

# Leben wir in einem Schwarzen Loch?

Walther Umstätter

Ohne Zweifel sind die sogenannten Naturkonstanten

$$\begin{array}{ll} c \text{ (Lichtgeschwindigkeit)} & = 299792458 \quad [\text{m /s}], \\ \hbar \text{ (Dirac Konstante = Planck Konstante } h/2\pi) & = 1,05457168236445 \cdot 10^{-34} \quad [\text{kg m}^2/\text{s}] \text{ und} \\ G \text{ (Gravitationskonstante)} & = 6,672426 \cdot 10^{-11} \quad [\text{m}^3 / \text{kg s}^2]) \end{array}$$

für unser anthropozentrisches Weltbild fundamental wichtig, weil sie uns in der Geschichte der Physik deutlich gemacht haben, dass Maßsysteme wie Länge (Meter), Masse (Kilogramm) und Zeit (Sekunde) keine voneinander unabhängigen Größen sind. Im Gegenteil, sie lassen sich, wie schon M. Planck 1899 erkannte, zueinander ins Verhältnis setzen, so dass die

$$\begin{array}{llll} \text{Planck-Länge} & l_p & = (\hbar G / c^3)^{1/2} & = 1,616028 \cdot 10^{-35} \quad [\text{m}], \text{ die} \\ \text{Planck-Masse} & m_p & = (\hbar c / G)^{1/2} & = 2,1767398 \cdot 10^{-8} \quad [\text{kg}] \text{ und die} \\ \text{Planck-Zeit} & t_p & = l_p / c & = 5,390489 \cdot 10^{-44} \quad [\text{s}] \end{array}$$

als „Natürliche Einheiten“, uns deutlich machen, wie verzerrt und egozentrisch unsere Perspektive in diesem Universum mit unserem MKS-System ist. Dieses MKS-System hat damit zwangsläufig dazu geführt, dass unsere Naturkonstanten im Prinzip Artefakte ([www.pedocs.de/frontdoor.php?source\\_opus=7536](http://www.pedocs.de/frontdoor.php?source_opus=7536)) unserer Messmethoden sind. Andererseits zeigen sie als Konstanten feste Verhältnisse zwischen Länge, Zeit und Masse auf. Das ist nicht selbstverständlich, denn die Messung von Information in bit, erfolgt demgegenüber in logarithmischer Skalierung.

Obwohl sich Sonne, Mond und Sterne eindeutig um uns herum bewegen, fiel es der Menschheit, nicht nur der katholischen Kirche, zunächst schwer, sich daran zu gewöhnen, dass sich die Erde mit anderen Planeten zusammen um die Sonne dreht. Als nächstes erkannte die Astronomie, dass wir nur am Rande einer Milchstraße leben, und dass es daneben noch etliche Milchstraßen gibt, und nun sollen wir uns auch noch daran gewöhnen, dass wir nicht das einzige Universum sind, die anderen, sogenannten Paralleluniversen, aber nicht sehen können, weil wir uns selbst in einem unvorstellbar großen Black Hole befinden ([http://en.wikipedia.org/wiki/Nikodem\\_Pop%C5%82awski](http://en.wikipedia.org/wiki/Nikodem_Pop%C5%82awski)). Da der Schwarzschildradius  $r_s$  unseres Universums in Planck-Längen der Gesamtmasse in Planck-Massen entspricht, scheint unser beobachtbares Universum etwa dem Ereignishorizont zu entsprechen. Demnach befindet sich unser Universum, von seiner Ausdehnung her, an der Grenze zu einem Black Hole.

Da die Konstante  $c$  für alle elektromagnetischen Wellen im Vakuum gilt, erobern diese Wellen das Vakuum des Universums alle gleich schnell, so dass jede Länge einen gleichen Zeitverbrauch hat. In Planck-Einheiten entspricht einer Zeiteinheit  $t_p$  eine genau gleichgroße Längeneinheit  $l_p$  und damit bleibt  $c$  immer 1. Bei unserem expandierenden Universum sind also Raum und Zeit untrennbar miteinander verbunden, so dass unser etwa  $8 \cdot 10^{60} [t_p]$  Planck-Zeiten altes Universum auch einen Radius von  $8 \cdot 10^{60} [l_p]$  Planck-Längen hat. Unabhängig davon erobern sich Atome und Moleküle das Vakuum durch Invasion, vergleichbar der Unterscheidung zwischen Strahlungswärme und Konvektion.

Nicht weniger erstaunlich ist die schon seit Newton bekannte Konstante  $G$ , wo das Verhältnis von  $[\text{m}^3 / (\text{kg sec}^2)]$  bzw.  $c^2 [\text{m} / \text{kg}]$  im MKS-System als Konstante, auch ein festes Verhältnis von Länge zu Masse aufzeigt. Auf den ersten Blick erscheint dabei ein Gewicht von  $1,347 \cdot 10^{27} [\text{kg}]$  pro Meter sehr hoch. Wenn man allerdings bedenkt, dass sich die Länge auf die Ausdehnung des Universums bezieht, und dass sich das Gewicht dem entsprechend auf ein wachsendes Volumen erstreckt, dann hat dieses Universum auch eine Masse von  $8 \cdot 10^{60} [m_p]$  Planck-Massen, seine Dichte wird aber immer geringer. Ein konstantes  $G$  bedeutet somit auch, dass bei der Ausdehnung des Universums auf eine Planck-Zeit immer eine Planck-Länge und eine Planck-Masse kommt. Bei den Natürlichen Einheiten fällt auf, dass schon am Beginn des Universums auf die Länge  $1,6 \cdot 10^{-35} [\text{m}]$  die vergleichsweise große Masse von  $2,2 \cdot 10^{-8} [\text{kg}]$  kam, wobei schon hier die Frage entsteht, woher

kommt diese hohe Energiedichte von  $1,2 \cdot 10^{96} \text{ [kg/m}^3\text{]}$  beim Planck-Volumen. In Natürlichen Einheiten erscheint das selbstverständlich einfacher, wenn eine Planck-Masse auf  $4 \pi/3$  Planck-Volumen kommt, aber es ist aus unserer menschlichen Perspektive betrachtet beeindruckend hoch.

Warum die Masse bzw. Energie direkt proportional mit dem Radius bzw. der Zeit korreliert und nur in der dritten Wurzel mit dem Raum, bleibt dabei zunächst eine interessante Frage, zumal das gleiche für den Schwarzschild Radius gilt, bei dem  $r_s / M = 2 G / c^2 = 1,48 \cdot 10^{-27} \text{ [m/kg]}$  also konstant ist. Unser Universum folgt in seiner Ausdehnung somit den Bedingungen des Schwarzschild Radius und damit dem schwarzer Löcher. Die Zunahme an Masse in unserem Universum erscheint damit nicht mehr als Energiegewinn aus dem Nichts, sondern als Massenimport aus einem noch größeren Universum.

Die Konstante  $\hbar$ , oft als Wirkungsquantum bezeichnet, weil sie in den Energieniveaus der Atome auch deren Quantensprünge charakterisiert, offenbart bei elektromagnetischen Wellen, verglichen mit  $c$ , eine nicht weniger erstaunliche Tatsache. Denn auch  $\hbar$  ist für alle elektromagnetischen Wellen in Natürlichen Einheiten gleich 1. Wobei es als Drehmoment  $\hbar = M c r = M_p \cdot 1 r_p = 1$  ( $M$  = Masse;  $r$  = Radius;  $M_p$  = Masse in Planck-Massen;  $r_p$  = Radius in Planck-Längen), deutlich macht, dass alle elektromagnetischen Wellen bzw. Photonen mit zunehmender Energie nicht nur kurzwelliger werden  $h = M c \lambda$  ( $\lambda$  = Wellenlänge), sondern sich auch in ihrem Radius bzw. ihrer Amplitude  $r_{ph} = \lambda / 2\pi$  verkleinern. Dass wir heute, im Gegensatz zu M. Planck, für die Natürlichen Einheiten die Dirac-Konstante  $\hbar = M c r_{ph}$  und nicht die Planck-Konstante  $h = m c \lambda$  zugrunde legen, ist leicht einsehbar, da  $\hbar$  ein wirkliches Drehmoment und nicht wie  $h$  ein nur verstecktes Drehmoment  $\lambda = 2\pi r_{ph}$  ist. Demnach sind elektromagnetische Wellen grundsätzlich nur um das 3,14-fache Länger als ihr Durchmesser. Beim Drehmoment der Photonen fällt natürlich auf, dass das Produkt von Masse mal Geschwindigkeit bei Lichtgeschwindigkeit Null sein muss, wenn die Masse bei Lichtgeschwindigkeit 0 beträgt. Hier wird meist von der Ruhemasse gesprochen, auch wenn schon Einstein darauf hinwies, dass Photonen, auch wenn sie mit Lichtgeschwindigkeit an großen Massen vorbei eilen, von starken Gravitationsfeldern abgelenkt werden, also eine Raumkrümmung hervorrufen. Sie sind also in Richtung des Lichtstrahls anscheinend trägheitslos, zeigen aber senkrecht zu ihrer Rotationsachse durchaus Eigenschaften der schweren Masse, die um so größer werden, je kleiner ihre Amplitude ist.

Im Februar 2014 fragte M. Finkel, in der Zeitschrift National Geographic, indem er sich auf N. Poplawski ([http://en.wikipedia.org/wiki/Nikodem\\_Pop%C5%82awski](http://en.wikipedia.org/wiki/Nikodem_Pop%C5%82awski)) bezieht, „Are We Living in a Black Hole?“ (<http://news.nationalgeographic.com/news/2014/02/140218-black-hole-blast-explains-big-bang/>), oder anders gefragt, ist das für uns sichtbare Universum durch einen Ereignishorizont von einem noch viel größeren Universum abgegrenzt? Der Schwarzschildradius unseres Universums, bei dem Planck-Längen des Universums =  $R_{\text{Universum}}$  = Planck-Massen des Universums =  $M_{\text{Universum}}$  ist, deutet das an.

Eine sehr bemerkenswerte Eigenschaft Schwarzer Löcher ist, dass ihre Masse mit dem Radius und nicht mit dem Volumen wächst, so dass sie anfangs, wenn sie sehr klein sind, z.B. bei einer Planck-Länge eine unvorstellbar hohe Dichte von  $6 \cdot 10^{192} \text{ [kg / m}^3\text{]}$  haben, aber in unserem heutigen Universum nur noch  $8 \cdot 10^{-26} \text{ [kg / m}^3\text{]}$ . Während man sich also Schwarze Löcher meist als vergleichsweise kleine unglaublich dichte Objekte vorstellt, verlieren sie diese Eigenschaft mit zunehmendem Radius, so dass das Licht immer weitere Strecken zurücklegen muss, um an die Grenze zu gelangen. Außerdem ist es ein großer Unterschied, ob man, wie oft diskutiert, in ein Schwarzes Loch stürzt, oder darin geboren wird, wenn es bereits knapp 14 Mrd. Jahre alt ist. Schwarze Löcher Saugen also Masse in sich auf, dehnen sich aber räumlich noch sehr viel rascher aus. Daraus entsteht die Frage, ob außerhalb unseres Ereignishorizontes uns noch ein viel größerer sogenannter Spiralnebel umkreist, den unser Universum langsam aufsaugt, und aus dem es seine wachsende Energie gewinnt, ohne dass diese Frage für uns zur Zeit beantwortbar ist.

Da die Ausdehnung unseres Universums aber in Natürlichen Einheiten grundsätzlich  $c = 1$  zu bleiben scheint, wird verständlich, warum wir über den Ereignishorizont dieses Universums nicht hinaus schauen können. Dabei scheint es so zu sein, dass die Ausdehnung mit der aufgenommenen Masse wächst, die Ausdehnungsgeschwindigkeit aber  $c = 1$  bleibt, da Radius und Zeit von der Energie abhängen und entweder gleich rasch ansteigen oder sich gleich rasch verringern.

Das Schöne an diesen Betrachtungen ist, dass sie keiner höheren Mathematik bedürfen und damit auch in das normale Schulwissen Eingang finden können. Die Vorstellung als solche ist zwar Gewöhnungsbedürftig, aber das war auch schon bei der Umrundung der Sonne durch unserer Erde so.

(Letzte Version 2.11.2014)