

Physikaufgabe 167

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

Aufgabe: Beweisen Sie, daß es den Tod nicht gibt.

Beweis: Es gibt Physiker, die der Meinung sind, es ließe sich eine Zeitmaschine bauen, welche die Krümmung der Raumzeit dazu nutzt, aus der Gegenwart in die Vergangenheit zurückzukehren. Abgesehen davon, daß ein solcher Zeitreisender noch niemandem begegnet ist, wäre der Mensch aufgrund dieser Erfindung unsterblich geworden, denn er müßte seine Zeitreise lediglich noch vor seinem Tod antreten. Selbst dann wäre es aber nicht möglich, das zu diesem Zeitpunkt erreichte Alter beizubehalten, denn das würde zu dem Paradoxon führen, daß ein und dieselbe Person gleichzeitig als Jüngling und als Greis existieren könnte. Ja, der Greis könnte sogar seine eigene Geburt verhindern, wodurch ihm die Zeitreise niemals ermöglicht worden wäre. Jene Physiker argumentieren, sie müßten nur Überlichtgeschwindigkeit erreichen, um durch ein sogenanntes Wurmloch in ein anderes Universum zu gelangen.¹ Abgesehen davon, daß dieses andere Universum dann nicht das unsere wäre, und wir selbst in diesem Universum keine Vergangenheit hätten, kann sich auch nichts schneller bewegen als das Licht. Das heißt nicht, daß es nicht möglich wäre, die Lichtgeschwindigkeit selbst zu erreichen, aufgrund der Trägheit der Masse jedoch erst nach unendlicher Zeit. Nun gibt es allerdings das Unendliche nicht, wie wir in Aufgabe [169] gezeigt haben. Daher bestehen nunmehr zwei Möglichkeiten: entweder können materielle Objekte die Lichtgeschwindigkeit tatsächlich nicht erreichen, dann hört die Zeit auch nie auf und wird ebenfalls unendlich – womit wir sogleich einen generiert Widerspruch haben –, oder wir können die Lichtgeschwindigkeit doch erreichen und die Zeit bleibt endlich. Wenn wir die Lichtgeschwindigkeit aber erreichen können, heißt das, daß die Zeit so konstant ist wie die Energie. Das heißt nicht, daß die Energie nicht umgewandelt werden und nicht entsprechend abnehmen könnte, es heißt nur, daß die Summe aller Energien konstant bleibt.

Wenden wir die Tabelle aus Aufgabe [169] auf die Quantenmechanik an, so ergibt sich für das Skalarprodukt

$$\hbar = \Delta \mathbf{s} \cdot \Delta \mathbf{p} = \Delta x \Delta p_x + \Delta y \Delta p_y + \Delta z \Delta p_z + \Delta t \Delta E,$$

wobei $\Delta \mathbf{s} = (\Delta x, \Delta y, \Delta z, c \Delta t)$ und $\Delta \mathbf{p} = (\Delta p_x, \Delta p_y, \Delta p_z, c^{-1} \Delta E)$ Vierervektoren sind, folgendes Bild, das mit dem Infimum ε und dem Supremum δ wie folgt zu interpretieren ist:

reell	$\Delta \mathbf{s} \cdot \Delta \mathbf{p}$
$\infty \cdot \infty = \infty$	$\delta \cdot \delta > \hbar$
$\infty \cdot 0 = 0$	$\delta \cdot \varepsilon = \hbar$
$0 \cdot \infty = 0$	$\varepsilon \cdot \delta = \hbar$
$0 \cdot 0 = 0$	$\varepsilon \cdot \varepsilon < \hbar$

Die Meßgrößen 0 und ∞ für Raum und Zeit, Impuls und Energie existieren in der physikalischen Welt nicht, es gibt nur eine größte untere Schranke ε und eine kleinste obere

¹ Auch das ist, wie wir in Aufgabe [166] gezeigt haben, nicht möglich.

Physikaufgabe 167

Schranke δ . Ein quantenmechanisches Teilchen kann sich zwar beliebig nahe an der Singularität aufhalten, nicht aber in der Singularität selbst, und es hat dort nahezu unendliche Energie. Ein Teilchen, das sich auf dem Schwarzschildradius befindet, hat fast verschwindende freie Energie, allerdings auch maximale Entropie.² Die erste und die letzte Relation hingegen sind verboten, weil ein quantenmechanisches Teilchen nicht in beiden Observablen zugleich scharfe bzw. unscharfe Werte annehmen kann. In einem sich ausbreitenden All haben die vordersten Teilchen, die am weitesten von der Singularität entfernt sind, die niedrigsten freien Energien. Nachdem sich das All ausdehnt, ist fraglich, ob überhaupt Teilchen in der Singularität zurückbleiben können. Da Ort und Impuls ebenso wie Zeit und Energie reziproke Räume sind und Raum und Zeit ebenso wie Energie und Impuls entgegengesetzt gleich sein müssen, folgt in Operatorschreibweise

$$\hat{p}_x = -i\hbar \frac{\partial}{\partial x}, \quad \hat{x} = i\hbar \frac{\partial}{\partial p_x},$$

$$\hat{E} = i\hbar \frac{\partial}{\partial t}, \quad \hat{t} = -i\hbar \frac{\partial}{\partial E}$$

etc. Wenn wir die relativistische Definition des Wirkungsoperators verwenden,

$$\hat{h} = \hat{\mathbf{s}} \cdot \hat{\mathbf{p}} = \hat{x}\hat{p}_x + \hat{y}\hat{p}_y + \hat{z}\hat{p}_z + \hat{t}\hat{E},$$

wobei $\hat{\mathbf{s}} = (\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}, c\hat{t})$ und $\hat{\mathbf{p}} = (\hat{p}_x, \hat{p}_y, \hat{p}_z, c^{-1}\hat{E})$ Viereroperatoren sind, stellt sich dieser als Multiplikation des Wirkungsquantums mit dem Einheitsoperator dar:

$$\hat{h} = \partial\hat{h} = \partial(\hat{x}\hat{p}_x + \hat{y}\hat{p}_y + \hat{z}\hat{p}_z + \hat{t}\hat{E}) = \mathbf{s} \cdot \partial\hat{\mathbf{p}} + \mathbf{p} \cdot \partial\hat{\mathbf{s}}$$

$$= x\partial\hat{p}_x + p_x\partial\hat{x} + y\partial\hat{p}_y + p_y\partial\hat{y} + z\partial\hat{p}_z + p_z\partial\hat{z} + t\partial\hat{E} + E\partial\hat{t}.$$

Nach entsprechender Umformung ergibt sich der Ausdruck

$$\hat{h} = x\partial x \frac{\partial\hat{p}_x}{\partial x} + p_x\partial p_x \frac{\partial\hat{x}}{\partial p_x} + y\partial y \frac{\partial\hat{p}_y}{\partial y} + p_y\partial p_y \frac{\partial\hat{y}}{\partial p_y} + z\partial z \frac{\partial\hat{p}_z}{\partial z} + p_z\partial p_z \frac{\partial\hat{z}}{\partial p_z} + t\partial t \frac{\partial\hat{E}}{\partial t} + E\partial E \frac{\partial\hat{t}}{\partial E},$$

den wir im weiteren wie folgt umwandeln können:

$$\hat{h} = \frac{1}{2} \left(\partial x^2 \frac{\partial\hat{p}_x}{\partial x} + \partial p_x^2 \frac{\partial\hat{x}}{\partial p_x} + \partial y^2 \frac{\partial\hat{p}_y}{\partial y} + \partial p_y^2 \frac{\partial\hat{y}}{\partial p_y} + \partial z^2 \frac{\partial\hat{p}_z}{\partial z} + \partial p_z^2 \frac{\partial\hat{z}}{\partial p_z} + \partial t^2 \frac{\partial\hat{E}}{\partial t} + \partial E^2 \frac{\partial\hat{t}}{\partial E} \right)$$

$$= \frac{1}{2} \left(\partial x \partial\hat{p}_x + \partial p_x \partial\hat{x} + \partial y \partial\hat{p}_y + \partial p_y \partial\hat{y} + \partial z \partial\hat{p}_z + \partial p_z \partial\hat{z} + \partial t \partial\hat{E} + \partial E \partial\hat{t} \right).$$

Nach Ersetzen der Beträge durch die entsprechenden Operatoren

² Entropie und Zeit sind ja durchaus zueinander proportional. Daher endet die Zeit, sobald die Entropie maximal wird.

Physikaufgabe 167

$$p_x = i\hat{p}_x, \quad x = -i\hat{x},$$

$$E = -i\hat{E}, \quad t = i\hat{t}$$

etc. erhalten wir nach Substitution dieser Größen den Ausdruck

$$\begin{aligned} \hat{h} &= \frac{1}{2} \left(-i\partial\hat{x}\partial\hat{p}_x + i\partial\hat{p}_x\partial\hat{x} - i\partial\hat{y}\partial\hat{p}_y + i\partial\hat{p}_y\partial\hat{y} - i\partial\hat{z}\partial\hat{p}_z + i\partial\hat{p}_z\partial\hat{z} + i\partial\hat{t}\partial\hat{E} - i\partial\hat{E}\partial\hat{t} \right) \\ &= -\frac{i}{2} \left(\partial\hat{x}\partial\hat{p}_x - \partial\hat{p}_x\partial\hat{x} + \partial\hat{y}\partial\hat{p}_y - \partial\hat{p}_y\partial\hat{y} + \partial\hat{z}\partial\hat{p}_z - \partial\hat{p}_z\partial\hat{z} - \partial\hat{t}\partial\hat{E} + \partial\hat{E}\partial\hat{t} \right). \end{aligned}$$

Mit den vierdimensionalen Kommutatoren

$$[\partial\hat{x}_i, \partial\hat{p}_j] = i\hbar\delta_{ij},$$

wobei

$$[\partial\hat{x}_0, \partial\hat{p}_0] = \left[c\partial\hat{t}, \frac{1}{c}\partial\hat{E} \right] = [\partial\hat{t}, \partial\hat{E}] = i\hbar,$$

folgt der konstante Ausdruck

$$\hat{h} = -\frac{i}{2} \left([\partial\hat{x}, \partial\hat{p}_x] + [\partial\hat{y}, \partial\hat{p}_y] + [\partial\hat{z}, \partial\hat{p}_z] - [\partial\hat{t}, \partial\hat{E}] \right) = \frac{1}{2} (\hbar + \hbar + \hbar - \hbar) = \hbar.$$

Damit haben wir bewiesen, daß sich Universum und Antiuniversum gegenseitig annihilieren,

$$[\partial\mathbf{s}, \partial\mathbf{p}] + [\partial\mathbf{p}, \partial\mathbf{s}] = 0.$$

Da das aus Antimaterie bestehende Paralleluniversum jedoch nicht wissen kann, was in unserem aus Materie bestehenden Universum passiert, muß beim Urknall eine sogenannte Quantenverschränkung eingerichtet worden sein, d.h. ein strenger Determinismus. Die Nichtrealisierbarkeit eines Laplaceschen Dämons³ stellt keinen Widerspruch zur ewigen Wiederkehr des Gleichen dar, da das Weltall, wie wir gezeigt haben, nicht unendlich sein kann und daher aus einer endlichen Anzahl von Teilchen und Zuständen besteht, die alle denselben Naturgesetzen unterliegen. Eine wahllos herausgegriffene Konfiguration stellt sich daher mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit immer wieder ein. Da dieser Zustand aber durch einen früheren Zustand bewirkt wurde, kann die gleiche Argumentation bis auf den Urknall zurückgeführt werden, womit zugleich die gesamte Kausalitätskette festgelegt ist. Die empirische Unzugänglichkeit des Kleinen und sehr großer Massen im Kosmos wäre damit durch die Existenz eines Infimums und eines Supremums überwunden. Der exakten Kenntnis der Initialbedingungen bedarf es nämlich nicht, daher können die Meßgrößen so unscharf sein, wie sie nur wollen.

³ Nietzsche dürfte die Idee der unendlichen Wiedergeburt dem *Essai philosophique sur les probabilités* von Pierre-Simon Laplace entnommen haben. Darauf deutet auch die Verwendung des Begriffs Dämon hin.

Physikaufgabe 167

Einige Physiker sagen zwar, die Zeit sei keine Observable, denn einem Teilchen würde keine Zeit als Meßgröße anhaften. Das ist aber nicht richtig, denn wenn ich den Impuls eines Teilchens messe, messe ich damit auch seine Energie, und da sich der Impuls nur um den Faktor der Lichtgeschwindigkeit von der Energie unterscheidet, gilt für Energie und Zeit dieselbe Unschärferelation wie für Ort und Impuls. Auch das hat bereits Heisenberg herausgefunden. Quantenmechanisch könnte daher ein Teilchen zeitlich auch in die Vergangenheit zurückspringen, was nach der Speziellen Relativitätstheorie allerdings untersagt ist.⁴

Da die maximale Zeit gegen Ende des Weltalls erreicht wird und danach nicht mehr weiter zunehmen kann, weil sich das Weltall auch nicht mehr weiter ausdehnen kann, ist sie ebenso konstant wie die Energie. Während die freie Energie (genaugenommen Enthalpie) im Laufe der zeitlichen Entwicklung des Alls abnimmt, passiert mit der „freien“ Zeit genau das Umgekehrte: sie nimmt zu. Materieteilchen altern und irgendwann zerfallen sie. Zeit ist proportional zur Entropie, und die Entropie nimmt in einem abgeschlossenen System zu. Dazu müssen wir nur noch zeigen, daß das All ein abgeschlossenes System ist. Die innere Energie U des Alls ist über die freie Energie F und die Entropie S durch die Relation $U = F + TS$ verknüpft, wobei T die absolute Temperatur ist. Berücksichtigt man die Expansionsarbeit, die das All bei konstantem Druck P und konstanter Temperatur T zu leisten hat, dann ersetzt man die innere Energie sinnvollerweise durch die Enthalpie

$$H = U + PV = F + TS + PV,$$

wobei V das Volumen des Alls ist. Mit der Definition der freien Enthalpie

$$G = F + PV = U - TS + PV$$

sowie der Forderung, daß diese konstant sein muß, d.h. $\Delta G = 0$, gilt damit

$$\Delta G = \Delta U - T\Delta S - S\Delta T + P\Delta V + V\Delta P = \Delta U - T\Delta S + P\Delta V = 0.$$

Die innere Energie eines abgeschlossenen Systems bleibt demnach unverändert, da sich Temperatur und Druck nicht ändern. Wärme kann nicht von außen zufließen und auch der Druck kann nicht von extern ausgeglichen werden. Damit gilt im All der 1. Hauptsatz der Thermodynamik:

$$\Delta U = T\Delta S - P\Delta V.$$

Wenn also die Entropie im All nach dem 2. Hauptsatz zunimmt und die Energie erhalten bleibt, dann muß sich das All ausdehnen, allerdings ginge das nicht über seinen Schwarzschildradius hinaus. Nachdem aber das All ein Schwarzes Loch der Masse M darstellt, sind auch Temperatur und Entropie nach Hawking konstant,

$$T = \frac{\hbar c^3}{8\pi k \gamma M} = \frac{\hbar c}{4\pi k R_s} \quad \text{bzw.} \quad S = \frac{\pi R_s^2 k c^3}{\gamma \hbar}.$$

⁴ Ein auf dem Schwarzschildradius sitzendes quantenmechanisches Teilchen würde dann aufgrund der Unschärferelation das Schwarze Loch auch verlassen können.

Physikaufgabe 167

Darin ist

$$R_s = \frac{2\gamma M}{c^2}$$

der Schwarzschildradius, k ist die Boltzmann-Konstante, γ die Gravitationskonstante und c die Lichtgeschwindigkeit. Somit bleibt auch die Wärmeenergie des Alls erhalten,

$$Q = TS = \frac{1}{2} Mc^2 = \frac{c^4 R_s}{4\gamma}.$$

Das Universum ist folglich ein adiabatisches System und seine thermische Wellenlänge, als Teilchen der Masse M betrachtet, ist ebenfalls konstant:

$$\lambda = \frac{2\pi\hbar}{\sqrt{2\pi MkT}} = \sqrt{\frac{2\pi\hbar^2}{MkT}} = 4\pi\sqrt{\frac{\hbar R_s}{2Mc}} = 4\pi\sqrt{\frac{\gamma\hbar}{c^3}}.$$

Mit Hilfe der Unschärferelation der Punktsingularität

$$\frac{\hbar}{2} = Mcr_s,$$

wobei r_s deren Radius ist, kann die thermische Wellenlänge auch wie folgt ausgedrückt werden:

$$\lambda = 4\pi\sqrt{\frac{2\gamma}{c^3} \frac{\hbar}{2}} = 4\pi\sqrt{\frac{2\gamma M}{c^2} r_s} = 4\pi\sqrt{R_s r_s}.$$

λ ist also proportional zum geometrischen Mittel der Schwarzschildradien von Punkt- und Randsingularität. An äußeren Energien besitzt das All natürlich das Potential eines Schwarzen Lochs

$$\phi_s = \frac{\gamma M}{R_s} = \frac{1}{2} c^2,$$

woraus wir die potentielle Energie

$$E_{pot} = M\phi_s = \frac{1}{2} Mc^2$$

erhalten. Die maximale kinetische Energie besitzt das All, wenn seine Ausdehnung Lichtgeschwindigkeit erreicht hat,

$$E_{kin} = \frac{1}{2} Mc^2.$$

Physikaufgabe 167

Am Ende seines Lebens hat die Randsingularität keinen Drehimpuls mehr, dieser ist komplett auf die schnell rotierende Punktsingularität übergegangen. Zusammen ergibt sich also im Endzustand die äußere mechanische Energie

$$E = E_{kin} + E_{pot} = \frac{1}{2}Mc^2 + \frac{1}{2}Mc^2 = Mc^2,$$

wobei Masse und Impuls lediglich andere Schreibweisen der Energie sind:

$$M = \frac{E}{c^2}, \quad p = Mc = \frac{E}{c}, \quad E = Mc^2.$$

Zu Beginn seiner Expansion ist die kinetische Energie der Punktsingularität noch null, während ihre potentielle Energie voll auf dem Schwarzschildradius der Randsingularität konzentriert ist. Während der Expansion tauschen Punkt- und Randsingularität Masse und Energie aus. Die Punktsingularität beschleunigt ihre Bewegung bis auf Lichtgeschwindigkeit, während die sich zurückbildende Randsingularität immer langsamer wird. Just zu dem Zeitpunkt, wenn die Masse der Randsingularität minimal geworden ist und die Masse der Punktsingularität maximal, wird die Einstein-Rosen-Brücke erreicht, über welche die nun voll aufgeblähte Punktsingularität, unser bekanntes Universum aus Materie, mit der aus Antimaterie bestehenden Randsingularität Energie austauscht. Das Antiuniversum kommt nämlich kontrahierend aus der Vergangenheit auf uns zu, während unser Universum nur in die Zukunft expandieren kann. Genau in dem Moment, wo beide die gleiche Zeit annehmen, nämlich die Zeit null, strömt die Materie unseres Universums durch das entstandene Wurmloch ins Antiuniversum, und die Materie des Antiuniversums ergießt sich in unser leeres materielles Universum. Jedes Universum hat seine eigene Einstein-Rosen-Brücke, der Schwarzschildradius bricht während der Annihilierung kurz zusammen, um sich danach inflationär wieder aufzubauen. Die positive Energie des Universums wechselt in negative Energie des Antiuniversums über und umgekehrt. Beide Energien addieren sich auch nach dem Urknall wieder zu null, da die Gesamtenergie des Alls erhalten bleibt. Es gab zu Beginn des Universums keine Energie, folglich kann es auch am Ende keine geben. Nur der Trennung von Materie und Antimaterie ist es zu verdanken, daß es unser Universum gibt; da aber das Antiuniversum CPT-invariant ist, kompensieren sich alle physikalischen Erhaltungsgrößen vollständig.

Jedesmal, wenn ein solcher Urknall erfolgt, beginnt der Weltablauf von neuem. Da die Weltlinien eines Objekts Trajektorien in der gekrümmten Raumzeit darstellen, bewegen sich sämtliche Objekte, die nur der Gravitation unterliegen, auf vierdimensionalen Geodäten. Die Großkreise einer Kugeloberfläche, deren Radius proportional zur Zeit zunimmt, sind solche Geodäten. Um das Weltall auf einer Geodätischen mit Lichtgeschwindigkeit einmal zu durchqueren, müßte das Weltall den π -fachen Durchmesser besitzen. Wenn das All nämlich seine maximale Ausdehnung angenommen hat, kann das Licht nur etwa ein Drittel des Alls in beiden Richtungen durchquert haben. Auch wenn es sich danach wieder zusammenziehen sollte, wären wir nach einem Sechstel des Wegs wieder an der gleichen Stelle, von der wir losgeflogen sind. Man müßte folglich das nächste Universum abwarten, um in entgegengesetzter Richtung zu starten, aber auch dann gelingt es uns nicht, mehr als ein Drittel des Alls unter die Lupe zu nehmen, weil uns das Wurmloch am Ende wieder an den Ausgangspunkt zurückbefördert. Somit können

Physikaufgabe 167

wir bei allen erdenklichen Raumreisen das gesamte Weltall nur auf 5 weiteren Reisen besichtigen, wofür wir insgesamt 6 Weltzyklen benötigen.

Große astronomische Objekte folgen hinsichtlich ihres Schwerpunkts dem exakten Verlauf eines Großkreises durchs All. Diese Weltlinien machen auch während des Urknalls keinen Sprung, als Kurven bleiben sie stetig und differenzierbar. Daraus folgt ein räumlicher Determinismus im Makroskopischen, d.h. die Galaxien und Sonnensysteme befinden sich nach jedem Urknall wieder an derselben Stelle, an der sie schon im letzten Weltall waren. Für diesen Grenzfall großer Quantenzahlen spielt es keine Rolle, wie sich ein quantenmechanisches Teilchen mikroskopisch verhält, da sich die Geodäten durch die Unschärferelationen der einzelnen Teilchen nicht von ihrem vorgegebenen Kurs abbringen lassen. Mikroskopische Schwankungen aufgrund von Eingriffen in die Messung physikalischer Größen wirken sich also makroskopisch nicht aus, da sie ja den Schwerpunkt eines atomaren oder molekularen Systems aufgrund der Erhaltungssätze nicht beeinflussen können.⁵ Solange sich der Schwerpunkt selbst nicht ändert, kann die umgebende Elektronenhülle machen, was sie will. Selbst wenn sich zwei Atome zu einem Molekül zusammenschließen, ändert sich dadurch ihr gemeinsamer Schwerpunkt nicht, sofern die Masse erhalten bleibt. Wer also die quantenmechanische Unschärfe zum Anlaß nimmt, sich daraus eine willkürliche Freiheit zu stricken, irrt in zweifacher Hinsicht. Erstens ändern diese Unschärfen die Naturgesetze nicht, zweitens ist der Mensch ein Teil der Natur und ganz ihren Abläufen unterworfen. Der Mensch steht also nicht als etwas Abgekoppeltes oder Isoliertes neben der Natur, auch wenn er das glauben mag und meint, daß er die Natur nur zu bändigen bräuchte, sondern in Wirklichkeit dirigiert die Natur uns und macht mit jedem, was sie will. Es ist wie bei einem instinktgebundenen Wesen, das seinen Trieben folgt. Lediglich unsere Erfahrung lehrt uns, daß das Leben mit dem Tod endet. Die Religionen begreifen das Sein als eine Art Bewährungsprobe, nach der darüber entschieden wird, wie sich unser Leben nach dem Tod fortsetzt. Dabei ist noch nicht einmal gewiß, ob es überhaupt ein Leben nach dem Tod gibt, da das irdische ja niemals abgeschlossen ist, sondern nach Ablauf eines jeden Weltalters von vorne beginnt, und zwar als genau das gleiche Leben, welches wir schon einmal führten.⁶ Es wird lediglich die Sanduhr des Daseins, wie Friedrich Nietzsche in *Die Fröhliche Wissenschaft* schreibt, immer wieder umgedreht:

Das größte Schwergewicht.⁷ – Wie, wenn dir eines Tages oder Nachts ein Dämon in deine einsamste Einsamkeit nachschliche und dir sagte: „Dieses Leben, wie du es jetzt lebst und gelebt hast, wirst du noch einmal und noch unzählige Male leben müssen; und es wird nichts Neues daran sein, sondern jeder Schmerz und jede Lust und jeder Gedanke und Seufzer und alles unsäglich Kleine und Große deines Lebens muß dir wiederkommen, und alles in derselben Reihe und Folge – und ebenso diese Spinne und dieses Mondlicht zwischen den Bäumen, und ebenso dieser Augenblick und ich selber. Die ewige Sanduhr des Daseins wird immer wieder umgedreht – und du mit ihr, Stäubchen vom Staube!“ – Würdest du dich nicht niederwerfen und mit den Zähnen knirschen und den Dämon verfluchen, der so redete? Oder hast du einmal einen ungeheuren Augenblick erlebt, wo du ihm antworten würdest: „du bist

⁵ Niemand käme etwa auf die Idee zu glauben, daß sich das Normalnull des Meeresspiegels durch die Gezeiten dauerhaft ändert.

⁶ Andernfalls würden sich erneut die Zeitparadoxien mit der Unendlichkeit ergeben. Anfang und Ende sind daher eins.

⁷ Friedrich Nietzsche, *Die Fröhliche Wissenschaft*, Viertes Buch, Aphorismus 341.

Physikaufgabe 167

ein Gott und nie hörte ich Göttlicheres!“ Wenn jener Gedanke über dich Gewalt bekäme, er würde dich, wie du bist, verwandeln und vielleicht zermalmen; die Frage bei allem und jedem „willst du dies noch einmal und noch unzählige Male?“ würde als das größte Schwergewicht auf deinem Handeln liegen! Oder wie müßtest du dir selber und dem Leben gut werden, um nach nichts mehr zu verlangen als nach dieser letzten ewigen Bestätigung und Besiegelung?

Augenscheinlich zerfällt unser Körper nach dem Tod und löst sich in seine Bestandteile auf, deren kleinste Bausteine, die Atome, natürlich unzerstörbar sind. Das Proton zerfällt beispielsweise überhaupt nicht. Aber Leben ist eben etwas mehr als nur eine atomare Zusammensetzung von Einzelbausteinen. Trennt man nun die Seele als etwas Übernatürliches vom Körper ab und schreibt ihr Unsterblichkeit zu, maßt man sich an, über die physikalischen Gesetze hinweg zu entscheiden. Abgesehen davon hat einen Beweis für die Existenz des Übernatürlichen noch keine einzige Messung erbracht. Die Zeit ist daher so krumm wie der Raum und entspricht einer Trajektorie des vierdimensionalen Raumzeitkontinuums. Weder am Anfang noch am Ende der Zeit existiert das Unendliche noch die Null. Dazwischen liegt der Ausnahmezustand des Urknalls, mit dem alle Anfangsbedingungen zurückgesetzt werden und dieselbe Welt von vorn beginnt. Was einigermaßen wissenschaftlich nachweisbar ist, ist lediglich die Existenz einer Einstein-Rosen-Brücke bzw. eines Wurmlochs, hinüber in unser Paralleluniversum, sonst könnte ein Urknall, bei dem sich Materie und Antimaterie gegenseitig berühren müssen, überhaupt nicht stattfinden.

Wie diese Annäherung der beiden Universen erfolgen kann, ohne daß diese sich gegenseitig durchdringen, kann schlüssig nur durch eine CPT-Transformation⁸ erklärt werden. Auf dem Schwarzschildradius herrscht nämlich überall die gleiche Zeit.⁹ Daher kann man zwei Sphären aus Materie und Antimaterie ineinanderschieben, ohne daß diese sich räumlich durchdringen, weil ja die vierte Dimension, die Zeit, nicht die gleiche ist. Die Zeitgleichheit tritt nur in dem infinitesimal kurzen Zeitintervall des Urknalls auf, denn nur dann „sehen“ sich die beiden Sphären gegenseitig, weil Anfang und Ende der Zeit gleich sind. Doch schon im nächsten Bruchteil einer kürzesten Zeit verlieren sich die beiden Systeme wieder aus den Augen, weil das eine Universum in die Vergangenheit zurückfliegt, das andere in die Zukunft. Die Naturgesetze als solche bleiben dabei bestehen, und das System aus Universum und Antiuniversum ist in sich abgeschlossen. Damit gelten die oben abgeleiteten Gesetzmäßigkeiten. Wir müssen unser Universum einfach als eine Halbwelt begreifen, weil es die Welt als Gesamtheit gar nicht zu geben scheint. Anschaulich gesprochen ist $M + (-M) = 0$. Die Drehimpulse beider Universen sind ebenfalls entgegengesetzt, daher sind in unserer Welt alle Aminosäuren linksdrehend. Im Antiuniversum drehen sich alle Galaxien in die entgegengesetzte Richtung, und rein hypothetisch müßte sich die Paritätsverletzung der schwachen Wechselwirkung durch ihr Pendant im Antiuniversum im Gesamtsystem ausgleichen. Vielmehr liefert erst die Paritätsverletzung ein Argument für ein Paralleluniversum, denn die Natur muß in sich völlig symmetrisch aufgebaut sein. Dazu gehört auch, daß die Entropie im Antiuniversum abnehmen muß, wenn dieses sich

⁸ Charge, Parity, Time

⁹ bezogen auf den gemeinsamen Mittelpunkt des Alls

Physikaufgabe 167

zusammenzieht. Letztendlich folgt daraus, daß im Gesamtsystem auch die Entropie und der Raum selbst konstante Größen sind.

Da es nach dem oben Gesagten die Null und das Unendliche nicht gibt, stellt das Universum topologisch eine sogenannte offene Menge dar. Nach dem Poincaréschen Wiederkehrsatz gibt es bei autonomen hamiltonschen Systemen, deren Phasenraum ein endliches Volumen hat, in jeder offenen Menge im Phasenraum Zustände, deren Trajektorien¹⁰ beliebig oft wieder in diese offene Menge zurückkehren. Demgemäß ist eine Abnahme der Entropie innerhalb einer „kurzen“ Zeitspanne sehr unwahrscheinlich. Betrachtet man jedoch das Verhalten eines hamiltonschen Systems mit beschränktem Phasenraum für beliebig große Zeiten, so ist die Wiederkehr fast sicher. Da beim Urknall Temperatur und Druck konstant bleiben, wenn man das Antiuniversum als Reservoir ansieht, muß aufgrund des Kollaps der Randsingularität in eine Punktsingularität die Entropie schlagartig abnehmen, damit sie im neu entstandenen Universum wie gehabt wieder zunehmen kann. Da wir von einer vollkommenen Symmetrie beider Universen ausgehen können, muß auch das Antiuniversum eine Punkt- und eine Randsingularität besitzen, die zusammen die Form eines Torus haben. Lediglich hat das Antiuniversum seine Punktsingularität dort, wo das Universum seine Randsingularität besitzt, und umgekehrt. Es treffen also beim Urknall stets zwei Punktsingularitäten und zwei Randsingularitäten aus Materie und Antimaterie aufeinander, die sich gegenseitig annihilieren und binnen kürzestem wieder zu Materie und Antimaterie werden. Dabei gewinnen die Punktsingularitäten an Masse, während die Randsingularitäten an Masse verlieren. Die Gesamtmasse beider Singularitäten bleibt jedoch in beiden Universen exakt gleich.

Damit ist gezeigt, daß es den Tod nicht gibt, weil der Anfang kein wirklicher Anfang, sondern zugleich ein Ende ist. Wenn man so will, ist jeder Zeitpunkt des Alls Anfang und Ende zugleich, es gibt kein Früheres und kein Späteres. Der Tod als solcher wird von unserem Bewußtsein nicht wahrgenommen, weil auf das Einschlafen das Erwachen folgt. Dazwischen findet unser Leben statt, und dieses währt sozusagen ewig, weil es das Nichts und damit den Tod nicht gibt

qed

¹⁰ d.h. Weltlinien