} = L \cdot \left( \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} + \frac{3}{8} \frac{v^4}{c^4} + \dots \right) \quad (11)$$

### 2.6.3 Welche Terme werden vernachlässigt?

Einstein behält nur den Term zweiter Ordnung  $\frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2}$  und vernachlässigt alle Terme vierter und höherer Ordnung ( $\frac{3}{8} \frac{v^4}{c^4}, \frac{5}{16} \frac{v^6}{c^6}, \dots$ ).

Seine Begründung: Für  $v \ll c$  sind die Terme höherer Ordnung „verschwindend klein“.

### 2.6.4 Die Problematik dieser Vernachlässigung

**Problem 1: Die vernachlässigten Terme sind nicht Null.**

Die Terme vierter Ordnung  $\frac{3}{8} \frac{v^4}{c^4}$  sind für makroskopische Geschwindigkeiten zwar klein, aber **nicht Null**. Für  $v = 0.1c$  (etwa 30.000 km/s) beträgt der Term vierter Ordnung etwa  $3.75 \times 10^{-5}$ , während der Term zweiter Ordnung 0.005 beträgt. Das Verhältnis ist etwa 0.75%.

**Problem 2: Die Herleitung ist eine Näherung, keine exakte Ableitung.**

Die Gleichung  $\Delta m = L/c^2$  wird aus der **Näherung** für kleine  $v$  gewonnen. Die Verallgemeinerung auf **beliebige** Geschwindigkeiten ist eine **Extrapolation**, keine logisch zwingende Schlussfolgerung.

**Problem 3: Es gibt keinen Term erster Ordnung.**

Da es keinen Term  $\sim v^1$  gibt, kann man nicht argumentieren, dass die Näherung „nur den führenden nicht-konstanten Term“ verwendet. Der führende nicht-konstante Term ist tatsächlich der Term zweiter Ordnung. Aber das ändert nichts daran, dass es eine **Näherung** ist.

**Problem 4: Die Identifikation mit der klassischen kinetischen Energie.**

Einstein identifiziert  $L \cdot \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2}$  mit  $\frac{1}{2} \Delta m v^2$ . Diese Identifikation ist **plausibel**, aber nicht **zwingend**. Sie beruht auf der **Analogie** zur klassischen Mechanik, nicht auf einer **Ableitung** aus ersten Prinzipien.

### 2.6.5 Zusammenfassende Tabelle der Taylor-Entwicklung

| Aspekt                  | Einstein 1905   |
|-------------------------|---|
| Vollständige Reihe      | $\gamma - 1 = \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} + \frac{3}{8} \frac{v^4}{c^4} + \frac{5}{16} \frac{v^6}{c^6} + \dots$ |
| Beibehaltene Terme      | Nur $\frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2}$   |
| Vernachlässigte Terme   | $\frac{3}{8} \frac{v^4}{c^4} + \frac{5}{16} \frac{v^6}{c^6} + \dots$ (alle Terme 4. und höherer Ordnung)        |
| Terme 1. und 3. Ordnung | Existieren nicht (gerade Funktion)  |

Tabelle 1: Detaillierte Analyse der Taylor-Entwicklung in Einsteins Herleitung

**Bemerkung 2.3. Fazit:** Die Vernachlässigung betrifft **alle Terme ab der vierten Ordnung**. Die Herleitung ist eine **Näherung für kleine Geschwindigkeiten**, deren Verallgemeinerung auf beliebige Geschwindigkeiten eine **Extrapolation** darstellt. Die EKT hingegen liefert eine **exakte** Herleitung ohne Näherungen.

## 3 Die moderne Herleitung über den Viererimpuls

In modernen Lehrbüchern wird  $E = mc^2$  meist aus der relativistischen Energie-Impuls-Beziehung abgeleitet.

### 3.1 Schritt 1: Der relativistische Impuls

Aus der Forderung der Lorentz-Invarianz wird der relativistische Impuls definiert:

$$\mathbf{p} = \gamma m_0 \mathbf{v} = \frac{m_0 \mathbf{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (12)$$

wobei  $m_0$  die Ruhemasse ist.

### 3.2 Schritt 2: Die relativistische Kraft und Arbeit

Die Kraft ist die zeitliche Änderung des Impulses:

$$\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt} \quad (13)$$

Die Arbeit (Energieänderung) ist wie in der klassischen Mechanik:

$$dE = \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r} = \frac{d\mathbf{p}}{dt} \cdot \mathbf{v} dt = \mathbf{v} \cdot d\mathbf{p} \quad (14)$$

### 3.3 Schritt 3: Integration

Durch geschickte Umformung (partielle Integration) erhält man:

$$dE = d(\mathbf{v} \cdot \mathbf{p}) - \mathbf{p} \cdot d\mathbf{v} \quad (15)$$

Mit  $\mathbf{p} = \gamma m_0 \mathbf{v}$  und der Identität  $d(\gamma) = \gamma^3 \frac{\mathbf{v} \cdot d\mathbf{v}}{c^2}$  ergibt sich nach Integration:

$$E = \gamma m_0 c^2 + C \quad (16)$$

### 3.4 Schritt 4: Festlegung der Integrationskonstante

Für  $v = 0$  (Ruhezustand) ist  $\gamma = 1$ . Man setzt willkürlich  $C = 0$  und definiert die Ruheenergie:

$$E_0 = m_0 c^2 \quad (17)$$

Die Gesamtenergie ist dann:

$$E = \gamma m_0 c^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (18)$$

## 4 Die Herleitung über die Energie-Impuls-Beziehung

Die eleganteste (aber postulatlastigste) Herleitung verwendet den Viererimpuls.

### 4.1 Schritt 1: Der Energie-Impuls-Vierervektor

In der Minkowski-Raumzeit wird der Viererimpuls definiert als:

$$P^\mu = \left( \frac{E}{c}, \mathbf{p} \right) \quad (19)$$

### 4.2 Schritt 2: Das invariante Skalarprodukt

Das Skalarprodukt des Viererimpulses mit sich selbst ist Lorentz-invariant:

$$P^\mu P_\mu = \frac{E^2}{c^2} - \mathbf{p}^2 = \text{invariant} \quad (20)$$

### 4.3 Schritt 3: Bestimmung der Invarianten im Ruhesystem

Im Ruhesystem des Teilchens gilt  $\mathbf{p} = 0$  und  $E = E_0$ . Das invariante Skalarprodukt hat dort den Wert:

$$P^\mu P_\mu = \frac{E_0^2}{c^2} \quad (21)$$

### 4.4 Schritt 4: Gleichsetzen

Da das Skalarprodukt in allen Inertialsystemen gleich ist, gilt:

$$\frac{E^2}{c^2} - \mathbf{p}^2 = \frac{E_0^2}{c^2} \quad (22)$$

Multiplikation mit  $c^2$  liefert die berühmte Energie-Impuls-Beziehung:

$$E^2 = (\mathbf{p}c)^2 + E_0^2 \quad (23)$$

### 4.5 Schritt 5: Identifikation von $E_0 = m_0c^2$

Nun wird postuliert, dass die invariante Ruheenergie  $E_0$  mit der Ruhemasse  $m_0$  über  $c^2$  verknüpft ist:

$$E_0 = m_0c^2 \quad (24)$$

Daraus folgt die vollständige Beziehung:

$$E^2 = (\mathbf{p}c)^2 + (m_0c^2)^2 \quad (25)$$

## 5 Kritische Analyse der SRT-Herleitungen

| Aspekt                | Einstein 1905                               | Viererimpuls                  | Energie-Impuls-Beziehung |
|-----------------------|---|-------------------------------|--------------------------|
| Ausgangspunkt         | Gedankenexperiment mit Lichtblitzen         | Definition des Viererimpulses | Minkowski-Metrik         |
| Mathematische Methode | Taylor-Entwicklung ( $v \ll c$ )            | Integration der Kraft         | Skalarprodukt            |
| Postulate             | Konstanz von $c$ , Relativitätsprinzip      | Lorentz-Invarianz             | Minkowski-Raumzeit       |
| Willkürliche Setzung  | Interpretation von $\frac{1}{2}\Delta mv^2$ | $C = 0$ bei Integration       | $E_0 = m_0c^2$           |
| Näherung              | Ja (siehe Abschnitt 1.6)                    | Nein (exakt)                  | Nein (exakt)             |

Tabelle 2: Vergleich der SRT-Herleitungen

## 5.1 Die zentralen Probleme aller SRT-Herleitungen

1. **Zirkelschluss:** Alle Herleitungen setzen die Gültigkeit der Lorentz-Transformation oder der Minkowski-Metrik voraus – Strukturen, die ihrerseits auf den unbewiesenen Postulaten der SRT beruhen.
2. **Willkürliche Festlegung:** Die Integrationskonstante  $C$  oder die invariante Ruheenergie  $E_0$  werden ergebnisorientiert auf  $m_0c^2$  gesetzt. Es gibt keine logische Notwendigkeit dafür – nur die nachträgliche experimentelle Bestätigung.
3. **Keine dynamische Erklärung:** Keine der Herleitungen erklärt, wie Masse aus Energie entsteht oder warum der Umrechnungsfaktor gerade  $c^2$  ist. Sie zeigen nur eine formale Äquivalenz.
4. **Näherung bei Einstein 1905:** Wie in Abschnitt 1.6 detailliert analysiert, ist die ursprüngliche Herleitung eine Näherung für kleine Geschwindigkeiten, die Terme vierter und höherer Ordnung vernachlässigt. Die Verallgemeinerung auf beliebige Geschwindigkeiten ist eine Extrapolation.

## 6 Vergleich mit der EKT-Herleitung

| Kriterium                    | SRT-Herleitungen                       | EKT-Herleitung  |
|------------------------------|--|---|
| Postulate                    | Konstanz von $c$ , Relativitätsprinzip | Keine   |
| Näherungen                   | Ja (Einstein 1905)                     | Keine (exakt)   |
| Willkürliche Setzungen       | $C = 0$ oder $E_0 = m_0c^2$            | Keine ( $C = 0$ folgt aus $E(0) = 0$ )                  |
| Dynamische Erklärung         | Nein (formale Äquivalenz)              | Ja (Transformation von Bewegungsenergie in Ruheenergie) |
| Geometrische Anschauung      | Nein (abstrakte Raumzeit)              | Ja (Kugeloberflächendynamik)                            |
| Herleitung von $c^2$         | Unerklärter Faktor                     | Folgt aus $c^3/r_0 \cdot r_0/c = c^2$                   |
| Phänomenologische Konsistenz | Nicht thematisiert                     | Zentral (innere Transformation)                         |

Tabelle 3: Vergleich: SRT-Herleitungen vs. EKT-Herleitung

### 6.1 Die Entwicklungsgleichungen der EKT

Die Elementarkörpertheorie beschreibt den Übergang vom Photon ( $t = 0$ ) zum massebehafteten Elementarkörper ( $t = t_0$ ) mit einfachen trigonometrischen Funktionen.

**Radiusentwicklung:**

$$r(t) = r_0 \cdot \sin\left(\frac{ct}{r_0}\right) \quad (26)$$

Dabei ist  $r(t)$  der momentane Radius des Elementarkörpers,  $r_0$  der maximale Radius im voll ausgebildeten Zustand,  $c$  die Lichtgeschwindigkeit und  $t$  die Zeit.

Zum Zeitpunkt  $t = 0$  gilt:  $r(0) = 0$  (raumloser Photon-Zustand).

Zum Zeitpunkt  $t = t_0$  gilt:  $r(t_0) = r_0$  (voll ausgebildeter Elementarkörper).

**Massenentwicklung:**

$$m(t) = m_0 \cdot \sin\left(\frac{ct}{r_0}\right) \quad (27)$$

Dabei ist  $m(t)$  die momentane Masse und  $m_0$  die Ruhemasse des voll ausgebildeten Elementarkörpers.

Zum Zeitpunkt  $t = 0$  gilt:  $m(0) = 0$  (masseloser Photon-Zustand).

Zum Zeitpunkt  $t = t_0$  gilt:  $m(t_0) = m_0$ .

**Geschwindigkeit:**

$$v(t) = \dot{r}(t) = c \cdot \cos\left(\frac{ct}{r_0}\right) \quad (28)$$

Zum Zeitpunkt  $t = 0$  gilt:  $v(0) = c$  (Lichtgeschwindigkeit).

Zum Zeitpunkt  $t = t_0$  gilt:  $v(t_0) = 0$ .

**Beschleunigung:**

$$a(t) = \ddot{r}(t) = -\frac{c^2}{r_0} \cdot \sin\left(\frac{ct}{r_0}\right) \quad (29)$$

Zum Zeitpunkt  $t = 0$  gilt:  $a(0) = 0$ .

Für  $0 < t < t_0$  gilt:  $a(t) < 0$  (formal negativ).

**Die Übergangszeit:**

$$t_0 = \frac{\pi r_0}{2c} \quad (30)$$

## 6.2 Die phänomenologische Interpretation der Beschleunigung

### Die formale Bedeutung der negativen Beschleunigung

Aus formal-mathematischer Sicht bedeutet  $a(t) < 0$  bei positiver Geschwindigkeit  $v(t) > 0$  eine Verzögerung: Die Geschwindigkeit nimmt ab.

Dies ist in der EKT auch der Fall – die Geschwindigkeit fällt von  $c$  auf 0. Die formale Negativität ist korrekt und mathematisch notwendig.

Verständigungs-Problem: Das negative Vorzeichen suggeriert eine Gegenrichtung – als ob eine Kraft entgegen der Bewegung wirken würde.

### Die phänomenologische Perspektive des Elementarkörpers

Aus dieser Perspektive geschieht Folgendes:

Der Elementarkörper erfährt **keine** äußere Kraft. Es gibt kein Gegenüber, das ihn abbremst. Die Abnahme der Geschwindigkeit ist nicht das Ergebnis eines Widerstandes, sondern die Entfaltung eines inneren Prozesses.

Was der Elementarkörper erlebt, ist eine Transformation: Reine Bewegungsenergie (Photon) wandelt sich in masse-radius gekoppelte Energie. Diese Umwandlung ist gleichgerichtet mit der ursprünglichen Bewegung – sie kehrt nicht um, sie bremst nicht im Sinne einer Gegenbewegung. **Die Beschleunigung ist phänomenologisch wie die Geschwindigkeit ausgerichtet.**

Das **negative Vorzeichen** ist kein Hinweis auf eine physikalische Gegenrichtung, sondern ein **Artefakt der externen Zeitachse**. Der Beobachter definiert  $t = 0$  als Anfang und sieht eine Abnahme. Der Elementarkörper selbst kennt diesen externen Zeitpfeil nicht – er entfaltet sich.

## 6.3 Die Auflösung des Scheinwiderspruchs

Der Widerspruch löst sich auf, wenn man zwei Perspektiven unterscheidet:

| Perspektive                        | Beschleunigung  | Bedeutung                             |
|------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|
| Externer Beobachter (formal)       | negativ         | Geschwindigkeit nimmt ab              |
| Elementarkörper (phänomenologisch) | gleichgerichtet | Innere Transformation ohne Gegenkraft |

Tabelle 4: Zwei Perspektiven auf die Beschleunigung

Das **negative Vorzeichen** ist kein Hinweis auf eine physikalische Gegenrichtung, sondern ein **Artefakt der externen Zeitachse**. Der Beobachter definiert  $t = 0$  als Anfang und sieht eine Abnahme. Der Elementarkörper selbst kennt diesen externen Zeitpfeil nicht – er entfaltet sich.

## 6.4 Die Kraft während der Entstehung

Die Kraft ist definiert als die zeitliche Änderung des Impulses:

$$F(t) = \frac{d}{dt}(m(t) \cdot v(t)) = \dot{m}(t) \cdot v(t) + m(t) \cdot \dot{v}(t) \quad (31)$$

Die benötigten Ableitungen sind:

$$\dot{m}(t) = \frac{dm}{dt} = m_0 \frac{c}{r_0} \cos\left(\frac{ct}{r_0}\right) \quad (32)$$

$$\dot{v}(t) = \frac{dv}{dt} = a(t) = -\frac{c^2}{r_0} \sin\left(\frac{ct}{r_0}\right) \quad (33)$$

Einsetzen in die Impulsgleichung:

$$F(t) = \left[ m_0 \frac{c}{r_0} \cos\left(\frac{ct}{r_0}\right) \right] \cdot \left[ c \cdot \cos\left(\frac{ct}{r_0}\right) \right] + \left[ m_0 \sin\left(\frac{ct}{r_0}\right) \right] \cdot \left[ -\frac{c^2}{r_0} \sin\left(\frac{ct}{r_0}\right) \right] \quad (34)$$

$$= m_0 \frac{c^2}{r_0} \cos^2\left(\frac{ct}{r_0}\right) - m_0 \frac{c^2}{r_0} \sin^2\left(\frac{ct}{r_0}\right) \quad (35)$$

$$= m_0 \frac{c^2}{r_0} \left[ \cos^2\left(\frac{ct}{r_0}\right) - \sin^2\left(\frac{ct}{r_0}\right) \right] \quad (36)$$

Gemäß der phänomenologischen Perspektive wird die Beschleunigung betragsmäßig positiv interpretiert, da der Elementarkörper keine äußere Kraft erfährt, sondern eine innere Transformation. Damit wird aus der Differenz eine Summe:

$$F(t) = m_0 \frac{c^2}{r_0} \left[ \cos^2\left(\frac{ct}{r_0}\right) + \sin^2\left(\frac{ct}{r_0}\right) \right] = m_0 \frac{c^2}{r_0} = \text{konstant} \quad (37)$$

## 6.5 Die Herleitung von $E = m_0 c^2$

Die Energie ergibt sich aus der Integration:

$$E(t) = \int F(t) \cdot v(t) dt = \int m_0 \frac{c^2}{r_0} \cdot c \cdot \cos\left(\frac{ct}{r_0}\right) dt \quad (38)$$

$$= m_0 \frac{c^3}{r_0} \int \cos\left(\frac{ct}{r_0}\right) dt \quad (39)$$

$$= m_0 \frac{c^3}{r_0} \cdot \frac{r_0}{c} \cdot \sin\left(\frac{ct}{r_0}\right) + C \quad (40)$$

$$= m_0 c^2 \sin\left(\frac{ct}{r_0}\right) + C \quad (41)$$

Mit der Randbedingung  $E(0) = 0$  (reine Bewegungsenergie) folgt  $C = 0$ .

Bei  $t = t_0 = \frac{\pi r_0}{2c}$  ist der Elementarkörper vollständig ausgebildet:

$$\sin\left(\frac{ct_0}{r_0}\right) = \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = 1 \quad (42)$$

Daraus folgt:

$$\boxed{E_0 = m_0 c^2} \quad (43)$$

## 6.6 Die fundamentale Masse-Radius-Kopplung

Die EKT begründet diesen Vorgang mit einer invarianten Größe, der Masse-Radius-Kopplung:

$$m_0 \cdot r_0 = \frac{2h}{\pi c} = \text{konstant} \quad (44)$$

Diese Konstante gilt für den gesamten Übergang. Besonders bemerkenswert: Das Verhältnis von Masse zu Radius ist zeitlich invariant:

$$\frac{m(t)}{r(t)} = \frac{m_0}{r_0} = \text{konstant} \quad (45)$$

Gleiches gilt für die Ableitungen:

$$\frac{\dot{m}(t)}{\dot{r}(t)} = \frac{m_0}{r_0} \quad \text{und} \quad \frac{\ddot{m}(t)}{\ddot{r}(t)} = \frac{m_0}{r_0} \quad (46)$$

**Bemerkung 6.1.** Interpretation: Masse und Radius entwickeln sich streng synchron. Die Verzögerung ist phänomenologisch ein Aspekt dieser synchronen Verkörperung.

## 6.7 Die Rolle des Nullpunkts ( $t = 0$ )

Ein zentraler erkenntnistheoretischer Punkt der EKT:

Der Nullpunkt ( $t = 0$ ) repräsentiert nicht Nichts, sondern den maximalen Bewegungszustand – die zeitlose Lichtgeschwindigkeit.

Das Photon ist nicht »NICHTS«, sondern reine Information in Bewegung. Der Übergang zu  $t > 0$  ist keine Erschaffung aus dem Nichts, sondern eine Entfaltung dieser Information in Raum und Masse.

Daher: **Die negative Beschleunigung ist aus Sicht des Photons keine Verzögerung, sondern der Beginn seiner Verkörperung.**

## 6.8 Der dynamisierte Faktor der EKT

### 6.8.1 Herleitung aus den Entwicklungsgleichungen

Aus der Geschwindigkeitsgleichung  $v(t) = c \cdot \cos(ct/r_0)$  folgt durch Umkehrung:

$$\frac{ct}{r_0} = \arccos\left(\frac{v}{c}\right) \quad (47)$$

Einsetzen in die Radiusgleichung  $r(t) = r_0 \cdot \sin(ct/r_0)$ :

$$r(v) = r_0 \cdot \sin\left(\arccos\left(\frac{v}{c}\right)\right) \quad (48)$$

Mit der trigonometrischen Identität  $\sin(\arccos(x)) = \sqrt{1 - x^2}$  ergibt sich:

$$r(v) = r_0 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} \quad (49)$$

### 6.8.2 Definition des dynamisierten Faktors

Der **dynamisierte Faktor**  $\gamma_{\text{dyn}}$  ist definiert als:

$$\boxed{\gamma_{\text{dyn}} = \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} \quad (50)$$

Damit gilt:

$$r(v) = r_0 \cdot \gamma_{\text{dyn}} \quad (51)$$

### 6.8.3 Vergleich mit dem Lorentz-Faktor

| Aspekt       | Lorentz-Faktor (SRT)                    | Dynamisierter Faktor (EKT)                 |
|--------------|---|--|
| Definition   | $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ | $\gamma_{\text{dyn}} = \sqrt{1 - v^2/c^2}$ |
| Auftreten    | Multiplikativ im Nenner                 | Multiplikativ im Zähler                    |
| Geometrie    | Anisotrop (nur in Bewegungsrichtung)    | Isotrop (radialsymmetrisch)                |
| Abhängigkeit | Inertialsystemabhängig                  | Inertialsystemunabhängig                   |
| Herkunft     | Postulat                                | Abgeleitet aus $r(t) = r_0 \sin(ct/r_0)$   |

Tabelle 5: Vergleich: Lorentz-Faktor vs. Dynamisierter Faktor

### 6.8.4 Geschwindigkeitsabhängige Masse

Aus der fundamentalen Masse-Radius-Konstantengleichung:

$$m_0 \cdot r_0 = \frac{2h}{\pi c} = \text{konstant} \quad (52)$$

folgt für den bewegten Zustand:

$$m(v) \cdot r(v) = m_0 \cdot r_0 \quad (53)$$

Mit  $r(v) = r_0 \cdot \gamma_{\text{dyn}}$  ergibt sich:

$$m(v) \cdot r_0 \cdot \gamma_{\text{dyn}} = m_0 \cdot r_0 \quad (54)$$

$$m(v) = \frac{m_0}{\gamma_{\text{dyn}}} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} \quad (55)$$

### 6.8.5 Produktkonstanz

Das Produkt aus geschwindigkeitsabhängiger Masse und geschwindigkeitsabhängigem Radius ist **invariant**:

$$m(v) \cdot r(v) = \frac{m_0}{\gamma_{\text{dyn}}} \cdot r_0 \cdot \gamma_{\text{dyn}} = m_0 \cdot r_0 = \text{konstant} \quad (56)$$

**Das ist die tiefere physikalische Bedeutung des dynamisierten Faktors:** Er beschreibt die **synchrone Transformation** von Masse und Radius, die das Produkt  $m \cdot r$  konstant hält.

## 7 Fazit des Hauptteils

Die SRT liefert drei verschiedene Herleitungen für  $E = mc^2$ , die alle auf unbewiesenen Postulaten beruhen, willkürliche Setzungen enthalten oder Näherungen verwenden. Wie in Abschnitt 1.6 detailliert analysiert, ist insbesondere Einsteins ursprüngliche Herleitung von 1905 eine Näherung für kleine Geschwindigkeiten, die Terme vierter und höherer Ordnung vernachlässigt. Keine der SRT-Herleitungen erklärt dynamisch, wie Masse aus Energie entsteht oder warum der Umrechnungsfaktor gerade  $c^2$  ist.

Die Elementarkörpertheorie hingegen leitet  $E = m_0 c^2$  exakt, dynamisch, geometrisch anschaulich und parameterfrei aus den Entwicklungsgleichungen  $r(t) = r_0 \sin(ct/r_0)$  und  $m(t) = m_0 \sin(ct/r_0)$  ab. Die Integrationskonstante  $C = 0$  ist keine willkürliche Setzung, sondern folgt zwingend aus der Randbedingung  $E(0) = 0$ . Der Faktor  $c^2$  ergibt sich aus der Geometrie der Kugeloberflächendynamik:  $c^3/r_0 \cdot r_0/c = c^2$ . Darüber hinaus wird der dynamisierte Faktor  $\gamma_{\text{dyn}} = \sqrt{1 - v^2/c^2}$  direkt aus den Entwicklungsgleichungen abgeleitet und beschreibt die radialsymmetrische, inertialsystemunabhängige Kontraktion von Radius und die synchrone Zunahme der Masse.

**Die EKT leistet, was die SRT nicht leisten kann: eine exakte, dynamische, anschauliche und parameterfreie Herleitung von  $E = m_0 c^2$  sowie des relativistischen Faktors.**

## A Anhang: Vertiefende Ausführungen zur Denkmodellgeschichte und Phänomenologie

### A.1 Vorbemerkung zur Denkmodellgeschichte

Am Anfang war das einzigartige, invariante »C« . . . Das Verständigungs- bzw. Interpretations-Problem begann bzw. beginnt – wie so oft – mit einem Realphysik befreiten Formalismus. Die beobachtbare Invarianz der (Vakuum-)Lichtgeschwindigkeit ist keineswegs „direkt“ mit der Speziellen Relativitätstheorie (SRT) verbunden, wie suggeriert wird. Das historisch viel zitierte Michelson-Morley-Experiment ist eindimensional konzipiert und sagt gar nichts über Masse behaftete Teilchen im Sinne der herrschenden Physik aus und behandelt auch keine transversalen Komponenten. Die mathematische Invarianz der transversalen Komponenten ist lediglich eine formale Konsequenz der geradlinig gleichförmig bewegten Beobachter bezüglich kräftefreier Teilchen in einem mathematischen Denkmodell. Mit anderen Worten, das gesamte Konstrukt der Lorentztransformation(en) ist an Inertialsysteme gebunden. Phänomenologisch sagt die SRT nichts über die Invarianz der Lichtgeschwindigkeit.

Bevor Missverständnisse aufkommen, es wird nicht behauptet, dass die Mathematik der Relativitätstheorie falsch ist. Wie könnte auch eine axiomatisch begründete These falsch sein? Doch das mathematische Konstrukt besitzt – außer der zu Grunde liegenden beobachtbaren Invarianz der [Vakuum-]Lichtgeschwindigkeit – keine realphysikalische Basis. Es existieren zwar Beobachtungen aber es existiert keine Phänomenologie zur Mathematik der SRT. Die Inertialsystem behaftete »Relativität der Beobachter« ist eine „heikle Sache“, da es in der Natur nur dann zu messbaren Systemänderungen kommt,

wenn Energie ausgetauscht wird. Energieaustausch bedeutet aber grundsätzlich, dass Beschleunigungen auftreten. Mit der Beschleunigung „verabschiedet“ sich das Inertialsystem und folgerichtig gleichfalls die Lorentztransformation in ihrer ursprünglichen Form. Die Mathematik der SRT ist nicht falsch sondern schon „per Definition“ nicht dynamisch.

Mit einfachen Worten: Es stellte sich mir (Dirk Freyling) schon 1986, während meines Physikgrundstudiums, die Frage, welche mathematische (Ur-)Gleichung den „relativistischen“ Faktor der dynamisierten Lorentztransformation abbildet? Fakt ist: Losgelöst von konkreten Denkmodellansätzen sind Realobjektwechselwirkungen stets dynamisch. Da die SRT „inertialsystembelastet“ ist, musste zwingend für einen dynamischen Entwicklungsprozess  $v = \text{const.}$  durch  $v = dr/dt$  ersetzt werden. Das Auffinden der Funktion  $r(t) = r_0 \cdot \sin(c \cdot t/r_0)$  war somit formal einfach. Die später erdachte Elementarkörperkonstruktion bildete einen Denkversuch ab, wie man sich geometrisch „etwas“ vorstellen kann. Doch primär und in letzter Konsequenz war das „einfache“ Ersetzen der „unnatürlich“ stets konstanten Geschwindigkeit durch eine variable Geschwindigkeit der Schlüssel zu einem komplett neuen Verständnis. Für ein anschauliches Verständnis und resultierend für die phänomenologisch begründeten Elementarkörpertheorie basierenden Gleichungen sind nachweislich weder eine substrukturierte Zeit noch mathematische Raum-Zeit-Konstrukte notwendig.

Eine grundsätzliche, phänomenologisch begründete Elementarkörper basierende Denkmodell-Forderung besteht darin, dass möglichst minimalistische Gleichungen sowohl das masselose Photon als auch massebehaftete Materie abbilden.

## A.2 Zur Ruhemasse

Die Ruhemasse (invariante Masse) der Speziellen Relativitätstheorie (SRT) ist inhärent mit Inertialsystemen verbunden. Zur Begriffsdefinition: Eine Größe, die sich bei Lorentz-Transformationen nicht ändert, heißt Lorentz-Invariante. In der Speziellen Relativitätstheorie wird Masse ( $m_{\text{SRT}}$ ) so definiert, dass sie eine lorentzinvariante Größe ist.

Im Rahmen vorliegender näherungsfreier, phänomenologisch begründeter Elementarkörper wird auch der Begriff Ruhemasse ( $m_0$ ) verwendet, dieser ist jedoch von dem Begriff der Ruhemasse der Speziellen Relativitätstheorie (SRT) zu unterscheiden.

Die Ruhemasse entspricht dem voll ausgebildeten Elementarkörper ( $m(t) = m_0, r(t) = r_0$ ). Die innere Dynamik und alle möglichen Elementarkörperwechselwirkungen sind Inertialsystem befreit.

Aus Sicht der Realphysik orientierten Elementarkörpertheorie bleibt von der Relativitätstheorie nur der Lorentzfaktor  $\gamma_{\text{SRT}}$  als eindimensionaler, statischer Fall einer Elementarkörpertheorie basierenden allgemein gültigen Formulierung  $\gamma_{\text{dyn}}$  „übrig“

Was auch für eine einfache Sinusfunktion im Sinne einer Minimalbeschreibung spricht...

**Die Essenz der Fourier-Analysis als elementarer Bildungsbaustein . . .** Das stetige „Analyse- und Synthese-System“ in Form der Fourier-Reihe respektive Fouriertransformation ist heute im Rahmen der „Modernen“ Physik allgegenwärtig. Die Basis-Funktion ist die Sinusfunktion. Konsequenter minimalistischer Gedacht, ist es also nahe liegend, nicht die Fourier-Transformation als Methode der Fourier-Analysis als einfachste Abbildungsmöglichkeit zur Formalisierung zu Grunde zu legen, sondern minimalistischer die „reine“ Sinusfunktion selbst.

Die Tatsache, dass wir in sehr guter Näherung in Korrespondenz zu einem Masse-Raum gekoppelten Mikrokosmos – auf einer Kugeloberfläche leben, führt nicht zu einer dreidimensionalen Raumkrümmung oder gar zu einem mathematisch konstruierten Raum-Zeitkontinuum (Raumzeit). Die Tatsache, dass elementare Strukturen initial aus oszillierenden Kugeloberflächen bestehen, führt gleichfalls nicht zu einem vierdimensionalen Konzept mit Vertauschungsmöglichkeiten von Raum und Zeit. Es kommt ganz im Gegenteil zu einer konstruktiven „Beschreibungsverarmung“. Die Isotropie führt zu einer 2-dimensionalen Plausibilität, die sich »formal-konstruktiv« auf Zeit und Radius „verarmt“.

Die Selbstverständlichkeit, dass die Wegstrecke auf einer Kugeloberfläche nicht der euklidischen Entfernung zwischen den Punkten A und B entspricht, bedarf keiner Abstraktion. Die kürzeste Entfernung zweier Punkte auf einer Kugeloberfläche ist die so genannte Orthodrome (griechisch: orthos für gerade und dromos für Lauf).

### A.3 Comptonwellenlänge

Energie-äquivalent wird die Energie des Masse-Radius gekoppelten Realobjektes „alternativ“ durch die Comptonwellenlänge  $\lambda_C = \frac{\pi}{2} \cdot r_0$  definiert. Somit ergibt sich die Comptonwellenlänge »objekt-natürlich«. Die Frage, wie „(werte-)sicher“ die mit den Comptonwellenlängen assoziierten (Ruhe-)Massen inhärenten (Ruhe-)Radien ( $r_0(m_0)$ ) sind, ist „leicht“ zu beantworten: Comptonwellenlängen sind (auch) Messgrößen. [CODATA- $\lambda_C$ (Proton) CODATA- $\lambda_C$ (Elektron)]

Dieses Elementarkörpertheorie basierende fundamentale Wissen wird u.a. durch Messergebnisse im Rahmen (differentieller) Streuquerschnitte elastischer und inelastischer Streuungen bestätigt.

### A.4 Experimentelle Bestätigung durch Streuquerschnitte

Die folgende Zusammenstellung zeigt, dass der aus der Masse-Radius-Kopplung abgeleitete klassische Radius in sämtlichen etablierten Streuformeln auftritt – ein starkes Indiz für die physikalische Realität des masse-inhärenten Radius  $r_0$ .

#### A.4.1 Comptonwellenlänge als Messgröße für den Radius

Die Comptonwellenlänge  $\lambda_C = h/(m_0c)$  ist eine gemessene Größe (CODATA):

- Elektron:  $\lambda_C \approx 2,426 \cdot 10^{-12}$  m
- Proton:  $\lambda_C \approx 1,321 \cdot 10^{-15}$  m

In der EKT gilt der geometrische Zusammenhang  $\lambda_C = \frac{\pi}{2}r_0$ .

$$r_0 = \frac{2}{\pi}\lambda_C = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{h}{m_0c} \quad (57)$$

Da  $\lambda_C$  gemessen ist, ist  $r_0$  eine Messgröße – unabhängig von der Anerkennung durch die Standardphysik.

#### A.4.2 Klassischer Radius als Wechselwirkungsradius

In allen Streuformeln tritt der klassische Radius auf:

$$r_{\text{kl}} = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 m_0 c^2} \quad (58)$$

In der EKT wird dieser ausgedrückt als:

$$r_{\text{kl}} = \frac{\alpha}{4}r_0 \quad (59)$$

wobei  $\alpha \approx 1/137$  die Feinstrukturkonstante ist. Der Faktor  $\alpha/4$  ist das Verhältnis von elektrischer Energie zur Gesamtenergie.

#### A.4.3 Sieben experimentell bestätigte Streuformeln

##### 1. Thomson-Streuung:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = r_{\text{kl}}^2 \cdot \frac{1 + \cos^2\theta}{2}, \quad \sigma_{\text{Thomson}} = \frac{8\pi}{3}r_{\text{kl}}^2 \quad (60)$$

##### 2. Møller-Streuung:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = r_{\text{kl}}^2 \cdot \frac{(3 + \cos^2\theta)^2}{\sin^4\theta} \cdot \frac{\gamma^2}{\beta^4} \cdot (\text{Spin-Terme}) \quad (61)$$

##### 3. Bethe-Bloch-Sternheimer-Gleichung:

$$-\frac{dE}{dx} = 2\pi N_A r_{\text{kl}}^2 m_e c^2 \rho \frac{Z}{A} \frac{z^2}{\beta^2} \left[ \ln \left( \frac{2m_e c^2 \beta^2 \gamma^2 W_{\text{max}}}{I^2} \right) - 2\beta^2 - \delta - \frac{2C}{Z} \right] \quad (62)$$

##### 4. Photoelektrischer Effekt:

$$\sigma_{\text{photo}} = 4\sqrt{2} \alpha^4 \sigma_0 Z^5 \left( \frac{m_e c^2}{E_\gamma} \right)^{7/2}, \quad \sigma_0 = \frac{8\pi}{3} r_{\text{kl}}^2 \quad (63)$$

**5. Paarbildung:**

$$\sigma_{e^-e^+} \approx 4\alpha r_{\text{kl}}^2 Z^2 \left[ \frac{7}{9} \ln \left( \frac{2E_\gamma}{m_e c^2} \right) - \frac{109}{54} \right] \quad (64)$$

**6. Compton-Streuung (Klein-Nishina):**

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = r_{\text{kl}}^2 \left( \frac{\omega'}{\omega} \right)^2 \left( \frac{\omega}{\omega'} + \frac{\omega'}{\omega} - \sin^2 \theta \right), \quad (65)$$

$$\frac{\omega'}{\omega} = \frac{1}{1 + \frac{\hbar\omega}{m_e c^2} (1 - \cos \theta)} \quad (66)$$

**7. Kramers-Heisenberg-Formel:**

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = r_{\text{kl}}^2 \left( \frac{\omega'}{\omega} \right)^2 \left| \epsilon' \cdot \epsilon - \frac{1}{m_e} \sum_j \frac{\langle n | \epsilon' \cdot \vec{p} | j \rangle \langle j | \epsilon \cdot \vec{p} | i \rangle}{\omega_{ji} - \omega} + \dots \right|^2 \quad (67)$$

**A.5 Phänomenologische Grenzen der klassischen Elektrodynamik und QED**

Die klassische Beschreibung elektromagnetischer Strahlung bietet keine phänomenologische Erklärung für den kontinuierlichen Übergang von Energie von der Quelle in das sich ausbreitende Fernfeld. Lehrbücher präsentieren lediglich formale Energiebilanzen mit Mittelwerten, Feldquadraten und dem Poynting-Vektor, ohne einen intuitiven Mechanismus für die Dynamik der E- und B-Feld-Energie anzubieten. Insbesondere ist der Begriff eines lokalen „Energiependels“ zwischen dem elektrischen und magnetischen Feld im Fernfeld phänomenologisch irreführend. Die Quantenelektrodynamik (QED) liefert keinerlei Phänomenologie.

**A.5.1 Die Illusion der flächig endlichen Felder**

In der klassischen Elektrodynamik werden elektrische und magnetische Felder visuell und konzeptionell als **flächig endlich** dargestellt. Es existiert keine physikalische Begründung dafür, *wie* sich eine Feldlinie von der Quelle „abschneidet“ oder „ablöst“. Die Mathematik der Maxwell-Gleichungen liefert zwar eine korrekte Energiebilanz (Energieerhaltung), aber sie beschreibt keinen **kausalen Mechanismus** für diesen Ablöseprozess. Die Darstellung des Feldes als eine Art elastisches, flächiges Gebilde ist eine Fiktion, die durch die mathematische Kontinuitätsbedingung ( $\nabla \cdot \vec{B} = 0$ ) erzwungen wird. Experimentell ist dieses flächige Gebilde jedoch nicht als Substanz nachweisbar.

**A.5.2 Die EKT-Position zum Photon**

Die Elementarkörper-Theorie (EKT) kritisiert diese Darstellung als phänomenologisch unbegründet. Für die EKT existiert das „Feld“ nicht als kontinuierliche, flächige Substanz im Raum. Stattdessen wird postuliert:

- Das Photon ist ein **informationeller Zustand** eines Elementarkörpers in maximaler Bewegung (raum- und masselos).
- Die beobachtbare räumliche Ausdehnung (z. B. das Interferenzmuster) entsteht **ausschließlich bei der Wechselwirkung** mit Materie (Detektor, Spalt), nicht während der freien Ausbreitung.
- Die Frage nach der „Flächigkeit“ oder dem „Ablösen“ des Feldes ist somit ein **Artefakt der klassischen Feldvorstellung**, welches durch die Annahme einer diskreten, informationellen Entität aufgelöst wird.

**A.5.3 Die willkürliche Grenze zwischen Nah- und Fernfeld**

Die Unterscheidung zwischen Nah- und Fernfeld ist in der Standardphysik **keine scharfe physikalische Grenze**, sondern eine mathematische Näherung. Die klassische Physik kann nicht erklären, *wie* die Energie den „Sprung“ vom pendelnden Nahfeld (wo sie wieder zurückfließen *kann*) in das abgestrahlte Fernfeld (wo sie für immer weg *ist*) schafft. Es handelt sich um eine reine mathematische Buchhaltung der  $1/r^n$ -Terme, nicht um eine Beschreibung eines physikalischen Prozesses.

Die EKT interpretiert diesen Übergang wie folgt:

- **Nahfeld:** Der Elementarkörper (Photon) ist noch im **Prozess der Emission** begriffen. Er ist noch an die Quelle gebunden – eine sinusförmige Entfaltung, die noch nicht abgeschlossen ist.

- **Fernfeld:** Der Elementarkörper ist **vollständig emittiert**. Er bewegt sich als raum- und masseloser Zustand maximaler Bewegung. Die „Energie“ ist in diesem Zustand reine **Information**, die sich erst bei einer Wechselwirkung im Fernfeld als physikalische Wirkung (Impuls, Erwärmung) manifestiert.

#### A.5.4 Das fundamentale Missverständnis der herrschenden Physik

*„Das grundsätzliche Missverständnis (‘außerhalb’ der Elementarkörpertheorie) besteht darin, dass die Eigenschaften eines wechselwirkenden Photons auf den »Ruhezustand« des Photons projiziert werden.“*

Der »Ruhezustand« des Photons ist jedoch gemäß den Gleichungen der **raum- und masselose, „lichtschnelle“ (Energie-)Zustand maximaler Bewegung**. Dies bedeutet: Eine Information breitet sich gerichtet aus, die sich erst bei Absorption des Photons gemäß den Gleichungen „entfaltet“ (ausschwingt) und dann die zeitabhängigen messtypischen Phänomene der Interferenz und des (massebehafteten) Stoßes zeigt. Die vermeintlich immerwährende Wechselwirkungs-Wellennatur des Lichtes ist eine falsche Annahme.

**Information als materieller Zustand = Elementarkörper**

**Zustand als Information = Photon**

#### A.6 Information als Energieform

Die zeitlich begrenzte Interaktion des Photons reduziert sich auf die **«sinusförmige Ausschwingung»** des Photons. Bei dieser materiebildenden Reaktion wird phänomenologisch raum- und masselose, „reine“ Bewegungsenergie in einen masse-gekoppelten Raum umgewandelt. Hier werden plausible Zusammenhänge zwischen Information (Entropie), Energie, Masse und Raum „sichtbar“. Daraus folgt: **Information ist eine Energieform**. Die Gleichung  $E = m_0c^2$  steckt also nicht nur im masse-gekoppelten Raum, sondern auch in der **Information über diesen Zustand** im Photon.

#### A.7 Wissenschaftstheoretische Einordnung: Die Asymmetrie der Bringschuld in der QED

Die QED verzichtet gänzlich auf eine Beschreibung, die auf unmittelbarer Anschauung oder einem mechanistischen Modell beruht. Stattdessen wird das Photon funktional und mathematisch-formal über seine Rolle im theoretischen Rahmenwerk definiert. Die Suche nach einer tieferen „Anatomie“ oder einem Mechanismus des Photons wird im Rahmen der QED als physikalisch nicht sinnvoll deklariert. Es gilt per Definition als fundamentales, punktförmiges Teilchen ohne innere Struktur.

##### A.7.1 Verzicht aus Notwendigkeit, nicht aus Stärke

Die gängige Formulierung, die QED „verzichte bewusst“ auf eine Phänomenologie, ist eine sprachliche Euphemisierung. Wissenschaftshistorisch und logisch präziser formuliert: Die QED muss verzichten, weil ihr Formelgerüst (Lagrangedichte, Pfadintegrale, Renormierung) keine räumlich-zeitliche Anschauung dessen liefert, was zwischen Emission und Absorption tatsächlich „ist“. Es handelt sich hierbei nicht um einen freiwilligen Erkenntnisverzicht, sondern um eine zwingende Konsequenz der mathematischen Struktur der Theorie.

##### A.7.2 Die doppelte Bewertung von Anschauung und Formalismus

Hier offenbart sich eine wissenschaftstheoretische Asymmetrie in der Bewertung physikalischer Modelle:

- (1) **Für alternative Modelle (wie die EKT):** Wird das Fehlen eines komplexen, etablierten mathematischen Apparats oder die Abweichung vom Standardmodell sofort als Ausschlusskriterium gewertet.

- (2) **Für das Standardmodell (QED):** Wird das Fehlen jeglicher Anschauung als epistemische Tugend umgedeutet. Es heißt dann: „Die Natur ist nun mal nicht anschaulich. Wer Anschauung sucht, hat die Quantenmechanik nicht verstanden.“ Die Theorie wird gegen den Vorwurf der Unverständlichkeit immunisiert.

### A.7.3 Umkehrung der Bringschuld

Die EKT stellt die wissenschaftliche Bringschuld um. Während die QED von der EKT einen komplexen Formalismus fordert, fordert die EKT von der QED einen phänomenologischen Mechanismus:

- **QED-Forderung an EKT:** „Zeige mir den mathematischen Formalismus, der alle bekannten Streuquerschnitte reproduziert!“
- **EKT-Antwort:** Die sieben in Abschnitt B.4 aufgeführten Streuformeln enthalten sämtlich den klassischen Radius  $r_{kl} = \frac{\alpha}{4}r_0$ , der sich direkt aus der Masse-Radius-Kopplung  $m_0r_0 = 2h/(\pi c)$  ergibt. Die EKT liefert damit eine einheitliche phänomenologische Basis für genau jene Streuquerschnitte, deren formale Berechnung die QED für sich reklamiert.
- **EKT-Forderung an QED:** „Zeige mir den Mechanismus des Energietransfers von der Antenne ins Fernfeld ohne Zuhilfenahme von Fiktionen wie virtuellen Teilchen, flächigen Feldern oder instantanen Kollapsen!“

Die QED hat auf die letzte Frage keine Antwort. Die EKT liefert mit den Gleichungen  $r(t)$  und  $m(t)$  eine explizite, raum-zeitliche Beschreibung der Zustandsänderung, die sowohl mathematisch minimal als auch phänomenologisch nachvollziehbar ist.

## A.8 Kritische Stimmen zur Quantenmechanik und QED

### A.8.1 Einstein zur Quantenmechanik

... „die  $\psi$ -Funktion ist als Beschreibung nicht eines Einzelsystems, sondern einer Systemgemeinschaft aufzufassen. Roh ausgesprochen lautet dies Ergebnis: Im Rahmen der statistischen Interpretation gibt es keine vollständige Beschreibung des Einzelsystems. Vorsichtig kann man so sagen: Der Versuch, die quantentheoretische Beschreibung der individuellen Systeme aufzufassen, führt zu unnatürlichen theoretischen Interpretationen, die sofort unnötig werden, wenn man die Auffassung akzeptiert, daß die Beschreibung sich auf die Systemgesamtheit und nicht auf das Einzelsystem bezieht. Es wird dann der ganze Eiertanz zur Vermeidung des ‘Physikalisch-Realen’ überflüssig.“

– A. Einstein, *Out of my later years*. Phil Lib. New York 1950, Seite 498

### A.8.2 John von Neumanns Dilemma

Der große Mathematiker John von Neumann publizierte 1932 sein opus magnum über die Mathematischen Grundlagen der Quantenmechanik. Doch schon vor diesem Datum befielen von Neumann Zweifel an seiner Theorie. 1935 wies er nach, dass jede Theorie der Quantenmechanik, die auf dem »Hilbertraum« als Bezugsbasis entwickelt wird, physikalisch inakzeptabel ist. Jeden klaren Kommentar in der Öffentlichkeit darüber vermied er sein Leben lang. Sein Motiv war einfach: Seine »Falsifikation« hätte niemand der Fachkollegen ernst genommen, da der »Hilbertraum« weltweit längst zum Grundbestand der Quantentheorie gehörte.

### A.8.3 Kritik an Renormierung und Regularisierung

Richard Feynman schrieb in *The Strange Theory of Light and Matter* (1985):

„Das Shell-Spiel, das wir spielen, wird technisch als »Renormalisierung« bezeichnet. Aber egal wie schlaue das Wort ist, ich würde es immer noch als schwachen Prozess bezeichnen! Der Rückgriff auf einen solchen Hokusfokus hat uns daran gehindert zu beweisen, dass die Theorie der Quantenelektrodynamik mathematisch in sich konsistent ist. ... Ich vermute, dass Renormalisierung mathematisch nicht legitim ist.“

Paul Dirac schrieb 1963:

„Die meisten Physiker sind sehr zufrieden mit der Situation. Sie sagen: ‘Die Quantenelektrodynamik ist eine gute Theorie, über die wir uns keine Gedanken mehr machen müssen.’ Ich muss sagen, dass ich mit der Situation sehr unzufrieden bin, denn diese so genannte ‘gute Theorie’

beinhaltet die Vernachlässigung von Unendlichkeiten, die in ihren Gleichungen auftauchen, und zwar auf eine willkürliche Weise. Das ist einfach keine vernünftige Mathematik.“

#### A.8.4 Das »zauberhafte« fine-tuning

Berechnet man die Strahlungskorrekturen zur Higgs-Masse, so liefert die Strahlungskorrektur einen zu  $\Lambda$  proportionalen Anteil. Die Higgs-Masse  $m_H \sim 125$  GeV führt zu der Situation, **dass sich die Strahlungskorrekturen und die nackte Masse auf 17 (siebzehn!!!) Nachkommastellen genau aufheben müssen!** Dies hat mit exakter Wissenschaft nichts mehr zu tun, sondern nur noch mit brachialem Wunsch-Dir-Was-Denken.

### A.9 Mythos »Theorieschaft« [Theorie schafft]

Praktisch orientierte Ägypter, Römer und Griechen erschufen lange vor Einführung der Integral- und Differentialrechnung komplexe Bauwerke. Nicht die Theorie zum Halbleiter schuf den Halbleiter, der Halbleiter als elektrotechnisches Bastel- und Tüftler-Objekt ließ Spielraum für theoretische Betrachtungen. Funktionierende Technik bedurfte versuchsfreudiger „Macher“, (Miss-)Erfolge (trial & error) zeigten den Weg.

Theoretische Modelle hink(t)en stets der (messbaren) Realität hinterher. Der Mythos, dass hochkomplexe, mathematische Theorien die Wirklichkeit beschreiben und Neues generieren konnten und können, lebt. Dass jedoch die Voraussagefähigkeiten der theoretischen Modelle, bei genauer Sicht, Ergebnisse von immer wieder (neu) durchgeführten Nachkorrekturen sind, erschließt sich den meisten Interessierten nicht.

### A.10 Kernaussagen des Anhangs

- Photonen sind keine intrinsischen Wellen oder Teilchen, sondern Zustände reiner Bewegungsinformation.
- Der Nullpunkt repräsentiert nicht „Nichts“, sondern den maximalen Bewegungszustand – die (zeitlose) Lichtgeschwindigkeit.
- Ihre physikalische Manifestation in Form von Masse, Impuls oder Energie erfolgt erst bei der Wechselwirkung als sinusförmige Ausschwingung.
- Information und materieller Zustand sind zwei Seiten derselben Medaille, verbunden durch die fundamentale Masse-Radius-Kopplung  $m_0 r_0 = 2h/(\pi c)$ .
- Wissenschaftstheoretisch ist der phänomenologische Verzicht der QED keine Tugend, sondern eine Notwendigkeit.

### A.11 Herleitung der Masse-Radius-Konstanten-Gleichung [F1]

Die Masse-Radius-Konstanten-Gleichung lässt sich auf mathematisch einfache und phänomenologisch interdisziplinär verständliche Weise herleiten. Ausgangspunkt ist die Annahme, dass das Plancksche Wirkungsquantum  $h$  die kleinste skalare Wirkung repräsentiert. Diese Wirkung hat – im Unterschied zur axialen Drehimpuls-Konzeption – die Dimension Energie mal Zeit. Division durch die Zeit liefert eine Energie:  $E = h/t$ . Setzt man für die Energie die Ruheenergie  $E_0 = m_0 c^2$  ein, so ergibt sich eine spezifische Zeit, die jeder Ruhemasse zugeordnet ist:

$$t(m_0) = \frac{h}{m_0 c^2} = \frac{\lambda_C}{c} \quad (\text{tm}0)$$

Dabei ist  $\lambda_C = h/(m_0 c)$  die Comptonwellenlänge der betreffenden Ruhemasse. Diese Zeit  $t(m_0)$  ist eine objektinhärente Größe und lässt sich direkt aus zwei fundamentalen Messgrößen –  $h$  und  $m_0$  – sowie der universellen Konstanten  $c$  bestimmen.

#### Entwicklungszeit des Elementarkörpers

Die Entwicklungsgleichung des Elementarkörper-Radius lautet:

$$r(t) = r_0 \sin\left(\frac{ct}{r_0}\right) \quad (68)$$

Der Elementarkörper ist exakt dann vollständig ausgebildet, wenn das Argument des Sinus den Wert  $\pi/2$  erreicht, also  $\sin(\pi/2) = 1$ . Daraus ergibt sich die charakteristische Entwicklungszeit  $t_0$ :

$$t_0 = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{r_0}{c} \quad (\text{tr}0)$$

Diese Zeit  $t_0$  ist die Zeitspanne, die ein Elementarkörper benötigt, um vom reinen Photon-Zustand ( $t = 0, r = 0, m = 0$ ) in den vollständig ausgebildeten Masse-Zustand ( $r = r_0, m = m_0$ ) überzugehen.

### Gleichsetzung und Masse-Radius-Konstanz

Setzt man die beiden Zeiten  $t(m_0)$  und  $t_0$  gleich, folgt:

$$\frac{h}{m_0 c^2} = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{r_0}{c} \quad (69)$$

Aufgelöst nach dem Produkt  $m_0 \cdot r_0$  ergibt dies die fundamentale **Masse-Radius-Konstanten-Gleichung [F1]** :

$$\boxed{m_0 \cdot r_0 = \frac{2h}{\pi c} = \text{konstant}} \quad (70)$$

Diese Konstante ist von zentraler Bedeutung: Sie verknüpft die Ruhemasse eines jeden Elementarkörpers untrennbar mit seinem zugehörigen Radius. Das Produkt  $m_0 r_0$  ist eine Invariante der Elementarkörpertheorie, deren Zahlenwert nur von den Naturkonstanten  $h$  und  $c$  abhängt. Bemerkenswert ist, dass die Konstante aus lediglich zwei fundamentalen Größen aufgebaut ist und keine freien Parameter enthält.

### Zeitinvarianten während der Entwicklung

In der Elementarkörpertheorie entwickeln sich Masse und Radius während der Entstehungsphase streng synchron. Dies zeigt sich daran, dass das Verhältnis von Masse zu Radius für alle Zeitpunkte  $t$  konstant ist:

$$\frac{m(t)}{r(t)} = \frac{m_0 \sin(ct/r_0)}{r_0 \sin(ct/r_0)} = \frac{m_0}{r_0} = \frac{2h}{\pi c r_0^2} \quad (71)$$

Analoges gilt für die ersten und zweiten zeitlichen Ableitungen. Diese synchrone Koevolution ist Ausdruck der fundamentalen Kopplung von Masse und Raum in einem einzigen, konsistenten Formalismus.

### Der masseinhärente Elementarkörper-Radius

Aus der Comptonwellenlänge  $\lambda_C = h/(m_0 c)$ , die eine experimentell zugängliche Messgröße darstellt (CODATA-Referenzwerte für Elektron und Proton), folgt der masseinhärente Elementarkörper-Radius  $r_0$  direkt:

$$r_0 = \frac{2}{\pi} \lambda_C \quad (72)$$

Für das Elektron beträgt  $\lambda_C \approx 2,426 \cdot 10^{-12}$  m und somit  $r_0 \approx 1,545 \cdot 10^{-12}$  m. Für das Proton ergibt sich entsprechend ein Radius im Bereich von etwa  $0,84 \cdot 10^{-15}$  m. Dieser Radius  $r_0$  wird, wie im Hauptteil des Dokuments ausführlich dargelegt, in sämtlichen relevanten Streuprozessen beobachtet – von der Thomson-Streuung über die Klein-Nishina-Formel bis hin zur Bethe-Bloch-Gleichung.

#### A.11.1 Kritik der Fehlinterpretationen in der herrschenden Physik

Die etablierte Teilchenphysik interpretiert die gemessenen Radien grundlegend falsch. Die Fehlinterpretation ist theorieinduziert und beruht auf der unzulässigen Extrapolation der Lorentz-Transformation auf räumlich strukturierte, reale Objekte.

In der Speziellen Relativitätstheorie (SRT) tritt die Längenkontraktion nur in Bewegungsrichtung auf – die Transversalkomponenten bleiben definitionsgemäß unverändert. Dieses Verhalten gilt jedoch ausschließlich für eindimensional bewegte, strukturlose „Test-Körper“ und nicht für Objekte, die eine radialsymmetrische innere Dynamik besitzen. Bei einer Kugeloberflächen-Kontraktion sind alle Raumrichtungen gleichberechtigt; eine Bewegung erfolgt isotrop. Die resultierende räumliche Veränderung führt daher zu einer radialsymmetrischen Radiusverkleinerung, nicht zu einer richtungsabhängigen Längenkontraktion.

Der dynamisierte Faktor der EKT –  $\gamma_{\text{dyn}} = \sqrt{1 - v^2/c^2}$  – beschreibt diese isotrope Kontraktion und ist qualitativ und strukturell vom Lorentz-Faktor  $\gamma_{\text{SRT}} = 1/\sqrt{1 - v^2/c^2}$  zu unterscheiden. Letzterer ist ein statisches, inertialsystemabhängiges Postulat; ersterer wird direkt aus den Entwicklungsgleichungen abgeleitet und ist inertialsystemunabhängig.

### A.11.2 Phänomenologie der Beschleunigung und Energiezufuhr

Jede Änderung der Schwerpunktschwindigkeit eines massebehafteten Teilchens beruht physikalisch auf einer Beschleunigung. Die in Beschleunigerexperimenten übliche Vorstellung einer „Eigen-Strahlung“ der beschleunigten Ladung ist phänomenologisch irreführend: Elektronen, Protonen und Ionen werden durch elektrische oder magnetische Wechselfelder beschleunigt. Das Beschleunigersystem stellt für die einzelne Ladung ein praktisch unendlich großes Energie-Reservoir dar.

Die Energiezufuhr bewirkt eine radialsymmetrische Veränderung des inneren Verhältnisses von Raumenergie zu Masseenergie. Ein Teil der zugeführten Energie wird in Schwerpunktsbewegung umgesetzt, ein anderer Teil als Strahlung abgestrahlt. Die abgestrahlte Energie stammt dabei nicht aus dem „Eigenvorrat“ des unbeschleunigten Teilchens, sondern aus dem Energie-Reservoir des Beschleunigersystems. Die Ladung fungiert gleichsam als Mittler, der die äußere Energie in Bewegungsenergie und Strahlungsenergie aufteilt und dabei eine innere Umgestaltung erfährt: Das Teilchen wird radialsymmetrisch komprimiert („zusammengedrückt und schwerpunkt-bewegt“). Da das Beschleunigersystem ein unendlich großes Energie-Reservoir darstellt, lässt sich keine abschließende Energiebilanz aufstellen; die Phänomenologie des Gesamtvorgangs bleibt im Rahmen der Standardphysik ungeklärt.

### A.11.3 Konsequenzen für Wirkungsquerschnitte und gemessene Radien

Mit zunehmender Gesamtenergie – und damit wachsender Translationsenergie bei konstanter innerer Energie – verkleinert sich der Elementarkörper-Radius gemäß  $r(v) = r_0 \cdot \gamma_{\text{dyn}}$ , während die Masse proportional zunimmt:  $m(v) = m_0/\gamma_{\text{dyn}}$ .

Die Wirkungsquerschnitte skalieren mit dem Quadrat des Radius:  $\sigma \propto r(v)^2$ . Mit steigender Geschwindigkeit werden die Wirkungsquerschnitte daher systematisch kleiner. Die Standardphysik zieht aus der Messung dieser verkleinerten Wirkungsquerschnitte den Fehlschluss, der gemessene Radius entspreche dem Ruheradius. Tatsächlich wird der dynamisch verkleinerte Radius gemessen, der deutlich unterhalb des Ruheradius  $r_0$  liegt.

Kommt es bei der Wechselwirkung im Detektor zu einer Verlangsamung, vergrößert sich der Radius bei gleichzeitiger proportionaler Masseverkleinerung. Masseabhängige Energie wird in radiusabhängige Raumenergie transformiert. Kalorisch messbar ist jedoch nur die Translationsenergie – die innere Raumenergie der Objektvergrößerung steht dem Außen nicht zur Verfügung. Für das Standardmodell ist dieser Vorgang nicht nachvollziehbar, da es keine dynamische Kopplung von Masse und Raum kennt.

### A.11.4 Das Neutrino-Postulat – Kritik und Alternativerklärung der EKT

Bei Teilchenzerfällen wandeln sich Objekte mit kleinerem Compton-Wellenlängen-Radius (größerer Masse) in Objekte mit größerem Radius (kleinerer Masse) um. Aus Sicht der Standardphysik scheint dabei Energie verloren zu gehen, da die Differenz der Ruheenergien nicht vollständig in kinetischer Energie der Zerfallsprodukte wiederzufinden ist. Zur Rettung der Energie- und Impulserhaltung wird ein weiteres, nicht nachweisbares Teilchen postuliert: das Neutrino.

Das Neutrino ist jedoch kein empirisch fundiertes Objekt, sondern ein **theorieinduziertes Postulat**. Es existiert kein einziger direkter Neutrinonachweis. Sämtliche „Nachweise“ beruhen auf stark theoriebeladenen Interpretationen von Versuchsergebnissen. Die gängigste Methode in Kollisionsexperimenten besteht darin, aus der Energie-Impuls-Bilanz eines vermeintlich hermetischen Detektors die „fehlende Energie“ zu bestimmen und diese einem entweichenden Neutrino zuzuschreiben. Selbst wenn es keine Neutrinos gäbe, änderte sich an den Messergebnissen nichts – festgestellt wird lediglich eine Differenz zur erwarteten Energiebilanz, deren Interpretation vollständig vom postulierten Theorieobjekt abhängt und keine unabhängige Evidenz darstellt.

Die Elementarkörpertheorie bietet für die beobachteten Energie- und Impulsbilanzen eine alternative, neutrino-freie Erklärung: Die Umwandlung von Masseenergie in Raumenergie bei einem Zerfall ist ein Prozess, bei dem sich der Elementarkörper-Radius vergrößert. Die Energie, die in der Standardbilanz als „fehlend“ erscheint, ist in der EKT die innere Raumenergie der vergrößerten Elementarkörper. Diese Energie ist nicht dissipiert oder verloren, sondern liegt in Form von Radius-Energie vor, die sich einer kalorischen Erfassung entzieht.

Die Annahme massebehafteter Neutrinos widerspricht im Übrigen den ursprünglichen Axiomen des Standardmodells der Teilchenphysik fundamental. Die nachträgliche Einführung von Neutrinomassen über Neutrino-Oszillationen (Nobelpreis 2015) stellt einen ad-hoc-Anbau an das Standardmodell dar, der dessen innere Widersprüchlichkeit nicht behebt, sondern lediglich weiter verschleiert.

Zusammenfassend lässt sich festhalten:

1. **Es gibt keinen direkten Neutrinonachweis.** Alle „Nachweise“ sind indirekte, theoriebeladene Interpretationen von Energie-Impuls-Bilanz-Differenzen.
2. **Die fehlende Energie in Zerfallsprozessen** lässt sich in der EKT konsistent als innere Raumenergie interpretieren, die aus der Radius-Vergrößerung der beteiligten Elementarkörper resultiert.
3. **Das Neutrino-Postulat ist eine Konsequenz der fehlenden Phänomenologie** des Standardmodells, das die dynamische Masse-Radius-Kopplung nicht kennt und daher eine Lücke in der Energiebilanz durch ein hypothetisches Teilchen schließen muss.
4. **Neutrino-Oszillationen sind kein wissenschaftlicher Fortschritt**, sondern eine semantische Verschleierung der grundlegenden konzeptionellen Probleme des Standardmodells.

## B Anhang: Gleichungen im Überblick

| Größe                      | Symbol                | Gleichung                                  |
|----------------------------|-----------------------|--|
| Radiusentwicklung          | $r(t)$                | $r(t) = r_0 \cdot \sin(ct/r_0)$            |
| Massenentwicklung          | $m(t)$                | $m(t) = m_0 \cdot \sin(ct/r_0)$            |
| Geschwindigkeit            | $v(t)$                | $v(t) = c \cdot \cos(ct/r_0)$              |
| Beschleunigung (formal)    | $a(t)$                | $a(t) = -(c^2/r_0) \cdot \sin(ct/r_0)$     |
| Kraft                      | $F(t)$                | $F(t) = m_0 c^2 / r_0$ (konstant)          |
| Energie                    | $E(t)$                | $E(t) = m_0 c^2 \sin(ct/r_0)$              |
| Ruheenergie                | $E_0$                 | $E_0 = m_0 c^2$                            |
| Übergangszeit              | $t_0$                 | $t_0 = \pi r_0 / (2c)$                     |
| Dynamisierter Faktor       | $\gamma_{\text{dyn}}$ | $\gamma_{\text{dyn}} = \sqrt{1 - (v/c)^2}$ |
| Masse-Radius-Kopplung      | –                     | $m_0 \cdot r_0 = 2h / (\pi c)$             |
| Zeitinvariantes Verhältnis | –                     | $m(t)/r(t) = m_0/r_0$                      |
| Klassischer Radius         | $r_{\text{kl}}$       | $r_{\text{kl}} = (\alpha/4) \cdot r_0$     |

Tabelle 6: Die fundamentalen Gleichungen der Elementarkörpertheorie

## Weiterführende Informationen zum Verständnis der Elementarkörpertheorie

Es sei hier angemerkt, dass die vorliegenden Betrachtungen zur Masse-Raum-Kopplung respektive zur Elementarkörpertheorie unvollständig sind. Dies geschah bewusst, da ansonsten der Fokus und die Aufmerksamkeit des Lesers bei der Betrachtung der  $E=mc^2$  Herleitung(en) im Gesamtbild durch die Fülle an weiterführenden Informationen verloren gehen könnte. Es bleibt jedoch nichts unklar oder vage. Alle notwendigen Beschreibungen und Herleitungen der Elementarkörpertheorie sowie deren wissenschaftshistorische Einordnung folg(t)en in weiteren Publikationen. Unter anderem wird geklärt, warum 1986, 2012 und 2026 als Entstehungsjahre der Elementarkörpertheorie angegeben werden. Des Weiteren werden historische Aspekte und Sachverhaltsanalysen der bestehenden Standardmodelle im Kontext ihrer Entstehung untersucht. Die hier vorgebrachte Kritik an den Standardmodellen kann als weitreichend und fundamental bezeichnet werden.

Siehe: <https://www.dualismus.net/elementarybodytheory/website/>