the general science journal

Leibniz, Newton und die Zeit im Euklidischen Universum

von

Dieter Prochnow

E-mail: du.prochnow@t-online.de

Keywords: *Euklid*isches Universum, *Galilei* – Zeit, *Leibniz* - Zeit, *Newton* – Zeit, endliche und unendliche Lichtgeschwindigkeit

Abstract

Up today the nature of space and time in our universe is object of scientific discussions having a climax in arguments of *Newton* and *Leibniz* at the beginning 18th century (*Leibniz – Clarke* – debates).
This paper will point to the possibility of combining the apparently contrary concepts of *Newton* and *Leibniz* concerning space and time within the bounds of the *Euclid*ean Universe.

Zusammenfassung

Das Wesen von Raum und Zeit im Universum ist bis heute Gegenstand wissenschaftlicher Diskussionen, die einen Höhepunkt in den Auseinandersetzungen von *Newton* und *Leibniz* zu Beginn des 18. Jahrhunderts fanden ([1,2] , *Leibniz – Clarke* – Debatten 1715/16).
In dieser Arbeit wird eine Möglichkeit aufgezeigt, die scheinbar kontroversen Auffassungen von *Newton* und *Leibniz* im Rahmen eines *Euklid*ischen Universums miteinander zu verbinden.
Im *Euklid*ischen Universum werden die Ereignisse von zwei funktional gekoppelten Zeiten, einer *Leibniz* – Zeit und einer *Newton* – Zeit, systemabhängig beziehungsweise universell in der der Reihenfolge ihres Geschehens geordnet.
Die *Leibniz* – Zeit, eine Systemzeit, die hier als Uhrenzeit identifiziert werden konnte, ist stets beobacht- und messbar. Sie eignet sich als Relativzeit insbesondere zur Bestimmung der Zeitdauer von Systemereignissen, ordnet diese Ereignisse jedoch nur innerhalb eines Systems in der Reihenfolge des Geschehens.
Die *Newton* – Zeit dagegen, als *Galilei* - Zeit (spezielle Koordinatenzeit), ordnet alle Ereignisse des Universums systemunabhängig in der Reihenfolge ihres Geschehens, ist auf Grund der Verträglichkeit mit der *Leibniz* – Zeit berechenbar, und die *Newton* – Zeitdauer von Ereignissen lässt sich nicht nur schätzen, sondern direkt messen.
Die Lichtgeschwindigkeit bleibt im *Euklid*ischen Universum, bezogen auf die *Leibniz* – Zeit, stets konstant und endlich, während die auf die *Newton* – Zeit bezogene Lichtgeschwindigkeit unendlich groß wird.

Inhalt.

1. Einführung

Das Wesen von Raum und Zeit im Universum ist bis heute Gegenstand wissenschaftlicher Diskussionen, die einen Höhepunkt in den Auseinandersetzungen von *Newton* und *Leibniz* zu Beginn des 18. Jahrhunderts fanden.
Thomas De Padova hat mit seinem Buch "*Leibniz, Newton* und die Erfindung der Zeit", siehe [1], eine ausgezeichnete Grundlage zum Verständnis der Auffassungen von *Leibniz* und *Newton* zum Charakter der Zeit im Universum gegeben.

Davon ausgehend zeigen wir, dass die scheinbar konträren Auffassungen von *Leibniz* und *Newton*, hier repräsentiert durch eine *Leibniz* – Zeit und eine *Newton* – Zeit, im *Euklid*ischen Universum nicht nur miteinander verträglich sind, sondern sich sogar gegenseitig bedingen und ergänzen.

Das Newtonsche Universum besteht aus einem dreidimensionalen Raum, in dem sich Systeme massebeladener Körper zeitabhängig bewegen. Raum und Zeit selber sind dabei von den Körpern und ihrer Bewegung unabhängig (absoluter Raum und absolute Zeit). Relationen, die zwischen den Körpern bestehen, wie Zeitdauer und räumliche Abstände, definieren sich nach *Newton* durch Veränderungen der Körper (materialistische Betrachtung [3,4]). Bei dieser Betrachtung hat das *Newton*sche Universum folgende Eigenschaften:

- eine mit der Uhrenzeit (als mittleren Wert) schätzbare absolute Zeit,
- die Absolutheit der Gleichzeitigkeit von Ereignissen [5,6],
- die Widerspruchsfreiheit der Alterung der Materie [5,9], (01)
- eine absolute Zeit ohne Dilatationserscheinungen,
- räumliche Entfernungen ohne Kontraktionen [5] und
- die Unendlichkeit der Lichtgeschwindigkeit [5].

Leibniz hatte im Gegensatz zu *Newton* die eher idealistische Vision von einem Universum als Netzwerk von Beziehungen, die ihrerseits erst Raum und Zeit definieren [1,2]. Dementsprechend lehnte er die Existenz eines absoluten Raumes und einer absoluten Zeit ab ([2], S. 31). Damit wurde die Zeit für ihn, etwa wie Kausalität, zu einem Aspekt der Relationen, die im Universum Veränderungen steuern. In den folgenden ca. 200 Jahren nach dem Tod von *Leibniz* ([1], 1716) fand die *Leibniz*sche Vision eines Universums von Relationen nur wenig Aufmerksamkeit.

Im 19. Jahrhundert traten im Zusammenhang mit Erkenntnissen zur Ausbreitung des Lichts ernsthafte Widersprüche innerhalb der *Newtonschen* Physik auf. Insbesondere zeigten die Untersuchungen von *Michelson* und *Morley* [11] die vom Bezugssystem unabhängige Konstanz und Endlichkeit der Lichtgeschwindigkeit, die zum klassischen Relativitätsprinzip (*Galilei - Transformation*) im Widerspruch zu stehen schien und auch unvereinbar mit den *Maxwell*schen *Feldgleichungen* der Elekrodynamik war.
Bereits im 17. Jahrhundert führte *O. Römer* astronomische Beobachtungen zur Schätzung der Lichtgeschwindigkeit durch und wies damit bereits auf die Endlichkeit der Lichtgeschwindigkeit hin [12].

Als Alternative zu den Widersprüchen der *Newton*schen Physik griff *Einstein* Anfang des 20h. Jahrhunderts die Vorstellungen von *Leibniz* wieder auf und realisierte sie weitgehend in seinen Relativitätstheorien [13-17].

In den nachfolgenden Jahrzehnten sind seine Theorien mit ihren grundlegenden Prinzipien in vielfältiger Hinsicht sowohl theoretisch als auch experimentell bestätigt, aber auch kritisiert worden, siehe Borderlands of Science.

Wir zeigen im Folgenden, dass in einem vierdimensionalen *Euklid*ischen Universum, unter Verwendung einer erweiterten *Galilei* – Transformation, sowohl das Prinzip der Konstanz und Endlichkeit der Lichtgeschwindigkeit realisiert wird als auch die bisherigen Eigenschaften des *Newton*schen Universums im wesentlichen erhalten bleiben.

Dabei gehen wir davon aus, dass die kontroversen Auffassungen von *Newton* und *Leibniz* sich zwar nicht für ein und dieselbe Zeit in Übereinstimmung bringen lassen, dafür aber auf unterschiedliche, funktionell miteinander gekoppelte Zeiten, auf eine *Newton* – Zeit und auf eine *Leibniz* – Zeit, sinngemäß zutreffen.

2. Systeme des Euklidischen Universums

Das vierdimensionale *Euklid*ische Universum kann als modifizierte Erweiterung des *Newton*-schen Universums angesehen werden. Es besteht aus einer Menge vierdimensionaler Systeme, in denen sich massebeladene Teilchen raumzeitlich bewegen [5].
Die vierdimensionalen Orte $\mathbf{X} = (x^1, x^2, x^3, x^4)$ der massebeladenen Teilchen werden als Elementarereignisse eines Systems verstanden, die eine Raumzeit N_4 bilden. In einem System des Universum ist jedes der Elementarereignisse von N_4 eindeutig durch seine drei raumartigen Koordinaten x^1, x^2, x^3 und durch eine zeitartige Koordinate x^4 bestimmt. Die zeitartige Koordinate ordnet dabei auf Grund der Äquivalenz

$$\mathbf{X} <_S \mathbf{Y} \leftrightarrow x^4 < y^4 \qquad (<_S : \text{„geschieht vor“}) . \tag{02}$$

beliebige Elementarereignisse $\mathbf{X} = (x^1, x^2, x^3, x^4)$ und $\mathbf{Y} = (y^1, y^2, y^3, y^4)$ einer Systemraumzeit in der Reihenfolge des Geschehens im System.

Ein *Ereignis* E in einem System besteht aus einer Menge von Elementarereignissen:

$$E \subseteq N_4 . \tag{03}$$

Damit lässt sich ein System $\mathcal{S}$ des Universums im mathematischen Sinne als metrischer Raum identifizieren, der aus einer Raumzeit N_4, versehen mit einer Metrik G, besteht:

$$\mathcal{S} = (N_4, G). \tag{04}$$

Die Metrik wird hier durch eine quadratische vierreihige Matrix $G = (g_{i,j})$ symbolisiert (metrischer Tensor), die die

metrische Fundamentalform [20]

$$ds^2 = g_{i,j} \cdot dx^i \cdot dx^j \tag{05}$$

des Systems im Universum festlegt.

Mit der metrischen Fundamentalform (05) werden die raumzeitartigen Entfernungen ds zwischen den Punkten von N_4 in Abhängigkeit von den Koordinatendifferentialen dx^1, dx^2, dx^3, dx^4 und der Metrik $G = (g_{i,j})$ berechnet. Damit wird zugleich ein Koordinatensystem mit drei raumartigen Koordinaten x^1, x^2, x^3 und der zeitartigen Koordinate x^4 definiert.
Systeme bilden die physikalische Grundlage für raumzeitliche Veränderungen der Teilchen, für Wechselbeziehungen zwischen den Teilchen und für ihre zeitliche Ordnung.
Die Koordinaten eines Teilchens in einem System können dabei von Referenzparametern des

Systems, beispielsweise vom (lokalen) Koordinatenursprung, abhängen. Bei Änderung der Referenzparameter ändern sich die Abstände der Punkte zu den Referenzparametern und damit können sich auch die Koordinaten der Punkte ändern.

Wenn ds^2 in der metrischen Fundamentalform positiv definit ist, handelt es sich um ein *Riemann*sches System. Ist ds^2 indefinit, so liegt ein pseudo*riemann*sches System vor.

Ein System wird als flach (ungekrümmt) bezeichnet [20], wenn g_{ij} die Form

$$g_{ij} = \pm\delta_{ij} \tag{06}$$

hat (δ_{ij} *Kronecker* –Symbol).

In der *Einstein*schen Relativitätstheorie sind die Systeme des Universums pseudo*riemann*sche Räume. Die *Minkowski* – Räume der SRT [17,18] sind darüber hinaus flach.
Die metrische Fundamentalform der *Minkowski* –Räume hat das Aussehen ([27], S. 121)

$$ds^2 = -d\mathbf{x}^2 + (dx^4)^2 \tag{07.1}$$

mit

$$(d\mathbf{x})^2 = (dx^1)^2 + (dx^2)^2 + (dx^3)^2 . \tag{07.2}$$

Flache Systeme heißen *euklidisch*, wenn

$$g_{ij} = \delta_{ij} \tag{08}$$

gilt. *Euklid*ische Systeme $\mathcal{S} = (N_4, \delta)$ mit $\delta = (\delta_{ij})$ haben dementsprechend kartesische Koordinatensysteme, und die metrische Fundamentalform erhält das einfache Aussehen

$$ds^2 = (d\mathbf{X})^2 = dx^i \cdot dx^i \quad , \ d\mathbf{X} = (dx^1, dx^2, dx^3, dx^4) . \tag{09.1}$$

Mit der Schreibweise (07.2) ergibt sich daraus für vierdimensionale *euklid*ische Systeme:

$$ds^2 = (d\mathbf{X})^2 = (d\mathbf{x})^2 + (dx^4)^2 . \tag{09.2}$$

Im *Euklid*ischen Universum sind alle Systeme *eukl*idisch, und für je zwei Systeme $\mathcal{S} = (N_4, \delta)$ und $\mathcal{S}' = (N_4', \delta)$ gibt es eine

***Galilei* – Transformation**

$$dx^{i'} = dx^i - v^i/c \cdot dx^4 \quad , \ v^{i} = -v^{i} , \ i = 1,2,3 \tag{10.1}$$

und

$$dx^{4'} = dx^4 , \tag{10.2}$$

die $\mathcal{S}$ in $\mathcal{S}'$ überführt - beziehungsweise die Bewegung des Systems $\mathcal{S}'$ im System $\mathcal{S}$ beschreibt.

Die *Galilei* - Transformation (10) verallgemeinert die dreidimensionalen *Galilei* – Transformation in Differentialform für vierdimensionale Systeme.
Mit (10) erhält man die Möglichkeit, die Eigenschaften (01) des *Newton* – Universums im wesentlichen zu bewahren. Prinzipien und Erscheinungen, die im Universum bereits durch Messungen erkannt und bestätigt wurden, konnten - ebenso wie in der SRT – auch im Rahmen der Theorie des *Euklid*ischen Universums hergeleitet und hier vertieft begründet werden.

3. Systemzeiten im *Euklid*ischen Universum

Um zwischen Ereignissen im Universum Kausalitäten zu begründen, sind die Systeme des Universums mit Zeiten verbunden, die ihre Ereignisse in der Reihenfolge des Geschehens ordnen. Die dabei entstehende Reihenfolge von Ereignissen ist im Allgemeinen systemabhängig und dementsprechend relativ zu sehen.
Wir bezeichnen derartige Zeiten als ***Systemzeiten***. Jedes System des Universums kann Systemzeiten binden. Der Wirkbereich einer Systemzeit bleibt dabei immer auf das zugehörende System des Universums beschränkt.
Im Detail verstehen wir unter einer Systemzeit t_S eines Systems $\mathbf{S} = (N_4, \delta)$ eine stets echt monoton wachsende Zeit ($dt_S > 0$), in dem alle Elementarereignisse (Massepunkte) von $\mathbf{S}$ funktional von t_S abhängen, und dabei von t_S in der Reihenfolge ihres dortigen Geschehens geordnet werden.

Für zwei beliebige Elementarereignisse $\mathbf{X}, \mathbf{Y} \in N_4$ gibt es dementsprechend Zeitpunkte t_{S1} und t_{S2}, dass

$$X = X(t_{S1}) \text{ und } Y = Y(t_{S2}) \tag{11}$$

und dabei

$$\mathbf{X} <_S \mathbf{Y} \leftrightarrow t_{S1} < t_{S2} \quad (<_S \text{ geschieht vor}) \tag{12}$$

gilt.

3.1 *Leibniz* – Zeit und Uhrenzeit

Wir gehen davon aus, dass sich alle massebeladenen Teilchen eines Systems $\mathbf{S} = (N_4, \delta)$ des vierdimensionalen *Euklid*ischen Universums auf ihrer Bahn mit konstanter Geschwindigkeit c bewegen, wenn man dabei eine entsprechende Systemzeit zugrundelegt.

Eine derartige Zeit t_S bezeichnen wir als ***Leibniz* – Zeit,** und es gilt dann

$$c = \left| \frac{d\mathbf{X}}{dt_S} \right| \quad . \tag{13}$$

Dabei bezeichnet $c > 0$ eine universelle Konstante. Wesentliche theoretische Eigenschaften der *Leibnitz* – Zeit, die sich aus (13) ergeben, lassen sich durch Messungen bestätigen. Wir sehen darin eine Rechtfertigung von Definition (13). Die *Leibniz* – Zeit kann, dem folgend, als beobachtbar und messbar angesehen werden. Sie erfüllt damit eine Grundforderung von *Leibniz* [1,2] und begründet so zugleich ihren Namen.

Zur Illustration betrachten wir hier zwei wesentliche Eigenschaften des Lichts, das Prinzip der Konstanz und Endlichkeit der Vakuum-Lichtgeschwindigkeit und die Dilatation der *Leibniz*-Zeit.

Prinzip der Konstanz und Endlichkeit der Vakuum-Lichtgeschwindigkeit

Zunächst ergibt sich aus (13) und (9.2):

$$ds^2 = d\mathbf{x}^2 + (dx^4)^2 . \qquad (14.1)$$

mit

$$ds = c \cdot dt_S \qquad (14.2)$$

Die auf die *Leibniz* – Zeit t_S bezogene raumartige Teilchengeschwindigkeit

$$\mathbf{u}_S = \frac{d\mathbf{x}}{d t_S} \qquad (15)$$

erhält auf Grund von (14) im *Euklid*ischen Universum das Aussehen

$$\mathbf{u}_S{}^2 = c^2 \cdot \frac{d\mathbf{x}^2}{d\mathbf{x}^2 + (dx^4)^2} . \qquad (16.1)$$

Daraus folgt unmittelbar

$$|\,\mathbf{u}_S\,| \leq c \qquad (16.2)$$

und

$$|\,\mathbf{u}_S\,| = c \quad \Leftrightarrow \quad dx^4 = 0 . \qquad (16.3)$$

Bei Bezug auf die *Leibniz* – Zeit ist die universelle Konstante $c > 0$ auf Grund von (16) damit die größte im *Eukli*dischen Universum vorkommende raumartige Teilchengeschwindigkeit.
Wir können c dementsprechend als

Vakuum-Lichtgeschwindigkeit

$$c \approx 3 \cdot 10^5 \text{ km/s} . \qquad (17)$$

identifizieren.

Zeitabhängige Ereignisse beschreiben die Bewegung eines Teilchens auf seiner Bahn in einem System des Universums.
Dabei ist die Geschwindigkeit des Teilchens bezogen auf die *Leibniz* - Zeit konstant:

$$ds / dt_S = c ,$$

siehe [1] und (14.2).

Ereignisse, die nicht zeitabhängig sind, bezeichnen wir als ***raumartig***.

Zeitabhängige Ereignisse lassen sich von der metrischen Fundamentalform (14.1) ausgehend weiter in zeitartige und lichtartige Ereignisse unterteilen [5].

Wir nennen ein zeitabhängiges Ereignis

- ***zeitartig***, wenn die *zeitartige Koordinate* des Teilchens im Ablauf des Ereignisses echt monothon wächst: $dx^4 > 0$ und
- ***lichtartig***, wenn sich die zeitartige Koordinate des Teilchens während des Ereignisses bei seiner Bewegung nicht verändert: $dx^4 = 0$.

Anmerkung:
Während eines lichtartigen Ereignisses bewegt sich das dazugehörende Teilchen wegen (16.3), (17) und $dx^4 = 0$ mit Vakuumlichtgeschwindigkeit c.

Das *Prinzip der Konstanz und Endlichkeit der Lichtgeschwindigkeit* wird also bei Bezug auf die *Leibniz* – Zeit durch (16.3) und (17) für lichtartige Ereignisse erfüllt.

Zeitdilatation im Euklidischen Universum

Die zeitartigen Ereignisse eines Systems hängen im *euklid*ischen Universum von der zeitartigen Koordinate x^4 ab, die während des Ereignisses echt monoton wächst: $dx^4 > 0$.

In zwei Systemen $\boldsymbol{S}$ und $\boldsymbol{S}'$ mit den metrischen Fundamentalformen

$$(dx^4)^2 = ds^2 - d\mathbf{x}^2 \quad \text{und} \quad (dx^{4\prime})^2 = ds'^2 - d\mathbf{x}'^2$$

erhält man dann entlang der Bahnen eines Teilchens wegen (10.2) und (15) eine

Beziehung der Systemweglängen

$$ds \cdot ß_S = ds' \cdot ß_S' \ , \qquad (18)$$

wobei sich dabei mit (15) die

Lorentz – Faktoren

$$ß_S = \sqrt{1-\mathbf{u}_S^2/c^2} \quad \text{und} \quad ß_S' = \sqrt{1-\mathbf{u}_S'^2/c^2}$$

ergeben.
Ruht das Teilchen im System $\boldsymbol{S}'$, gilt also $\mathbf{u}' = 0$, so erhält man in $\boldsymbol{S}$ wegen $ß_S' = 1$ eine

Dilatation des Weges:

$$ds = ds' / ß_S \quad \text{in } S\,. \qquad (19.1)$$

Die Dilatation der Wege überträgt sich in *euklid*ischen Systemen auf Grund von (14.2) auf *Leibniz* - Zeiten, also auf eine messbare Zeit [21,24]. Die so entstehende

Dilatation der Leibniz - Zeit

$$dt_S = dt_S' / ß_S \quad \text{in } \boldsymbol{S} \qquad (19.2)$$

im *Euklid*ischen Universum ist nur eine *scheinbare* Dilatation. Das betrachtete Teilchen legt in der vierdimensionalen Raumzeit von $\boldsymbol{S}$ einen längeren Weg als in $\boldsymbol{S}'$ zurück , siehe (19.1), und benötigt in $\mathcal{S}$ dafür aber auch mehr *Leibniz* – Zeit als in $\mathcal{S}'$, siehe (19.2), altert dabei aber in beiden Systemen gleichermaßen, siehe Abschnitt 3.2.

Eigenschaften der *Leibniz* – Zeit, wie (16-19), die von gemessenen Uhrenzeiten bestätigt wurden, legen nahe, *Leibniz* - Zeiten im *Euklid*ischen Universum mit Uhrenzeiten zu identifizieren. Wir messen im *Euklid*ischen Universum mit einer Uhr also *Leibniz* - Zeiten, die allerdings immer nur in einem System des Universums gelten und dabei die Reihenfolge des Geschehens in diesem System zugrundelegen.

Am Beispiel von Elementarteilchen, die sich mit nahezu Lichtgeschwindigkeit bewegen können, wollen wir die Dilatation von Wegen und *Leibniz* – Zeiten illustrieren [22-26].

Bei Höhenstrahlungsprozessen in der Erdatmosphäre entstehen in etwa 20 km Höhe **Myonen,** die sich in Richtung der Erdoberfläche mit einer mittleren Geschwindigkeit von $|\,\mathbf{u}_S\,| = 0{,}9998 \cdot c$ km/s bewegen. Die Myonen haben dabei bis zu ihrem Zerfall in 3 Leptonen, einem Elektron und 2 Neutrinos eine Lebenserwartung (Halbwertzeit) von **2,2** µs. In dieser Zeit gelangen die Myonen bis zur Erdoberfläche, dürften aber eigentlich nur höchstens 660 m zurücklegen, wenn man die auf die *Leibniz* – Zeit bezogene Lichtgeschwindigkeit, siehe (17), als maximale Wirkgeschwindigkeit des Universums ansieht.

Die SRT *Einstein*s erklärt diesen scheinbaren Widerspruch mit der Zeitdilatation:
Bewegte Myonen leben länger als ruhende – aber warum?

Im *Euklid*ischen Universum findet sich dafür folgende Begründung:
In unterschiedlichen vierdimensionalen *euklid*ischen Systemen können die Teilchen sich auf unterschiedlich langen Wegen bewegen und benötigen dafür aber auch entsprechend unterschiedliche *Leibniz* – Zeiten bei immer konstant bleibender Geschwindigkeit $c = ds\,/\,dt_S$.

Im angegebenen Beispiel erhalten wir für $\Delta t'_S = 2{,}2$ µs und $ß_S = 0{,}02$:

$$\Delta t_S = \Delta t'_S \;/\; ß_S = 110\ \mu s \quad \text{und} \quad |\Delta \mathbf{x}| = |\,\mathbf{u}_S\,| \cdot \Delta t_S = 32{,}993\ \text{km} \qquad (20)$$

Die ermittelte Strecke $\Delta t_S \approx 33$ km, die ein Myon in $\mathcal{S}$**,** begründet durch (19.2), zurücklegen kann, zeigt, dass die Teilchen sehr wohl die Erdoberfläche erreichen können.

3.2 *Newton* – Zeit, Alterung der Materie und Messbarkeit

Uhren können in einem System des Universums ruhen, sich aber in einem anderen zulässigen System bewegen und so selber (als Teilchen betrachtet) zeitabhängige Ereignisse bilden.
Im *Einstein*schen Universum führt das zu einer Systemabhängigkeit der Reihenfolge des Geschehens sowie zu einer Abhängigkeit der Alterung der Materie vom Bewegungszustand der Teilchen im jeweiligen System (bewegte Uhren gehen langsamer, Zwillinge können bei gleicher Gesundheit unterschiedlich altern).
Im *Euklid*ischen Universum dagegen wird die Reihenfolge des Geschehens von Ereignissen universell geordnet und die Alterung der Materie erfolgt unabhängig vom relativen Bewegungszustand der Teilchen in einem System.
*Das Euklid*ische Universum ist dafür mit Hilfe einer weiteren Systemzeit t ausgestattet, die als Koordinatenzeit der zeitartigen Koordinate x^4 definiert wird [5].

Eine Systemzeit t eines Systems $\mathcal{S} = (N_4, \delta)$ des *Euklid*ischen Universums bezeichnen wir als ***Koordinatenzeit*** der zeitartigen Koordinate x^4, wenn x^4 für jedes $\mathbf{X} = (x^1, x^2, x^3, x^4) \in N_4$ linear von t abhängt:

$$x^4 = c \cdot t\,. \tag{21.1}$$

Proportion (21.1) lässt die Interpretation zu, dass sich jedes massebeladene Teilchen in einem System des Universums zu einem Zeitpunkt $t = x^4 / c$ an einem raumartigen Ort $\mathbf{x} = (x^1, x^2, x^3)$ befindet.
Für massebeladene Teilchen, die sich auf ihrer Bahn im System bewegen, gilt dann

$$c = \frac{d\,x^4}{d\,t}\,. \tag{21.2}$$

oder

$$c = \left|\frac{d\mathbf{X}}{dt_S}\right| \qquad \text{für } \mathbf{u} = \frac{d\,\mathbf{x}}{d\,t} = 0\,, \tag{21.3}$$

für räumlich ruhende Teilchen, siehe (9.2).

Im *Euklid*ischen Universum ergibt sich aus (21.2) und der *Galilei* - Transformation (10) darüber hinaus

$$dt' = dt \tag{22}$$

für zwei beliebige Systeme des Universums.

Eine Koordinatenzeit nennen wir ***Galilei* – Zeit**, wenn die Koordinatenzeitdauer eines zeitabhängigen Ereignisses Invariante aller Systeme des Universums ist.

Dementsprechend ist die durch (22) definierte Koordinatenzeit des *Euklid*ischen Universums anders als in der SRT eine *Galilei* – Zeit.

Newton - Zeit

Im Gegensatz zum *Einstein*-Universum setzt das *Newton*-Universum die Existenz einer absoluten Zeit voraus.
Geht man davon aus, dass die *Galilei* – Zeit t über (22) hinaus auch noch unabhängig von den Parametern der Systeme, insbesondere auch unabhängig von den raumartigen Koordinaten der kartesischen Koordinatensysteme ist, dann bezeichnen wir die *Galilei* – Zeit t in Anbetracht der sinngemäßen Nähe zur absoluten Zeit *Newton*s als ***Newton* – Zeit**.

Leibniz – Zeit und *Newton* – Zeit sind dann im *Euklid*ischen Universum entgegen der vehement geführten Kontroverse von *Leibniz* und *Newton* sogar funktional in der metrischen Fundamentalform (14.1) miteinander verbunden:

$$dt_S^{\,2} = d\mathbf{x}^2/\,c^2 + dt^{\,2}\,. \tag{23.1}$$

Daraus folgt auch, dass für räumlich ruhende Teilchen, siehe (21.3) und (22.1),

$$dt = dt_S \tag{23.2}$$

gilt.

Leibniz – Zeit t_S und *Newton* – Zeit t sind zwar verschiedene Zeiten, aber auf Grund der gemeinsamen Proportionalitätskonstanten c, siehe (13), miteinander verträglich, siehe (23.2).

Die *Newton* - Zeit ordnet folglich die Elementarereignisse des *euklid*ischen Universums systemunabhängig in der Reihenfolge ihres Geschehens und vermag demgemäß auch kausale Zusammenhänge über Systemgrenzen hinaus begründen.

Wenn ein Teilchen in einem System des *Euklid*ischen Universums ruht ($| d\mathbf{x} | = 0$), bezeichnen wir das System als ***Eigensystem*** des Teilchens.
Im Eigensystem eines Teilchens kann auf Grund von (23.2) die *Newton* – Zeit mit der *Leibniz* – Zeit identifiziert werden. Deshalb kann die *Newton* – Zeit im Eigensystem eines Teilchens beobachtet und mit Uhren gemessen werden. Wegen (22) ist dann die dort gemessene *Newton* – Zeitdauer eines zeitabhängigen Ereignisses zugleich Invariante aller Systeme des *Euklid*ischen Universums.
Im Gegensatz zur Kritik von *Leibniz* [1] können wir demgemäß gerade auf Grund des funktionalen Zusammenhanges (23.1) von *Leibniz* – Zeit und *Newton* – Zeit im *Euklid*ischen Universum
auch die *Newton* – Zeit als beobachtbar und messbar ansehen.

Bewegt sich beispielsweise ein Raumschiff S' im Erdsystem S mit einem in S' ruhenden Kosmonauten, so kann S' als Eigensystem des Kosmonauten angesehen werden. Registriert der Kosmonaut dann mit seiner Uhr eine Startzeit t'_{S0} und eine Landezeit t'_{SL} des Raumschiffes, so ist die dort gemessene Flugdauer $\Delta t' = (t'_{SL} - t'_{S0})$ bezogen auf die *Newton* – Zeit im Erdsystem ebenfalls $\Delta t = \Delta t'$. Wir betrachten daher

Alterung von Materie als spezielle Kette von Ereignissen des chemischen und bio-chemischen Abbaus.
Im Gegensatz zur ART *Einstein*s [13,14,15] nehmen wir dabei an, dass die Alterung der Materie in einem System des Universums unabhängig von diesem System abläuft und damit auch unabhängig von relativen Systemgeschwindigkeiten der Ereigniskette erfolgt.
Der Alterungsprozess der Materie muss dementsprechend von einer systemunabhängigen Zeit, also wenigstens von einer *Galilei* – Zeit, geordnet werden.
Daher gehen wir im folgenden davon aus, dass die Alterung der Materie im *euklid*ischen Universum durch die *Newton* - Zeit kontrolliert wird.

In einem Universum, das mit einer *Newton* – Zeit geordnet wird, sind also sowohl Reihenfolge des Geschehens als auch Ablauf der Alterung in allen Systemen gleich. Die Alterung der Materie läuft also im gesamten *euklid*ischen Universum in gleicher Weise ab.

Anmerkung:
Der Zwillingsbruder des Kosmonauten, der Gärtner zuhause, würde im *Euklid*ischen Universum dementsprechend ebenso wie der Kosmonaut um die *Newton* – Zeit
$\Delta t = \Delta t'$ altern.

4. Unendlichkeit der Lichtgeschwindigkeit

Im *Newton*schen Universum können sich auf Grund der Superposition von Geschwindigkeiten unendlich große Teilchengeschwindigkeiten ergeben. Die Lichtgeschwindigkeit als maximale Wirkgeschwindigkeit des Universums müsste dementsprechend unendlich groß sein. Das schien bisher im Widerspruch zum experimentell gesicherten Prinzip der Konstanz und Endlichkeit der Lichtgeschwindigkeit zustehen, siehe (01). Wir haben in Abschnitt 3 gezeigt, dass das Prinzip der Konstanz und Endlichkeit der Lichtgeschwindigkeit im *Euklid*ischen Universum bezogen auf die *Leibniz* – Zeit erfüllt ist. Nun zeigen wir, dass darüber hinaus aber die Lichtgeschwindigkeit im Sinne *Newton*s unendlich groß wird, wenn man dabei die mit der *Leibniz* – Zeit t_S durch die metrische zeitorientierte Fundamentalform (23.1) verbundene *Newton* – Zeit t zu Grunde legt.

Ausgangspunkt dafür ist die metrische Fundamentalform (23.1). Durch elementare Umformungen erhalten wir daraus

$$\frac{dt_S}{dt} = ß \quad \text{mit} \quad ß = \sqrt{1+\mathbf{u}^2/c^2} \quad \text{und} \quad \mathbf{u} = \frac{d\mathbf{x}}{dt}$$

sowie (24.1)

$$\frac{dt}{dt_S} = ß_S \quad \text{mit} \quad ß_S = \sqrt{1-\mathbf{u}_S^2/c^2} \quad \text{und} \quad \mathbf{u}_S = \frac{d\mathbf{x}}{dt_S}$$

Daraus folgt unmittelbar

$$ß_S \cdot ß = 1 \,. \tag{24.2}$$

Aus (24.2) lässt sich die raumartige Geschwindigkeit $|\mathbf{u}_S|$, siehe (15), die sich auf die *Leibniz* – Zeit bezieht, mit Hilfe der raumartigen Geschwindigkeit $|\mathbf{u}|$, bezogen auf die *Newton* – Zeit, berechnen und umgekehrt:

$$\mathbf{u}_S^2/c^2 = \mathbf{u}^2/c^2 \,/(1+\mathbf{u}^2/c^2) \quad \text{und} \quad \mathbf{u}^2/c^2 = \mathbf{u}_S^2/c^2 \,/(1-\mathbf{u}_S^2/c^2) \tag{24.3}$$

Unter Voraussetzung von (24.3) gilt dann der

Satz: $|\mathbf{u}_S| = c \;\Leftrightarrow |\mathbf{u}| = +\infty$ **.**

Wir bezeichnen die auf die Leibniz – Zeit bezogene endliche Lichtgeschwindigkeit c, siehe (17), kurz als ***Leibniz – Lichtgeschwindigkeit***. Die auf die *Newton*- Zeit bezogene Geschwindigkeit der Myonen entspricht dann näherungsweise dem Fünfzigfachen der *Leibniz* – Lichtgeschwindigkeit c.

$$|\mathbf{u}| \approx |\mathbf{u}_S| / 0{,}02 = 49{,}99 \cdot c \;\; , \;\; |\mathbf{u}_S| = 0{,}9998 \cdot c \approx c.$$

5. Fazit zur Zeit im Universum

Die von *Minkowski* [18,19] eingeführte Vereinigung von Raum und Zeit zu einer vierdimensionalen Raumzeit stellte nicht nur eine Erweiterung der bisherigen Struktur des Universums dar, sondern eröffnete zugleich neue Möglichkeiten für raumzeitliche Abhängigkeiten, beispielsweise zwischen der nunmehr vierdimensionalen metrischen Fundamentalform des Universums und der bewegungsbeschreibenden Transformationsgruppe der Systeme.

Das Universum wird in dieser Arbeit als strukturierte Menge von Systemen [5] betrachtet. Zeiten gehören zur Struktur der Systeme und haben nach unserer Auffassung die Funktion von Ordnungsparametern. Sie ordnen die Ereignisse eines Systems in der Reihenfolge ihres Geschehens im System und bestimmen mit Hilfe der Systemmetrik die Dauer von Ereignissen.
Die Vorstellungen von *Leibniz* und *Newton* zum Wesen der Zeit im Universum zu Beginn des 18. Jahrhunderts waren so unterschiedlich, dass ein gemeinsamer Zeitbegriff nicht möglich erschien [1,2]. *Newton*s Auffassungen dazu wurden darüber hinaus im 19. Jahrhundert im Zusammenhang mit Uhrenzeitmessungen (u.a. [11,12, 21,22]) vornehmlich wohl aus Validitätsgründen in Frage gestellt (absolute Zeit, absoluter Raum, Prinzip der Endlichkeit und Konstanz der Lichtgeschwindigkeit). Die von *Newton* betrachtete und beschriebene Zeit konnte demzufolge nicht mit der im Abschnitt 3.1 dieser Arbeit definierten *Leibniz* – Zeit übereinstimmen, die wir im Rahmen der *Leibniz*schen Vorstellungen als systemabhängige Relativzeit charakterisiert und dabei zugleich mit der Uhrenzeit identifiziert haben. Die *Leibniz* - Zeit besitzt die von *Leibniz* geforderten Eigenschaften einer Zeit, siehe [1], während die *Newto*n – Zeit weitgehend die in (1) aufgeführten Eigenschaften eines *Newton*schen Universums bewahrt.

Wir haben damit die Existenz zweier Zeiten, einer Relativzeit und einer Koordinatenzeit, im Universum akzeptiert. Jedes System des Universums ist dementsprechend mit zwei ordnenden Zeiten unterschiedlicher Validität, einer *Leibniz* – Zeit und einer *Newton* – Zeit, verbunden. Der funktionelle Zusammenhang beider Zeiten ergibt sich dabei aus der zeitorientierten Fundamentalform (23.1), wobei ihre Verträglichkeit durchaus (23.2) repräsentiert wird.

In pseudoriemannschen *Minkowski* – Systemen der *Einstein*schen SRT ergibt sich (23) aus (7), hier in der Schreibweise

$$dt^2 = - d\mathbf{x}^2/ c^2 + dt_S{}^2 = d(i\mathbf{x})^2/ c^2 + dt_S{}^2 \tag{25.1}$$

für

$$ds^2 = c^2 \cdot dt^2 \quad \text{und} \quad (dx^4)^2 = c^2 \cdot dt_S{}^2 \, . \tag{25.2}$$

Damit können wir ein *Minkowski* – System als erweitertes *Euklid*isches System betrachten, das zusätzlich komplexe raumartige Koordinaten zulässt. Dabei wird die *Leibniz* – Zeit zur Koordinatenzeit und die *Newton* – Zeit zur Relativ- und Eigenzeit. Daraus folgt, dass die bisher verwendete *Galilei* – Transformation durch eine andere dazu geeignete Koordinatentransformation ersetzt werden muss. *Einstein* verwendete dazu die *Lorentz* – Transformation, insbesondere weil sie die Fundamentalformen (7) beziehungsweise (25) invariant abbildet. Sowohl das Prinzip der kugelförmigen Lichtausbreitung als auch das Prinzip der Konstanz und Endlichkeit der Lichtgeschwindigkeit werden dadurch in der *Minkowski* – Welt gewährleistet.
Die *Leibniz* – Zeit bleibt aber auch als Koordinaten- und zugleich Inertialzeit in der SRT, systemabhängig. Ihre Verwendung als Koordinatenzeit brachte dadurch Eigenschaften in das *Einstein*sche Universum, die man im Rahmen einer *Newton*schen Theorie nicht erwartet hätte. Das durch absolute Eigenschaften gekennzeichnete *Newton*sche Universum wird dabei zu einem Universum, in dem wesentliche Erscheinungen nur noch bedingt und systemabhängig, also relativ, gelten. So ist die Gleichzeitigkeit von Ereignissen keine Invariante der Sys-

teme mehr, siehe dazu [6]. Die Alterung der Materie läuft widersprüchlich ab (Zwillingsparadoxon, [5,9]). Die Inertialzeit muss sich dehnen lassen, und die raumartige Größe von Körpern unterliegt der *Lorentz* – Kontraktion [10].
Insbesondere führte die *Lorentz* - Kontraktion bei zueinander beschleunigten, beispielsweise rotierenden Systemen, über den Bereich der *euklid*ischen Geometrie und damit über den Rahmen der SRT hinaus. Eine Verallgemeinerung der *Minkowski* – Welt wurde notwendig. Die Allgemeine Relativitätstheorie (ART) Einsteins [14-16] beschreibt nun ein nicht*euklid*isches Universum, das Gravitation und Beschleunigung einschliesst, und in dem allgemeinere *Gauß*sche Systeme der *Minkowski* – Signatur und nichtlineare Koordinatentransformationen zugelassen sind.

Im *Euklid*ischen Universum ergibt sich aus der zugehörenden Fundamentalform (14.1), aus (14.2) und (21.2) die zeitorientierte Fundamentalform (23).
Die *Leibniz* – Zeit als Relativzeit und messbare Uhrenzeit liefert hierbei zunächst nur ein Maß für den von einem Teilchen im vierdimensionalen *euklid*ischen System zurückgelegten Weg, stimmt aber für hinreichend kleine raumartige Teilchengeschwindigkeiten bezogen auf c näherungsweise mit der *Newton* – Zeitdauer überein.
Koordinatenzeit im *Euklid*ischen Universum ist die *Newton* – Zeit, die Ereignisse systemunabhängig, also universell, in der Reihenfolge ihres Geschehens zu ordnen vermag und damit auch eine widerspruchsfreie Alterung der Materie sichern kann.
Bei der Alterung eines Teilchens wird der biologischen und chemischen Abbau in Ketten von Ereignissen betrachtet. Wir haben vorausgesetzt, dass sich - im Gegensatz zur Relativitätstheorie Einsteins [17] - Alterung systemunabhängig vollzieht. Daher übernimmt im *Euklid*ischen Universum die *Newton* – Zeit die Kontrolle über Alterungsprozesse.

Im *euklid*ischen Universum sind die in (1) genannten Eigenschaften einer Zeit, die den Vorstellungen *Newton*s zum Charakter der Zeit entsprechen, nun sinngemäß und widerspruchsfrei vorhanden. Darüber hinaus macht hier die Einbeziehung von Gravitation und Beschleunigung nicht notwendig, den Bereich der *euklid*ischen Geometrie zu verlassen, siehe [7].

Die Relativität von Eigenschaften des *Einstein*schen Universums wurde vornehmlich durch Systemabhängigkeiten der *Leibniz* – Zeit in das Universum gebracht, insbesondere weil die *Leibniz* – Zeit in der *Minkowski* – Welt zugleich Koordinatenzeit ist. Im *euklid*ischen Universum ist das nicht möglich, da in *euklid*ischen Systemen die Koordinatenzeit den universellen Charakter der *Newton* - Zeit besitzt, siehe dazu auch [6,9].

Daraus ergibt sich für das *Euklid*ische Universum die Forderung, künftig zeitabhängige Prozesse auf die *Newton* - Zeit zu beziehen, insbesondere bei Teilchengeschwindigkeiten nahe der Lichtgeschwindigkeit. Das haben wir bereits bei der Gleichzeitigkeit von Ereignissen [6], bei Masse - Energieproblemen [7] und bei Zwillingseffekten [5,9] berücksichtigt. Es bleibt aber noch, Probleme zum Verhältnis von Absolutheit und Relativität [6] weiter zu überdenken.

Literatur

01. De Padova, Th.: Leibniz, Newton und die Erfindung der Zeit.
Piper Verlag, München 2013
02. Smolin, Lee: Im Universum der Zeit. Dt. Verlagsanstalt, München 2014
03. Newton, I.: Philosophiae Naturalis Principia Mathematika. In: Reg. Soc., London 1686
04. Newton, I.: Die mathematischen Prinzipien der Physik.
V. Schüller und W. De Gruyter (eds.), Berlin/New York 1999
05. Prochnow, D.: *Euklid*isches Universum – alternative Relativitätstheorie.
General Science Journal Nr. 3642 (2011)

06. Prochnow, D.: Absolutheit der Gleichzeitigkeit im Euklidischen Universum. General Science Journal Nr. 4223 (2012)
07. Prochnow, D.: Masse – Energie – Äqivalenz im Euklidischen Universum. General Science Journal Nr. 5054 (2013)
08. Prochnow, D.: Lichtablenkung unter Gravitation im Euklidischen Universum. General Science Journal Nr. 5553 (2013)
09. Skobelzyn, D.W.: Das Zwillingsparadoxon in der Relativitätstheorie. Akademieverlag, Berlin 1972
10. Lorentz , H.A., Einstein, A., Minkowski, H.: Das Relativitätsprinzip. Teubner, Leipzig/Berlin 1913
11. Michelson, A.A., Morley, E.W.: On the relative motion of the earth and the luminiferous ether. Am. J. of Science (3.Series) **34**(203), 333-345 (1887)
12. Römer, O.: Eine Demonstration der Bewegung des Lichts (Übersetzung der Originalarbeit von 1676). In: Der Weg der Physik, S. Samburski (ed.), dtv 6093, München 1978
13. Einstein, A.: Zur Elektrodynamik bewegter Körper. Ann. Phys. **17**, 891- 1021 (1905)
14. Einstein, A.: Feldgleichungen der Gravitation. Sitzungsberichte der Preußischen Akad. D. Wiss. **47**, 831 (1915)
15. Einstein, A.: Die Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie. Ann. Phys. **51**, 739-822 (1916)
16. Einstein, A.: Prinzipielles zur Allgemeinen Relativitätstheorie Ann. Phys. **55**, 241-244 (1918)
17. Einstein, A.: Grundzüge der Relativitätstheorie. In: Vier Vorlesungen über Relativitätstheorie, 8. erweiterte Aufl.,Vieweg, 1990
18. Minkowski, H.: Raum und Zeit. Phys. Zeitschrift **10**, 104-117 (1909)
19. Minkowski, H.: Das Relativitätsprinzip. Ann. Phys. **352**, 927-938 (1915)
20. Stephani, H.: Allgemeine Relativitätstheorie. Dt. Verlag der Wissenschaften, Berlin 1977
21. Hafele, J.C., Keating, R.E.: Around the world Atomic clocks: Predicted Relativistic Time Gains (Theory and experiment). Science **177** (4044), 166-170 (1972)
22. Bailey, J., et al.: Measurement of relativistic time dilatation for positive and negative muons in a circular orbit. Nature **268**, 301-305 (1977)
23. Bailey, J., et al.: Final report on the CERN muon storage ring including the anomalous magnetic moment and the electric dipole moment of the muon, and a direct test of relativistic time dilation. Nucl. Phys. **B 150**, 1-75 (1979)
24. Melcher, H.: Relativitätstheorie in elementarer Darstellung mit Aufgaben und Lösungen. Dt. Verlag der Wissenschaften, Berlin 1974
25. Frisch, D.H. and Smith. J.H.: Measurement of the Relativistic Time Dilatation using Mesons. Am. Journal of Phys. **31,** 342-355 (1963)
26. Grehn, J.:Elektromagnetische Schwingungen und Wellen, die Spezielle Relativitätstheorie, Vieweg Physik, Teil 4, 349 (1981)
27. Lenk, R., Macheleit, G., Möbius, P.: Statistische Physik, Relativitätstheorie, Elementarteilchen. Studienbücherei, Bd. 12, Dt. Verlag d. Wiss. Berlin 1979