

Was ist Zeit?

Karl-Otto Eschrich

Man muss davon ausgehen, dass jedes aus Materie bestehende System seine eigene Zeit hat; und zwar Materie mit Ruhenergie E_0 und Materie ohne Ruhenergie E (früher zu Zeiten der Newtonschen Physik sprach man von Ruhmasse, die der Energie jedoch äquivalent ist). Es sind nur zwei Teilchen ohne Ruhenergie bekannt, das eine ist das Photon, es ist so materiell, dass man es sogar sehen kann, das zweite soll hier ausser Acht gelassen sein. Solange sie existieren, bewegen sie sich im freien Raum mit der sogenannten Lichtgeschwindigkeit c , die als Naturkonstante angesehen wird und sie schwingen in sich aus dem Beobachterraum betrachtet mit einer Frequenz ν nach der von Max Planck gefundenen Beziehung $E = h \cdot \nu$ oder $E = \hbar \cdot \omega$ ($\hbar = h/2\pi$ und der Kreisfrequenz $\omega = 2\pi \cdot \nu$). Dieser Zusammenhang gilt für jedes einfache, also nicht aus anderen Teilchen zusammengesetzte, Elementarteilchen. Mit der Dauer T einer Schwingung $T=1/\nu$ hat man die für uns wichtige Beziehung $E \cdot T = \hbar$; \hbar ist als Plancksches Wirkungsquantum, die zweite grundlegende Naturkonstante, die in jedem Bezugssystem gleich ist. Die gesuchte Zeit eines Teilchens ist jedoch $t_0 = T/2\pi$, verstanden als Zeit an sich, nicht als Dauer. Dies wird am elementarsten und stabilen Elementarteilchen, dem Elektron deutlich: ist es entstanden, braucht es zu seiner weiteren Existenz sein Wechselwirkungsteilchen, das Photon, muss aber dessen Antiteilchen, also ein Antiphoton, wieder aussenden. Dieser Vorgang läuft in einer Sekunde (dem Maßstab der globalen, kosmischen Zeit) rund 10^{21} mal ab.

Es gibt vier verschiedene Arten von Photonen plus deren Antiteilchen. Bei diesen mit den Elektronen wirkenden Photonen spricht man deshalb von virtuellen Photonen, da man sie nicht sehen kann. Sie bilden das in der klassischen Physik bekannte elektrische Feld, genauer gesagt das elektromagnetische Feld, wie es bei einem sich bewegenden Elektron vorhanden ist. t_0 ist die Zeit des Elektrons, bestimmt durch dessen Energie des „nackten“ Teilchens, also ohne dessen Energie des Feldes.

Elementarteilchen können nicht punktförmig sein, auch wenn sie bei bestimmten Voraussetzungen als solche behandelt werden können (ebenso wie die gesamte Erde). Dies hat bereits Max Planck abgeleitet und der Physiker Richard Feynman bestätigt – dies gilt selbstverständlich auch für Photonen.

Als Ausdehnung l_0 des Teilchens kann man $c \cdot t_0$ ansehen, was gerade der Comptonlänge $l_c \equiv l_0 = \hbar c/E_0$ entspricht. Diese Länge taucht auch in der Gleichung von P.A.M. Dirac für Elektronen auf, ist sozusagen eine charakteristische Länge. Dies führt zu einem bestimmten Volumen, welches als Raum des Teilchens angesehen werden muss und steht im immanenten Zusammenhang mit dem Teilchen. Dies führt weiterhin zu der Deutung, dass dieser Raum unabhängig davon existiert, ob er in einem übergeordneten Raum eingebettet, enthalten, ist oder nicht! Ebenso ist die Zeit t_0 eines einfachen Teilchens zu verstehen, sie existiert unabhängig davon, auch wenn sie nicht in einem grösseren Zeitmaßstab eingebettet ist.

Nicht so einfach verhält es sich bei zusammengesetzten „Elementarteilchen“, wie den Protonen und Neutronen, aus denen die Atomkerne gebildet sind, also letztlich die gesamte sichtbare Welt.

Diese beiden Teilchen sind aus je drei „Subteilchen“, sogenannten Quarks q aufgebaut, welche das „äußere“ Erscheinungsbild der Protonen und Neutronen festlegen. Diese Quarks treten in ihrer Basisform in zwei verschiedenen Arten auf, als d-Quark und als u-Quark. Es sind gemischt geladene Teilchen, da sie eine sogenannte Farbladung tragen, welche letztlich die starken Kernkräfte bilden, und eine elektrische Ladung, allerdings in „gebrochener“ Form. Das d-Quark hat $-\frac{1}{3}e$ elektrische Elementarladung, hingegen das u-Quark $+\frac{2}{3}e$ elektrische Elementarladung.¹ Ein Proton besteht als Konstituenten aus zwei u-Quarks und einem d-Quark, was zu einer elektrischen Ladung von $+1e$ Elementarladung führt, hingegen das Neutron als Konstituenten aus einem u-Quark und zwei d-Quarks. Die „Kraftfelder“ der Quarks werden durch die Gluonen gebildet, von denen es zwei Arten gibt, entsprechend den beiden Arten der Quarks. Für alle dies Teilchen mit Farbladungen gibt es auch Antiteilchen mit entgegengesetzten Ladungen. Entgegen den Wechselwirkungsteilchen der Elektronen, den Photonen – die im Vakuum stabil sind, sind die Gluonen instabil, woraus sich die geringe Reichweite ihrer Wechselwirkung ergibt. Die eine Art zerfällt in ein u- und ein Anti-u-Quark, die andere Art in ein d- und ein Anti-d-Quark.

Die Eigenschaften der Quarks und ihrer Gluonen in den Protonen und Neutronen führt dazu, daß einige Hundert weitere Quarks und Gluonen in ihnen existieren. Am „Rand“ sind die Protonen und Neutronen fest in ihren Bestandteilen gebunden, in ihrem „Inneren“ bilden sie hingegen eine nahezu superfluide Flüssigkeit, die sich in einem immer währenden Wechsel befindet. So lässt sich eine Zeit schwerlich definieren.

Ein Proton als Ganzes ist – im Vakuum – stabil, eine Neutron quasistabil, es zerfällt in einer für Elementarteilchen extrem langen Halbwerts-Zeit von 14,64 Minuten.

Wenn es schon nicht gelingt eine Zeit makroskopischer stofflicher Zustände (Körper, Flüssigkeiten, Gase) zu finden, kann man versuchen dies für den Kosmos als Ganzem zu finden. Allerdings kann man nach heutigem Verständnis den Kosmos nur auf Grundlage der Allgemeinen Relativitätstheorie (ART) von Albert Einstein betrachten. Diese Theorie setzt allerdings metrische Räume (und

1. Diese seltsam scheinende Struktur bekommt mit einer kleinen Abweichung gegenüber der gängigen Theorie eine einheitliche Form, wie sie in den „Grundlagen der Physik der Elementarteilchen“ dargelegt ist. Zu finden auf www.karl-otto-eschrich-potsdam.de, wo auch eine graphische Darstellung der diversen grundlegenden Ladungen zu finden ist.

Zeiten) voraus. Es müssen Abstände von Körpern, die man als punktförmig ansehen können muß – transzendental – , existieren.

In einem Urzustand dicht gepackter Elementarteilchen oder Subteilchen, und ihrer Wechselwirkungsteilchen, existieren keine räumlichen Abstände, hier ist die ART nicht anwendbar. Selbst eine Zeit ist unbestimmt. Die Bildung aller Materie ist quasi unendlich. In der ART spricht man kurz von singulärer Punkt – die Unendlichkeit wird zu einem Punkt „verkürzt“. Da man keine Kenntnis von diesem Zustand hat oder haben kann.²

Die kosmische Zeit hat also ihren Ursprung (im doppelten Sinn) seit der Entstehung des Kosmos, wie er in der ART beschrieben wird – jenseits der Singularität.

Allgemein ist festzustellen, daß zur Existenz einer Zeit ein Raum erforderlich ist, in welchem physikalische Objekte miteinander interagieren können. Dadurch wird letztlich die Zeit geschaffen.

In der Physik entsteht eine Zeit durch Änderung physikalischer Größen. Ohne einer Änderung, handelt es sich um einen stationären Zustand, in welchem keine Zeit existiert.

Die Existenz der Zeit und des Raumes erfordert die Möglichkeit zu ihrer Messung. Jede Messung wiederum erfordert die Festlegung eines Maßstabes, der reproduzierbar sein muss. Bei der Zeit dient dazu am bequemsten ein periodischer Vorgang. Umgekehrt kann auf Grundlage eines solchen Vorganges eine Zeit abgeleitet werden. So können selbst Organismen mit periodischen Prozessen eine Zeit definieren.

Der Mensch und allgemein die Säugetiere, haben durch den quasiperiodischen Herzschlag das Gefühl der Existenz einer Zeit. Er hat sogar eine zweite Zeit, auf Grundlage der quasiperiodischen elektrischen Hirnwellen, welche schnelle Abläufe einzuschätzen ermöglicht. Tischtennis zu spielen, wäre ohne diese Fähigkeit nicht möglich.

Potsdam, 30. April 2024

2. Siehe die oben genannte Arbeit, ergänzt mit „... und die Entstehung des Kosmos“.