

**Zeitschrift:** Helvetica Physica Acta  
**Band:** 15 (1942)  
**Heft:** I

**Artikel:** Kleine Notiz über den menschlichen Standort gegenüber dem Materie-Energieproblem  
**Autor:** Dessauer, F.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-111295>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 01.04.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Kleine Notiz über den menschlichen Standort gegenüber dem Materie-Energieproblem.

von F. Dessauer

(26. XII. 41.)

Das  $E/c^2 = m$ -Gesetz EINSTEINS — vielfach bestätigte Selbstverständlichkeit der heutigen Physik — verbindet in der „Mikrophysik“ höchstverdichtete Energien (ganz starke Photonen, *stärkste Energiesingularitäten*, also Konzentrationen der Energie) deutlich mit den Merkmalen der Materie: der trägen und schweren Masse *in Form einer Gleichsetzung*. Bei den kleinen Energiekonzentrationen der Makrophysik (etwa gewöhnlichen elektrischen Strömen, Schall, Wärme) ist die Energie zu verdünnt — also raumzeitlich zu weit erstreckt — als dass materielle Eigenschaften in Erscheinung treten könnten.

Umgekehrt kann der Übergang von Masse  $mc^2 = E$  nur vollzogen werden, wenn mikrophysikalische, d. h. sehr kleine Massen betrachtet werden, also *kleinste Massensingularitäten*. Den Übergang zwischen Energiewelt und Materiewelt bilden also: Höchstkonzentrierte Energie-Einheiten  $\longleftrightarrow$  kleinste Masseneinheiten.

Diese Ausdrücke: „höchst“, „kleinst“ schliessen den menschlichen Standort ein. Dieser Standort ist von dem Sosein unserer Sinne und ihren Fortsetzungen, den Messmethoden, her gegeben. Von da aus beurteilen wir „grosse“, „kleine“ Energiekonzentrationen und Massen.

Zunächst ein Beispiel: Mit einer Waage können die Massenkonzentrationen der gewöhnlichen Erfahrung von 1 g auf  $10^{-3}$  g genau leicht und mit Präzisionswaagen auf  $10^{-7}$  g gemessen werden.  $10^{-8}$  g ist die äusserste Grenze.

Rechnet man diese äusserste Grenze der Waagebestimmung als Energie, so ergibt sich:

$$10^{-8} \cdot c^2 = 10^{-8} \cdot 9 \cdot 10^{20} = 9 \cdot 10^{12} \text{ Erg} \sim 10^{13} \text{ Erg.}$$

Da  $10^7$  Erg = 1 Wattsec, bedeutet die äusserste Grenze des Wägbaren an der Materie  $10^6$  Wattsec, also 1000 KWsec oder 0,28 KWh, d. h. eine Halbwattglühlampe von 200 Kerzen (!) könnte damit  $\sim 3$  Stunden einen Raum beleuchten. Die Masse  $10^{-8}$  g wäre als

Energie räumlich und zeitlich verdünnt. Mit 200 Kerzen kann man einen Saal von  $5 \cdot 10 \cdot 3 \text{ m}^3$  also  $150 \text{ m}^3$  gut erhellen (abgesehen von der wesentlich grösseren erzeugten Wärmeenergie).

Ein Pt-Stück von diesem Minimalgewicht  $10^{-8} \text{ g}$  würde — da das spez. Gewicht des Pt =  $21,4 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  — den Raum einnehmen:  $\frac{1 \cdot 10^{-8}}{21,4} = \frac{1}{2} 10^{-9} \text{ cm}^3$ , also einen Radius  $< 10^{-3}$  besitzen (an der Grenze des vom Auge Erkennbaren).

Der obige Saal misst  $150 \text{ cm}^3 = 150 \cdot 10^6 \text{ cm}^3 = 1,5 \cdot 10^8 \text{ cm}^3$ , also ist die *räumliche* Verdünnung des Stoffes in Energie in diesem Beispiel von der Ordnung  $10^{17} : 1$ . Hätten wir statt 3 Stunden 1 sec gewählt, so wäre diese „Verdünnung“ auf rund  $10^{21} : 1$  gestiegen.

Gewöhnliche Alltagskörper, Grössenordnung — 1 kg z. B. — geben in Energie die Grössenordnung  $1000 \cdot 9 \cdot 10^{20} \sim 10^{24} \text{ Erg} \sim 10^{17} \text{ Wattsec} \sim 10^{14} \text{ KWsec} = 2,8 \cdot 10^{10} \text{ KWh}$ , also 28 Milliarden Kilowattstunden.

Die Schweiz erzeugte 1929 in allen elektrischen Werken zusammen  $\sim 4$  Milliarden KWh.

Unsere Einstellung zu Materie und Energie *aus der Erfahrung* ist also so, dass wir eine kleine handliche Materiemenge von 1 kg als Energie wie einen ungeheuer grossen, das Simultanerlebnis weit übersteigenden Energiebetrag — 7 Jahre Gesamtleistung der ganzen Schweizer Elektrizitätsproduktion nach dem Stand von 1929 — erfahren würden.

Mit anderen Worten: *Wir Menschen sind sehr energieempfindlich, aber sehr wenig masseempfindlich.* Würden wir nur Massen (Trägheitswiderstände, Gravitationskräfte) erleben, so wären wir sehr stumpfe Wesen. Unsere Energie-Aufnahmeorgane (Auge, Ohr) sind dagegen viel empfindlicher. *Wir haben, anders formuliert, für den Gegenstand  $mc^2 = E$  zwei ganz verschiedene Messbereiche.*

Das Ohr reagiert im maximalen Empfindlichkeitsbereich 1000—3000 Hertz auf  $10^{-15} \text{ Wattcm}^{-2} \sim 10^{-8} \text{ Erg} \cdot \text{cm}^{-2}$ . Das würde umgerechnet in Materie  $\frac{10^{-8}}{9 \cdot 10^{20}} \text{ g} = 10^{-29} \text{ g}$  entsprechen. Es ist also  $10^{-21}$  d. i. 1000 Trillionen mal empfindlicher als die empfindlichste Waage; gegen die direkte Schätzung einer Masse von 1 g (Druck von 1 g) steht die Empfindlichkeit des Ohres wie  $10^{29} : 1$ , also um das 100000 Quadrillionenfache.

Ebenso verhält es sich mit Licht. 100—1000 mittlere Quanten, also  $\sim 10^{-10}$  bis  $10^{-9} \text{ Erg}$  sind vom Auge wahrnehmbar.

In diesem Zusammenhang kann auf die neuerliche Erklärung der Erhaltung der Sonnenenergie nach BETHE erinnert werden.

Hier deckt ein Massenschwund vom Typus ( $2 \text{ }^1_1\text{H}^{1+} + 2 n = \text{He}^{++}$ : 2 Wasserstoffkerne + 2 Neutronen) mit einem Einzeldefizit von ca.

$$4 \cdot 1,0078 = 1 \cdot 4,002 + \Delta mc^2$$

$\Delta m \sim 0,029 \cdot 1,65 \cdot 10^{-24}$  g (entsprechend ca.  $5 \cdot 10^{-5}$  Erg) die ausstrahlende Wärme. Wir sehen, die Sonne betrachtend, dieser Entmaterialisierung zu.

Die Empfindlichkeitsbereiche des Menschen zu Materie und zu Energie verhalten sich etwa wie  $1 : 10^{21}$ .

Man kann auch so sagen: Da die Impuls- und Gravitationsempfindlichkeit des Menschen  $10^{21}$ mal kleiner ist als seine Seh- und Hörempfindlichkeit, ergibt sich, dass er schwere und träge Masse als etwas ganz anderes erleben muss, als Licht und Schall. Wäre die Empfindlichkeit von gleicher Grössenordnung, so wäre — wegen raumzeitlicher Koinzidenzen der Ereignisse — die Identität „selbstverständlich“. Er würde — etwa bei der Sonnenstrahlung — Licht und die Impulse der trägen Photonenmassen raumzeitlich gemeinsam erleben und darum identifizieren. Denn für Identifizierung von Erfahrungen, die durch verschiedene Sinne erfasst werden, ist die raumzeitliche Übereinstimmung grundlegend. So aber konnte er primär nicht auf die Idee einer grundsätzlichen Verbundenheit kommen und es bedurfte etwa  $2\frac{1}{2}$  Jahrtausende Physik bis zur Aufdeckung dieser Verbundenheit.

Physikalisches Institut der Universität Freiburg.

---