

# Physikaufgabe 51

[Home](#) | [Startseite](#) | [Impressum](#) | [Kontakt](#) | [Gästebuch](#)

**Aufgabe:** Erläutern Sie, warum der Urknall und seine Periodizität sich nur mit Hilfe eines vierdimensionalen reziproken Raums erklären lassen.

**Lösung:** Sei  $E_{kin} = mc^2$  die kinetische Energie des Alls und  $E_{pot} = pc$  seine potentielle Energie. Wir bezeichnen etwas als kinetisch, was eine Ruhemasse  $m$  besitzt, während wir alles andere, was masselos ist, nur mit potentieller Energie behaftet sehen. Entgegen der klassischen Mechanik, wo sich kinetische und potentielle Energie linear addieren, addieren sich diese beiden Größen nach den Gesetzen der Relativitätstheorie quadratisch. Somit lautet der pythagoreische Energiesatz

$$E^2 = E_{kin}^2 + E_{pot}^2$$

oder, wenn man die Energien explizit einsetzt,

$$E^2 = m^2 c^4 + p^2 c^2,$$

worin wir unmittelbar die Einsteinsche Energie-Impuls-Relation erkennen. Was also in der klassischen Physik die Geschwindigkeit ist, übernimmt in der relativistischen die Masse, und was den Abstand zwischen zwei Massen angeht, aufgrund der Gravitation der Impuls. Masse bedeutet Kinetik, d.h. Bewegung und damit Zeitänderung, Impuls hingegen Raum und so gesehen Ortsänderung, ausgedrückt etwa durch die Verringerung der gegenseitigen Entfernung zwischen zwei sich anziehenden Massen.

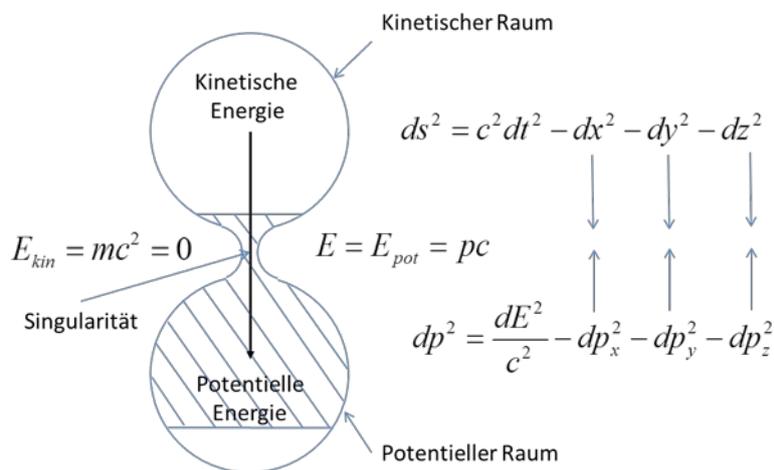


Abbildung 1. Kurz vor dem Urknall ( $m=0$  und  $v=c$ ): Der vierdimensionale (kinetische) Raum ist fast in der Singularität verschwunden und der reziproke (potentielle) Raum hat nahezu sein Maximum erreicht

Betrachten wir nunmehr die Situation kurz vor und nach dem Urknall.

## Physikaufgabe 51

---

Kurz vor dem Urknall (Abb. 1) hat alle Masse aufgehört zu existieren ( $m = 0$ ), die kinetische Energie des Alls wird null, d.h.  $E_{kin} = 0$ , weil sich nichts mehr bewegt und nur mehr rein potentielle Energie vorhanden ist, d.h.  $E = E_{pot}$ . Diese steckt allerdings im potentiellen Raum, weil sonst ein neuer Urknall nicht möglich wäre. In diesem Zustand gilt also

$$m = 0 \Rightarrow E_{kin} = 0 \Rightarrow E = pc.$$

Kurz nach dem Urknall (Abb. 2), nachdem die gesamte potentielle Energie sich in kinetische umgewandelt hat, gilt

$$p = 0 \Rightarrow E_{pot} = 0 \Rightarrow E = mc^2.$$

Gemeinhin hält man die Geschwindigkeit für die primäre und den Impuls für eine daraus abgeleitete Größe. Diese Ansicht ist falsch, denn die elementare Größe ist der Impuls, und die Geschwindigkeit wird daraus abgeleitet. Kurz vor dem Urknall (Abb. 1) muß nämlich wegen  $m = 0$  und aus Energieerhaltungsgründen sowie aufgrund der Beziehung

$$\mathbf{v} = \frac{\mathbf{p}}{\sqrt{m^2 + \frac{\mathbf{p}^2}{c^2}}}$$

gelten, daß  $v = c$  ist, denn nur dann kann elektromagnetische Strahlung sich in Materie bzw. Masse umwandeln. Kurz nach dem Urknall (Abb. 2) hingegen gilt wegen  $\mathbf{p} = 0$  auch  $v = 0$ . Dann und nur dann folgt wegen des Vorhandenseins von Masse und konsistent zur Relativitätstheorie Albert Einsteins die bekannte Energiegleichung

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = mc^2.$$

Eigentlich ist es sinnvoller, Masse und Impuls als energieabhängige Größen zu definieren,

$$m = \sqrt{\frac{E^2}{c^4} - \frac{p^2}{c^2}} \quad \text{bzw.} \quad p = \sqrt{\frac{E^2}{c^2} - m^2 c^2},$$

und zu postulieren, daß diese unmittelbar vor und nach dem Urknall nicht zugleich existieren können, weil sonst der Energieerhaltungssatz verletzt wäre.

# Physikaufgabe 51

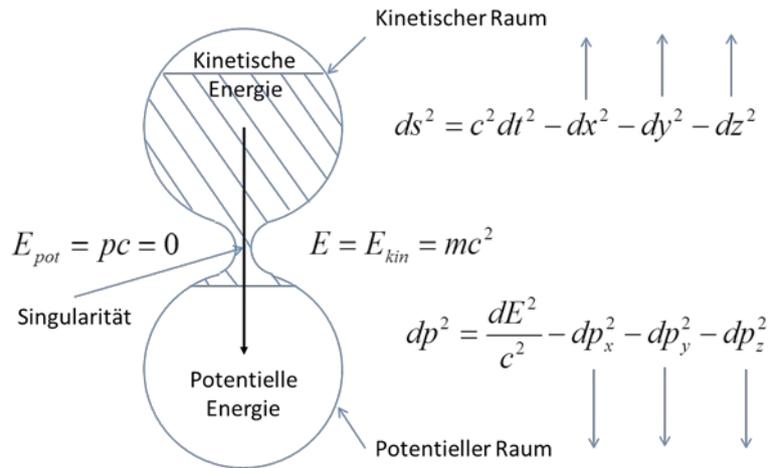


Abbildung 2. Kurz nach dem Urknall ( $p=0$  und  $v=0$ ): Der reziproke (potentielle) Raum steckt noch fast in der Singularität und der vierdimensionale (kinetische) Raum besitzt nahezu noch sein Maximum

Unmittelbar nach dem Urknall (Abb. 2) ist also der vierdimensionale kinetische Raum bereits voll aufgespannt. Die Behauptung, der Raum würde sich ausbreiten, ist definitiv falsch, denn es ist die volle kinetische Energie in diesem Raum enthalten. Kurz nach dem Urknall gibt es allerdings noch keinen reziproken Raum, weil ja die kinetische Energie gerade erst in der Singularität verschwunden ist. Wenn der vierdimensionale kinetische Raum sein Minimum und der reziproke Raum sein Maximum erreicht hat, passiert der Urknall. Unmittelbar danach ist der reziproke potentielle Raum in seinem Minimum, während der kinetische noch fast maximal ist. Es gibt allerdings noch kein Licht und damit auch keine potentielle Energie, weil die Gesamtenergie nahezu ausschließlich aus kinetischer Energie besteht. Ab jetzt nimmt diese aber ab, während sich die potentielle als Strahlung aufbaut.

Am Ende des Universums und vor dem nächsten Urknall ist die Masse vollständig in der Singularität verschwunden, der kinetische Raum zusammengebrochen. Jegliche Energie befindet sich im reziproken Raum, in dem alles Licht gefangen ist. Die Gesamtenergie ist potentieller Natur, die Dichte muß daher nicht unendlich werden. Das Universum wird buchstäblich aus Licht geboren. Licht erzeugt im Moment des Urknalls wieder die Masse, die soeben in der Singularität verschwunden ist. Das ist allerdings kein Schöpfungsakt, sondern beruht auf einem mechanischen Prinzip: der Umwandlung von kinetischer in potentielle Energie und umgekehrt, nur eben relativistisch. Die Erhaltungssätze werden dadurch zu keiner Zeit verletzt. Die vierdimensionale (kinetische) Raumzeit spiegelt sich im infinitesimalen Wegelement

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$$

wider, der ebenfalls vierdimensionale reziproke Raum im Impulselement

$$dp^2 = \frac{dE^2}{c^2} - dp_x^2 - dp_y^2 - dp_z^2.$$

Beide zusammen bilden eine achtdimensionale konsistente Struktur aus den Variablen

$$(E, t, \mathbf{x}, \mathbf{p}),$$

## Physikaufgabe 51

---

einen sogenannten Achtervektor, ohne den der Urknall nicht zu erklären ist. Die gewöhnliche vierdimensionale Relativitätstheorie reicht dazu nicht hin und muß entsprechend erweitert werden, denn nur so gelingt es zu zeigen, daß vor dem Urknall folgender Zustand herrscht:

$$d\tau \rightarrow \frac{ds}{c}, \quad dx \rightarrow 0, \quad dy \rightarrow 0, \quad dz \rightarrow 0,$$
$$dE \rightarrow \frac{1}{2} \frac{\hbar}{d\tau} \quad dp_x \rightarrow \frac{1}{2} \frac{\hbar}{dx} \quad dp_y \rightarrow \frac{1}{2} \frac{\hbar}{dy} \quad dp_z \rightarrow \frac{1}{2} \frac{\hbar}{dz},$$

unmittelbar danach hingegen ein im Sinne der Quantenmechanik komplementärer:

$$d\tau \rightarrow \frac{1}{2} \frac{\hbar}{dE} \quad dx \rightarrow \frac{1}{2} \frac{\hbar}{dp_x} \quad dy \rightarrow \frac{1}{2} \frac{\hbar}{dp_y} \quad dz \rightarrow \frac{1}{2} \frac{\hbar}{dp_z},$$
$$dE \rightarrow cdp, \quad dp_x \rightarrow 0, \quad dp_y \rightarrow 0, \quad dp_z \rightarrow 0.$$