

Was ist Zeit?

Karl-Otto Eschrich

In der Märchensammlung der Gebrüder Grimm gab es einige, die mich bis heute (79 jährigen) faszinieren. Eines von ihnen ist „Dornröschen“. Eine Prinzessin wird auf ihrem Schloss, mitsamt Schloss und ihren Gefolgsleuten, in einen 100-jährigen Dauerschlaf versetzt. Deren Zeit wird gleichsam angehalten. Dies wurde in einem DEFA-Märchenfilm wunderbar umgesetzt. Der Koch will einem seiner Gehilfen eine Mauschelle geben. Er holt zum Schlag aus und stoppt, die Zeit hält still. Nach Ende der Verwünschung von 100 Jahren läuft die Zeit im Schloss genau so weiter, wie sie angehalten wurde. Der Koch gibt dem Gehilfen die Ohrfeige und die Prinzessin erwacht in ihrem Schlafgemach.

In einer teils irrealen Welt der Märchen ist so etwas möglich, doch wie jedem klar ist, nicht in der Wirklichkeit. Selbst im Schlaf, oder tief eingefroren, laufen Prozesse ab, ohne die ein noch nicht zersetzter Körper unwiederbringlich beschädigt wird.

Vollkommen unrealistisch wäre ein Abschalten der Zeit des gesamten Kosmos. Bestimmte Prozesse in der existierenden Materie würden zwangsweise vorstatten gehen. Wollte man die Zeit, oder wenigstens deren Lauf anhalten, müßte vorher alle Materie abgeschafft werden!

Daraus kann man nur folgern, dass Materie und Zeit untrennbar miteinander zusammenhängen. Das trifft nicht nur für die stoffliche Materie der allgemeinen Vorstellung zu, sondern auch für die Materie ohne Ruhenergie, z.B. die der Photonen (für diese gelten jedoch spezifische Eigenschaften, da ihre Eigenzeit verschwindet – Photonen kann man nicht „anhalten“). Ein Kosmos ohne Zeit könnte keine Materie enthalten, folglich schließt jedwede Materie die Existenz einer Zeit ein.

Dies muss auf alle einzelnen Elemente der Materie zutreffen, beginnend bei ihren elementarsten Bestandteilen, den Elektronen und den sogenannten Quarks, ebenso deren Antiteilchen und natürlich den schwer zu detektierenden Neutrinos, ergänzend deren Wechselwirkungsteilchen, den Photonen und den Gluonen – um alle Grundbestandteile der sichtbaren Materie zu nennen.

Ebenso wie die Zeit eine Erfordernis der Materie ist, gehört zur Materie ihre Ausdehnung, also ihr Raum. Und damit die elementarsten Teilchen nicht zu einem einzigen großen Elementarteil verschmelzen, muß jedes von ihnen eine innere räumliche Struktur haben, realisiert durch eine eigene Spiralität (oder Helizität).

Alle Räume der Elementarteilchen ergeben zusammen mit ihren Abständen untereinander den Kosmos!

Eigenschaften der Zeit

Die elementaren Eigenschaften der Zeit kann man aus den einfachsten Elementarteilchen der Materie mit Ruhenergie E_0 , bei der Betrachtung der Elektronen erkennen. Es besitzt eine elektrische Ladung und sein Raum schwingt aus dem Beobachterraum betrachtet mit einer Frequenz ν nach der von Max Planck gefundenen generellen Beziehung $E_0 = h \cdot \nu$ oder $E_0 = \hbar \cdot \omega$ ($\hbar = h/2\pi$ 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 $E \cdot T = h$; wobei h das Plancksche Wirkungsquantum ist, die zweite grundlegende Naturkonstante nach der Lichtgeschwindigkeit c , 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. Ist ein Elektron 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. Diese Photonen bilden bei genügend hoher Anzahl in der klassischen Physik das elektrische Feld des Elektrons.

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 „Konstituenten“, den 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 diese 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 metrische Räume (und 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

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.

ist quasi unendlich. In der ART spricht man kurz von einem singulären Punkt – die Unendlichkeit in Raum und Zeit 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 eine globale 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 periodischem Prozess eine Zeit definieren.

Die Zeit eines Menschen – oder allgemein eines Lebewesens, ob Pflanze oder Tier – könnte man als dessen gelebte Zeit auffassen, insbesondere dessen gesamte Lebenszeit.

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 2024/20. Februar 2025

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