

Physikaufgabe 148

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

Aufgabe: Beweisen Sie, daß der Impuls des Universums während des Urknalls erhalten bleibt, und daß die Annahme, daß das Universum aus dem Nichts entstanden sei, irrig ist.

Beweis: Das Universum ist zunächst ein riesiges Schwarzes Loch mit der auf seinem Rand konzentrierten gesamten Masse sprich Energie im Abstand des Schwarzschildradius. Es muß sich also nicht erst ausdehnen, denn es hat ja einen unveränderlichen Schwarzschildradius. Während sich nun zu einem bestimmten Zeitpunkt, den man den sogenannten Urknall nennt, weil er den Beginn der Zeit markiert, die zunächst masselose Punkt singularität im Zentrum des Schwarzen Lochs auf Lichtgeschwindigkeit zu beschleunigen und auszudehnen beginnt und dabei durch Austauschwechselwirkung an Masse zunimmt, entsteht auf dem Schwarzschildradius gleichzeitig ein leerer Raum, das Universum, dessen innerer Radius anfangs noch gleich dem äußeren Schwarzschildradius ist, sich aber von da an, anfangs mit Lichtgeschwindigkeit, zu verkleinern beginnt, jedoch niemals kleiner werden kann als der entsprechende Radius des Vergangenheitskegels. Das All besteht also aus insgesamt 4 Radien: dem zeitunabhängigen Nullradius und dem ebenfalls zeitunabhängigen Schwarzschildradius, einem größer werdenden inneren Radius, der sich zeitlich in die Zukunft bewegt, und einem kleiner werdenden äußeren Radius, der sich in die Vergangenheit entwickelt. Da uns der Blick in die Zukunft verwehrt ist, sehen wir nur das sich zeitlich ausdehnende, aus der Punkt singularität hervorgehende vergangene Universum, während wir das auf uns zukommende Antiuniversum nicht sehen können. Wir sehen zwar, was sich in unserem Universum in der Vergangenheit zugetragen hat, also während der Expansionsphase, aber nicht, was aufgrund der Zeitumkehr während der zeitlich zurücklaufenden Kontraktionsphase passieren wird. Denn was immer wir dort sehen würden, hat sich vor der Entstehung des Universums zugetragen, d.h. in der Vorvergangenheit. Die Zeit beginnt bekanntlich mit dem Urknall, aber sie war bereits einmal vorhanden. Genauso wie der vorvergangene Raum nicht mehr existent ist, kommt er aus der Zukunft wieder auf uns zu, wenn uns das Licht rückwärts erreicht.¹ Dieses trifft uns allerdings nicht bereits nach einer halben, sondern erst nach einer vollen Periode rückwärts.

Eine zweidimensional vereinfachte Darstellung des Universums ist in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt, und zwar einmal als Querschnitt in radialer Richtung mit drei Etappen (Abb. 1), links ohne, rechts mit aufspannendem Universum, und zum anderen als Seitenansicht in azimuthaler Richtung (Abb. 2). Man muß sich die wahre Form als rotationssymmetrisch um beide Achsen vorstellen, so daß ein Torus ohne Loch entsteht. Anteile zwischen den Diagonalen gehören zum Zukunftskegel der Punkt singularität und bestehen aus Materie (rot), Anteile außerhalb davon liegen im Vergangenheitskegel der Randsingularität und bestehen aus Antimaterie (blau). Sie berühren sich aber nicht, weil sie mit einer einzigen Ausnahme, nämlich beim Urknall, räumlich und zeitlich getrennt sind. In Wirklichkeit rotieren die beiden als Kugeln dargestellten Universen natürlich nicht um einen gemeinsamen Schwerpunkt, sondern es ändern sich lediglich ihre Phase und ihr Durchmesser. Die Interpretation der Zeitachse als geschlossener Kreis ist nur symbolisch, denn die Rotation in azimuthaler Richtung soll die jeweilige Phase anzeigen, in welcher sich der variable Schwarzschildradius gerade befindet, auch

¹ Das ist kein Widerspruch, denn die Zukunft eilt ja auf uns zu, weil wir uns in Richtung Zukunft bewegen.

Physikaufgabe 148

wenn der Raum dabei als flache Kreisscheibe dargestellt werden muß. Die angedeutete Expansion bzw. Kontraktion erfolgt um denselben Kreismittelpunkt, und beide Singularitäten bewegen sich mit ihren Radien in dieser Kreisebene aufeinander zu.

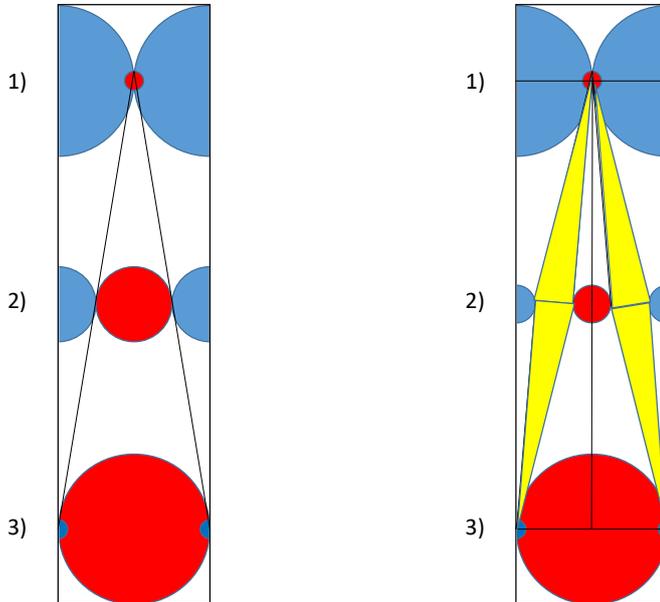


Abbildung 1. Schematische Darstellung des Entwicklungsverlaufs des Universums mit heißer Punkt singularität (rot) und kalter Randsingularität (blau) sowie dem sich aufspannenden Universum (gelb)

Die Abstoßung der Protonen und Antiprotonen während des Urknalls ist eine Folge der Zeitumkehr. Im gleichen Universum würden sich Materie und Antimaterie nämlich sofort durch Anziehung annihilieren; nicht so in den durch die beiden Lichtkegel getrennten Universen. Bei der Expansion nimmt die Dichte des materieerfüllten Raums fast bis auf null ab, während sie bei der Kontraktion des Anti-Raums ihrem Maximalwert zustrebt. Die Entropie des expandierenden sichtbaren Universums nimmt ebenfalls zu, während die des kontrahierenden unsichtbaren Antiuniversums abnimmt. Damit ergibt sich am Ende des Alls wieder dieselbe Situation wie zu Beginn, nur daß Materie und Antimaterie vertauscht wurden. In den beiden Singularitäten ist die gesamte Masse auf der Oberfläche konzentriert bzw. in einem Punkt verschwunden, wenn die Oberfläche gegen Null geht. Die Radien von Rand- und Punkt singularität sind aber nie so, daß sie sich berühren könnten, weil sich dann nämlich Materie und Antimaterie gegenseitig annihilieren würden. Eine kurze Berührung kommt nur während des Urknalls zustande. Es verhält sich nämlich in Wirklichkeit so, daß die Punkt singularität durch Austauschwechselwirkung aus der gesamten Masse bzw. Energie des Antiuniversums hervorgeht, ähnlich wie die in der Zeit zurücklaufende Randsingularität der gesamten, auf dem Schwarzschildradius befindlichen Masse des Alls entspringt. Dabei wird aber nicht etwa Masse durchs All transportiert bzw. zu größerer Dichte komprimiert, da diese Masse innerhalb von Bruchteilen einer unvorstellbar kurzen Zeit den gesamten Weg durchs All zurücklegen müßte, sondern Energie in reziproken Raum umgewandelt und umgekehrt.

Physikaufgabe 148

Eine Überbrückung von Distanzen in der Größenordnung des Schwarzschildradius wäre zwar für Teilchen, die sich mit nahezu Lichtgeschwindigkeit bewegen, nach den Aussagen der Speziellen Relativitätstheorie möglich, wenn ihre Geschwindigkeit nur dicht genug bei der Lichtgeschwindigkeit liegt, sie ist aber gar nicht nötig, weil der Radius des Alls nicht unendlich groß werden kann. Die Zeitreise der Materie beim Urknall vom Ort der Randsingularität zum Mittelpunkt des Universums reicht für eine Annäherung allemal aus, auch wenn die Lichtgeschwindigkeit für kein materielles Teilchen erreichbar ist. Die dazu nötige Energie stellt das Universum quasi selbst bereit, d.h. sie muß nicht extern zugeführt werden. Es ist also theoretisch möglich, Masse, die sich am Ende des Vorgängeruniversums auf dessen Rand befindet, innerhalb von nahezu verschwindenden Bruchteilen der Zeiteinheit an den Ort der Punktsingularität im Mittelpunkt des Universums zu teleportieren und dort auf dem reziproken Schwarzschildradius zu plazieren. Aus Gründen, die durch die Spezielle Relativitätstheorie bedingt sind, unterliegt man nämlich schnell folgendem Irrtum. Im Ruhesystem der Punktsingularität ist, bis diese den vollen Schwarzschildradius R_S erreicht hat, die Zeit $t = R_S/c$ vergangen, wohingegen im System der Randsingularität, die sich mit Lichtgeschwindigkeit von der Punktsingularität weg bewegt, die Eigenzeit

$$t' = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} t = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \frac{R_S}{c}$$

verstrichen ist, also wegen $v = c$ gar keine Zeit. Wenn also die Randsingularität zu einer Punktsingularität kollabiert, geschieht dies instantan in einer Zeit $t' = 0$. Das Universum stürzt also nicht in endlicher Zeit in sich zusammen, sondern augenblicklich. Die Punktsingularität liegt dann wegen $R'_S = ct' = 0$ in unmittelbarer Umgebung zum Zentrum der Randsingularität.

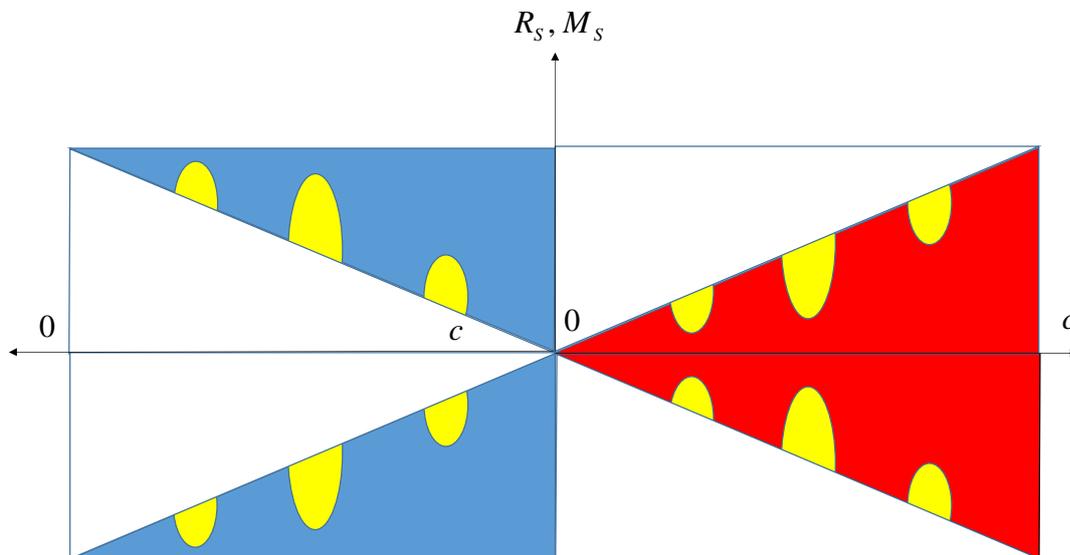


Abbildung 2. Im Universum wechseln bei jedem erneuten Urknall Materie (rot) und Antimaterie (blau) miteinander ab

Raum ist reziproke Energie und Energie reziproker Raum. Beim Wechsel von Materie zu Antimaterie bzw. von Antimaterie zu Materie gelten die beiden Austauschrelationen

Physikaufgabe 148

$$\Delta p^* \Delta r = \frac{\hbar}{2} \quad \text{bzw.} \quad \Delta p \Delta r^* = \frac{\hbar}{2},$$

die formal den Heisenbergschen Unbestimmtheitsrelationen entsprechen. Dabei ist jeweils eine Größe dem materiellen Universum entnommen, die andere dem antimateriellen. Im Antiuniversum sind die Orts- und Impulsoperatoren zu denen des materiellen Universums konjugiert-komplex. Nur so ergibt sich durch Austauschwechselwirkung ein positiver Wert für das Wirkungsquantum. Überhaupt scheint im Antiuniversum alles konjugiert-komplex zu sein.

Wenn Materie und Antimaterie miteinander in Berührung kommen, gilt der Impulssatz in folgender Form:

$$Mc + M_A(-c) = 2p_\gamma = M_S c,$$

d.h. zwei aufeinander zufliegende Photonen mit dem Impuls $p_\gamma = (1/2)M_S c$, wobei M_S der Masse des Teilchenpaars entspricht,² wechselwirken miteinander in einem elastischen Stoß und produzieren dabei ein Teilchenpaar aus Materie M und Antimaterie M_A .³ Beim elastischen Stoß fliegt das Antiteilchen in Rückwärtsrichtung davon, also mit der Geschwindigkeit $-c$, während das Materieteilchen mit der Geschwindigkeit c weiterfliegt.⁴ Wenn beide Teilchen miteinander fusionieren, ergeben sie daher nicht die Masse Null, sondern die Gesamtmasse M_S , was suggeriert, daß die Massen von Proton und Antiproton entgegengesetzt gleich sein müssen, zumal sie sich ja aufgrund ihrer entgegengesetzten Bewegungsrichtung nicht annihilieren können. Der Impuls müßte demnach beim zentralen elastischen Stoß verschwinden, weil er vorher null war und daher auch nachher null sein muß. Die beim Stoß in Form von zwei Photonen freigesetzte Energie ist aber nicht null, sondern genau doppelt so groß wie die beiden Einzelmassen. Wenn also die obige Gleichung ihre Richtigkeit haben soll, kann das Vorzeichen nur durch eine negative Masse der Antimaterie begründet werden.⁵ Das gilt insbesondere deswegen, weil eine Umkehr von Ort und Zeit ebenfalls zu einer positiven Geschwindigkeit führt, also kann es nur die negative Masse der Antimaterie sein, die beim Urknall zur CPT-Invarianz beiträgt. Setzen wir die Schwerkraft zwischen Materie und Antimaterie der Coulombschen Kraft zwischen zwei entgegengesetzt gleichen Ladungen gleich, ist die Ladung proportional zur relativistischen Masse,

$$Q = \sqrt{4\pi\epsilon_0 GM}.$$

Für das Proton, welches die Elementarladung e trägt, folgt durch Gleichsetzen der beiden Feinstrukturkonstanten der Zusammenhang

² Photonen haben keine Ruhemasse, jedoch besitzen sie einen Impuls.

³ Die beiden Symbole werden später auch für die gesamte Masse des Universums verwendet.

⁴ Die Raum- und Zeitachse werden wegen der CTP-Invarianz beide gespiegelt, so daß sich an der Bewegungsrichtung nichts ändert.

⁵ Das steht derzeit noch im völligen Widerspruch zu den Gesetzen der Physik.

Physikaufgabe 148

$$\alpha = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{\hbar c} = G \frac{m_p^2}{\hbar c} \frac{1}{1 - \frac{v_\alpha^2}{c^2}},$$

also die Gleichheit der Kräfte bei der Geschwindigkeit

$$\begin{aligned} \frac{v_\alpha}{c} &= \sqrt{1 - \frac{4\pi\epsilon_0 G m_p^2}{e^2}} = \sqrt{1 - \frac{4\pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ As} \cdot 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot 1,673^2 \cdot 10^{-54} \text{ kg}^2}{1,602^2 \cdot 10^{-38} \text{ A}^2 \text{ s}^2 \cdot \text{Vm} \cdot \text{kg s}^2}} \\ &= \sqrt{1 - 8,098 \cdot 10^{-37}} = 1 - 4,05 \cdot 10^{-37}. \end{aligned}$$

Es zeigt sich also, daß die Gravitationskraft in einem ruhenden Bezugssystem um den Faktor 10^{-36} schwächer ist als die Coulomb-Kraft

$$F = F_Q \left(1 - \frac{v_\alpha^2}{c^2}\right) = F_Q \left(1 - \frac{v_\alpha}{c}\right) \left(1 + \frac{v_\alpha}{c}\right) = 8,1 \cdot 10^{-37} F_Q \approx 10^{-36} F_Q,$$

woraus sich die Gleichheit von Elementarladung und Masse im System der Singularität ergibt:⁶

$$e = \sqrt{4\pi\epsilon_0 G} \frac{m_p}{\sqrt{1 - \frac{v_\alpha^2}{c^2}}}.$$

Das entspricht einer extrem geringen Ruheellementarladung von $e_0 = \sqrt{4\pi\epsilon_0 G} m_p$. Wegen der Äquivalenz von Masse und Ladung⁷ überwiegt bei Geschwindigkeiten $v < v_\alpha$ stets die abstoßende Coulomb-Kraft. Ersetzen wir nämlich im Gravitationsgesetz die Gravitationskonstante G durch $1/(4\pi\epsilon_0)$, die Materie M durch die Ladung Q und die Antimaterie durch $Q - \Delta Q$, so ist die Coulomb-Kraft zwischen beiden Singularitäten abstoßend, i.e.

$$F_Q = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R_S^2} (Q - \Delta Q) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q\Delta Q}{R_S^2} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{R_S^2} \geq 0,$$

da $\Delta Q \geq Q$ ist. Für $Q = 0$ sowie $Q = \Delta Q$ ist $F_Q = 0$. Materie hat also nach dem eingangs Gesagten keine größere Masse als Antimaterie, was man aufgrund der Gleichung

$$M = M_A + \frac{2p_\gamma}{c}$$

leicht vermuten könnte, zumal ja keine zusätzliche Photonenenergie aufgenommen wurde, sondern stets $M = -M_A = p_\gamma/c$ gilt. Es stimmt zwar, daß ein Antiteilchen betragsmäßig genau die

⁶ In welchem wir uns allerdings nicht befinden

⁷ Das wird derzeit von der Physik, die sich lieber mit dem Nebel der Feinstrukturkonstante umgibt, nicht anerkannt.

Physikaufgabe 148

gleiche Masse hat wie ein materielles Teilchen, aber eben ein anderes Vorzeichen aufweist. Für $v < c$ gilt daher⁸

$$(M - M_A)v = 2p = M_S v,$$

d.h. das gesamte Universum aus Materie, Antimaterie und Strahlung hat keinen Impuls, ebenso wenig wie es Energie besitzt. Die Gravitationskraft auf die Punkt singularität in einer infinitesimalen Umgebung der Randsingularität ist somit gegeben durch

$$F = -G \frac{MM_A}{R_S^2} = -G \frac{M}{R_S^2} \left(M - \frac{2p_\gamma}{c} \right) = -G \frac{M^2}{R_S^2} + \frac{1}{2} \frac{M_S}{R_S} \frac{2GM}{R_S}.$$

Dabei ist R_S der Schwarzschildradius des Universums und G die Gravitationskonstante. Während des Urknalls ist $M = M_S$ und damit $F = 0$ bzw. $p = \text{const.}$ Unmittelbar nach dem Urknall ist $M = 0$, aber F immer noch gleich null. Außerhalb des Urknalls gilt, daß sich Materie und Antimaterie abstoßen,⁹ denn wie man sieht ist

$$\begin{aligned} F &= -G \frac{MM_A}{R_S^2} = -G \frac{M}{R_S^2} \left(M - \frac{2p}{v} \right) = -\frac{GM^2}{R_S^2} + \frac{1}{2} \frac{Mc^2}{R_S} \frac{2GM_S}{R_S c^2} \\ &= -\frac{1}{2} \frac{Mc^2}{R_S} \frac{2GM}{R_S c^2} + \frac{1}{2} \frac{Mc^2}{R_S} = \frac{1}{2} \frac{Mc^2}{R_S} \left(1 - \frac{2GM}{R_S c^2} \right) \geq 0. \end{aligned}$$

Wir zeigen noch, daß auch die Kraft auf die Randsingularität abstoßend ist:

$$\begin{aligned} F_A &= -G \frac{MM_A}{R_S^2} = -G \frac{M_A}{R_S^2} \left(M_A + \frac{2p}{v} \right) = -\frac{GM_A^2}{R_S^2} - \frac{1}{2} \frac{M_A c^2}{R_S} \frac{2GM_S}{R_S c^2} \\ &= -\frac{1}{2} \frac{M_A c^2}{R_S} \frac{2GM_A}{R_S c^2} - \frac{1}{2} \frac{M_A c^2}{R_S} = \frac{1}{2} \frac{(-M_A)c^2}{R_S} \left(1 - \frac{2G(-M_A)}{R_S c^2} \right) \geq 0, \end{aligned}$$

da die Masse M_A negativ ist. Dabei haben wir von der Relation zwischen Schwarzschildradius und Masse Gebrauch gemacht,

$$R_S = \frac{2GM_S}{c^2}.$$

Da $M < M_S$, gilt stets

$$\frac{2GM}{R_S c^2} < \frac{2GM_S}{R_S c^2} = 1.$$

⁸ Da Photonen keine Ruhemasse und damit auch keinen Ruheimpuls haben

⁹ Man braucht also, um die Abstoßung zu erklären, nicht das Inflaton bemühen.

Physikaufgabe 148

Aus Gründen des dritten Newtonschen Gesetzes ist die Kraft auf die Randsingularität F_A gleich der Kraft auf die Punktsingularität. Beide Kräfte sind genau gleich für $M = -M_A = M_S/2$, und zwar gilt dann

$$F = -G \frac{MM_A}{R_S^2} = -G \frac{M_S}{2R_S^2} \left(\frac{M_S}{2} - M_S \right) = \frac{GM_S^2}{4R_S^2} = \frac{1}{8} \frac{M_S c^2}{R_S} \frac{2GM_S}{R_S c^2} = \frac{1}{8} \frac{M_S c^2}{R_S} > 0,$$

d.h. die Kraft ist abstoßend. Das ist auch der Grund, warum sich zwischen den beiden Singularitäten das Universum öffnet. Die Trennung in Materie und Antimaterie durch die Kollision zweier hochenergetischer Photonen findet noch im alten Universum statt, beim sogenannten Endknall, der zugleich die Energie für die Teleportation der Austauschwechselwirkung bereitstellt. Während das neue Universum als Punktsingularität beginnend nun vorwärts läuft, läuft das Antiuniversum als Randsingularität weiterhin rückwärts und kehrt in die Punktsingularität zurück, wo es mit der Punktsingularität des neuen Universums zusammentrifft. Dieser Prozeß wiederholt sich endlos, wobei Raum und Zeit immer wieder von vorne beginnen, ob unter denselben oder unter neuen Anfangsbedingungen, sei dahingestellt. Die Quantenzustände des alten und des neuen Universums sind allerdings durch die Quantenteleportation miteinander verschränkt, denn Materie und Antimaterie separieren sich instantan. Den Urknall hat man sich demnach folgendermaßen vorzustellen: Zwei hochenergetische Photonen des sich ausdehnenden und des sich zusammenziehenden Universums kollidieren in der Singularität. Beide verschmelzen zu einem Proton-Antiproton-Paar, wobei das Antiproton, das aus der Vergangenheit eintrifft, als Proton jetzt vorwärts läuft und sich nach dem Urknall in den Zukunftskegel bewegt. Diese Umwandlung zweier Photonen in ein Proton und ein Antiproton ist nur möglich, weil beide vor ihrer Entstehung Photonen waren. Der Urknall, d.h. die Kollision zweier Photonen, findet noch in der Randsingularität statt, da während der Kollision eine Punktsingularität auf dem Rand entsteht, deren Masse bzw. Energie durch die anschließende Ausdehnung des Alls kontinuierlich zunimmt, während die Masse der Randsingularität von da ab stetig abnimmt, da diese in der Zeit rückwärts läuft. Das Weltall startet also mit der Energie null, während das Antiuniversum bei maximaler Energie beginnt. Bei Raum und Zeit ist es ganz ähnlich, auch sie beginnen bei null, während die Raumzeit im Antiuniversum mit ihren Maximalwerten startet und kontinuierlich kleiner wird. Wenn also der Raum kleiner wird, gehen der reziproke Raum und damit die Energie des Antiuniversums gegen Unendlich. Reziprok heißt dieser Raum deswegen, weil Eins geteilt durch Unendlich null ist. Die Unbestimmtheit des Raums des Universums multipliziert mit der Unbestimmtheit der Energie des reziproken Raums ergibt genau ein halbes Plancksches Wirkungsquantum. Ähnlich verhält es sich mit den Unbestimmtheiten des reziproken Raums des Antiuniversums und der Energie des gewöhnlichen Universums. Die Kopplung zwischen Materie und Antimaterie wird nur während des Urknalls spürbar, denn beide Universen sind durch Zukunfts- und Vergangenheitslichtkegel voneinander getrennt. Daß während des Urknalls keinerlei Kraftwirkungen festzustellen sind, bedeutet nichts anderes, als daß der Impuls des Universums erhalten bleibt

Qed

Physikaufgabe 148

Anmerkung: Alternativ kann man die Kraft auch aus folgendem herleiten. Aus

$$M = 4\pi\sigma r_S^2 \quad \text{bzw.} \quad M_A = 4\pi\sigma r_{S,A}^2$$

folgt

$$M - M_A = 4\pi\sigma (r_S^2 - r_{S,A}^2) = M_S = 4\pi\sigma R_S^2.$$

Setzen wir diesen Ausdruck in die Bewegungsgleichung ein, erkennen wir sofort, daß die Kraft abstoßend ist und warum sich das All ausdehnen muß:

$$\begin{aligned} F &= -G \frac{MM_A}{R_S^2} = -(4\pi\sigma)^2 G \frac{r_S^2 r_{S,A}^2}{R_S^2} = -(4\pi\sigma)^2 G \frac{r_S^2 (r_S^2 - R_S^2)}{R_S^2} \\ &= -(4\pi\sigma)^2 G \frac{r_S^4}{R_S^2} + (4\pi\sigma)^2 G r_S^2 = -G \frac{M^2}{R_S^2} + \frac{1}{2} \frac{M c^2}{R_S} \geq 0. \end{aligned}$$

Beide Kräfte sind niemals gleich, außer für $r_S = R_S/\sqrt{2}$ bzw. $M = -M_A = M_S/2$:

$$F = (4\pi\sigma)^2 G r_S^2 \left(1 - \frac{r_S^2}{R_S^2}\right) = \frac{1}{2} (4\pi\sigma)^2 G R_S^2 \left(1 - \frac{1}{2}\right) = \frac{1}{8} \frac{2GM_S^2}{R_S^2} = \frac{1}{8} \frac{M_S c^2}{R_S} > 0.$$