

**Zum Verständnis des Phänomens**

**'Zeit'**

Arthur G. Sutsch  
Lord of Grimthorpe  
© 2012

## Einleitung und Weltentstehung

Die Zeit als Begriff bedarf scheinbar keiner näheren Erläuterung - sie ist gegeben, immerwährend, unaufhaltsam .... "ist" im Sinne eines Seins-Begriffes. War dies immer so, wird dies immer so sein - und was ist "Zeit"? Und verstehen wir wirklich das Wesen der Zeit ? Wie ist Zeit zur Zeit geworden ?

In unserem Kulturkreis sind die überlieferten Begriffe über den Beginn der Welt geläufig; wir wollen deshalb in die Nähe unserer Antipoden der Erde gehen (die *südostmikronesische Insel Nauru*) und die Erschaffung von Himmel und Erde aus einem ganz anderen Blickwinkel sehen - der Mördermuschel (*Tridacna gigas*):

Zu Anbeginn gab es nur Luft und das Weltmeer und ein einziges Lebewesen, *Areop-enap*, den 'alten Spinnenmann', der allein im grenzenlosen Raum umherschweifte. Eines Tages fand er einen gigantischen gewölbten Gegenstand, eine Mördermuschel. Er nahm sie in seine Hände und untersuchte sie genau, ob er vielleicht eine Öffnung fände, durch die er ins Innere gelangen könnte; aber er fand keine. Nun schlug *Areop-enap* auf die Muschel. Es klang hohl, und da wusste er, dass sie leer war. Er versuchte, mit Gewalt sie zu öffnen - auch das misslang ihm. Darauf sprach er eine Zauberformel, und als er es abermals versuchte, gelang es ihm, die Muschel so weit zu öffnen, um hineingehen zu können. Drinnen konnte er wegen der herrschenden Finsternis nichts sehen, denn es gab damals weder Sonne noch Mond. Auch gab es nicht genügend Platz, um aufrecht zu stehen, so dass er sich kriechend fortbewegen musste.

*Areop-enap* stöberte herum, in der Hoffnung, irgend etwas zu finden. Schliesslich fand er eine Tritonshorn Muschel. Er hob sie auf, legte sie unter seinen Arm und schlief so drei Tage, um sie während dieser Zeit mit Zauberkräften zu erfüllen. Danach legte er die Muschel beiseite, um nach weiteren Dingen zu suchen. Dabei fand er ein noch grösseres Tritonshorn, mit dem er in gleicher Weise verfuhr. Nun hob er die erste Muschel wieder auf und fragte sie: "Könntest Du die Decke über uns so weit anheben, dass ich mich aufrichten kann?" Das Tritonshorn stimmte zu und hob die obere Hälfte der Mördermuschel etwas an. *Areop-enap* nahm nun das Muscheltier aus dem Tritonshorn-Gehäuse heraus und versetzte es an die westliche Hälfte der Muschel, wo es zum Mond wurde, den er '*maramem*' nannte.

Nun herrschte etwas Licht in der Muschel, so dass *Areop-enap* eine riesenhafte Raupe, *Rigi*, erblickte. Er fragte sie: "Könntest Du die Decke über uns noch ein wenig höher anheben?". Die Raupe, die erst durch diese Anrede erweckt wurde, sagte "Ja" und spannte alle ihre Kräfte an, um die Muschel noch weiter zu öffnen, wobei salziger Schweiß an ihrem Körper herunterlief und sich in der unteren Hälfte der Muschel sammelte; dort wurde er zum Meer. Als die Raupe aber die obere Muschelhälfte, die zum Himmelsgewölbe wurde, emporgehoben hatte, stürzte sie nieder und starb.

Nun nahm *Areop-enap* das Muscheltier aus dem grösseren Tritonshorn und heftete es an den östlichen Teil des Himmels, wo es zur Sonne (*ekuan*) wurde. Die untere Muschelhälfte aber ward zur Erde. So entstanden Himmel und Erde.

Am Anfang der Erschaffungsgeschichte war ein "grenzenloser Raum", in einem Teil dessen unsere Welt aus sehr konkreten Wesen entstand. War dieser grenzenlose Raum auch ohne Zeit? Wurde die Zeit erst, als *Areop-enap* eine Zauberformel sprach, um in die Mördermuschel zu gelangen? Oder begann die Zeit erst nachdem Rigi das Meer und das zweite Tritonshorn die Sonne wurden?

## Zeitvorstellungen

Ziehen wir die Vorstellungen unserer Antike zu Rate, so sind die Vorstellungen von Zeit: "gegeben, fortlaufend und immer in eine Richtung weisend". Vor der Antike jedoch - wann war der Beginn der Zeit? Gab es je einen "Beginn der Zeit"?

Als *Augustinus (354-438)* sich die Frage stellte "Was aber ist die Zeit?" gab er die Antwort:

"Wenn ich selber darüber nachdenke, so weiss ich es.  
Wenn mich aber jemand fragt, um ihm die Zeit zu erklären,  
so weiss ich es nicht".

*Immanuel Kant (1724-1804)* betrachtete die Zeit als die "... reine Form der sinnlichen Anschauung".

Für *Albert Einstein* war diese Frage sehr viel mehr an der heutigen Anschauung orientiert:

"Zeit ist das, was man an der Uhr abliest".

Vordergründig erscheint diese letzte Darstellung banal; aus dem Munde von Herrn Einstein jedoch kann man davon ausgehen, dass in diesem kernigen Ausspruch ein tieferer Sinn sitzt: schliesslich stammt von ihm die Theorie, die auch die Zeit relativiert, d.h. ihr keinen absoluten Charakter und kein einfaches Gegebensein verleiht.

Schon aus den wenigen Beispielen kann man ersehen, dass der Begriff Zeit beim näheren Hinsehen doch nicht so einfach zu verstehen ist, wie man heute es gerne mit dem Spruch "keine Zeit" abweist.

## Die Aspekte der Zeit

Der Mensch betrachtet die Zeit aus verschiedenen Blickwinkeln, Definitionen und Anschauungen, Gefühlen und Konzepten. Zu den Fakten gehören: ein Erdentag hat 86400 Sekunden, das Jahr 365,2422 Tage (gemittelt).

Als *Sinn für die Zeit* verfügen wir über:

- eine innere Uhr als Wecker,
- Nerven, die Signale 60-100 m / Sek. transportieren,
- das Gehör : wir nehmen Schwingungen > ca. 50 Hz als Klang wahr,
- Bewegung : 24 Bilder/ Sek. erscheinen uns als gleichförmig bewegt,
- ein Schätzungsvermögen mit ca.  $\pm 5$  % Genauigkeit bei 5, 10, und 30 Min. Dauer.

Die *kosmischen Zeiträume* sind bereits weniger sicher verständlich:

Unsere Sonne hat ein Alter von ca. 4 - 5 Milliarden Jahren, ca. die Hälfte ihres Lebens ist verstrichen. In der Sonne werden pro Sekunde ca. 470'000 Tonnen Wasserstoff in Helium umgesetzt; der Beginn der Sonne lag in einer Gaswolke, ihr Tod wird entweder in einer riesigen kosmischen Explosion (*Nova*) oder in einem langsamen Auskühlen (*weisser Zwerg*) enden.

Um diese gigantischen Zeiträume besser verstehen zu können, und damit einen Begriff für die Zeit im kosmischen Maßstab als solches zu bekommen, bedienen wir uns eines Modells: denken wir uns das Alter der Erde (4'400'000'000 Jahre) als ein Jahr. Dann wird alles viel verständlicher:

- Das Leben auf der Erde begann vor ca. 1 Monat;
- Die Dinosauriere sind vor sechs Tagen ausgestorben;
- Die Menschentstehung begann vor 4 Stunden;
- Seit 30 Sekunden besitzen wir eine Geschichtsschreibung;
- Unser 'modernes' Zeitalter ab der Renaissance begann vor 4 Sekunden;
- Das Alter des Menschen dauert eine halbe Sekunde;
- Menschen sind vor einer sechstel Sekunde auf dem Mond gelandet;
- Das 'technologische Zeitalter' begann vor einer halben Sekunde mit Einstein; er hat die Zeit neu geordnet, indem er sie relativiert hat: die Zeit ist nicht mehr "immerwährend, gegeben und geradlinig" !

Eine andere Zeitdarstellung kann Aufschluss über die Zeit vermitteln: versetzen wir uns in eine *Eintagsfliege*. In einem Jahr leben ca. 365 Generationen Eintagsfliegen (seit der Geschichtsschreibung des Menschen sind ca. 200 Generationen vergangen). Durch die langsamen Veränderungen in der Umgebung der Eintagsfliege in einem Wald wird ein Geschichtsbucheintrag über Generationen wie folgt lauten:

"während meines ganzen Lebens war ich von einem angenehmen Grün umgeben, welches in den verschiedensten Tönen und Strukturen vorhanden ist, die Luft war mild und würzig."

Ca. 180 Generationen später liest eine andere Eintagsfliege die Geschichtsbücher und muss zu dem Schluss kommen, dass dieser Eintrag falsch ist: es befindet sich fast kein Grün mehr im Lebensraum, alles ist weiss und braun, und es weht ein eisiger Wind ! Erst 180 Generationen später wird der Eindruck wieder voll bestätigt, was vor 360 Generationen geschrieben wurde (zwischenzeitlich gibt es auch sehr seltsame Einträge, wie z.B., dass es schon seit 20 Generationen regnet und keine Sonne mehr zu sehen ist !). Wir sollten uns besonders an dieses Beispiel manchmal bei den Zeitungsmeldungen über den erneuten Beginn einer Eiszeit oder das

Gegenteil aufgrund von kurzfristigen Klimaanomalien in einem 'menschlichen' Zeitraum erinnern.

Die Beschäftigung mit der Zeit verursacht uns noch mehr Kopfzerbrechen:

- wir werden immer 'nur' älter, nie jünger; wir empfinden das Älterwerden je schneller, desto älter wir sind: mit 17 konnten wir es nicht erwarten, endlich 18 zu sein, in der "klassischen" Lebensphase nach dem Sturm und Drang streben wir nach Erfolg und Sicherung des Lebensunterhaltes. Und obwohl ich mich mit meinen 66 Jahren noch nicht als "alter Mann" fühle, empfinde ich doch bereits das immer schnellere Drehen des Rades der Zeit;
- die Zeit läuft für uns Menschen auf der Erde immer gleich schnell; nur die Astronauten, die zum Mond flogen, hatten das Privileg, eine Tausendstel Sekunde weniger alt geworden zu sein, als wenn sie auf der Erde geblieben wären (sie sind deshalb jedoch nicht jünger geworden);
- wenn ein Glas zerbricht hat noch niemand gesehen, dass aus dem Scherbenhaufen wieder ein ganzes Glas wurde, d.h. die *Richtung der Zeit* und die damit verbundene Ereigniswelt ist *unidirektional*;
- Im *ersten Hauptsatz der Wärmelehre* erfahren wir, dass eine Änderung der inneren Energie immer nur durch von aussen zugeführte Wärme (Energie) plus am System geleistete Arbeit entsteht; dadurch wird die Unmöglichkeit eines *Perpetuum Mobile* postuliert: ohne Energiezufuhr kann sich keine Maschine 'von selbst' in Bewegung halten;
- durch den *zweiten Hauptsatz der Wärmelehre* erfahren wir, dass Wärme nicht von einem niedrigen Niveau in ein höheres überführt werden kann, ohne Zutun und Änderung der Umgebung (*Irreversibilität des Ablaufes* - siehe Glas);
- der *"dritte" (in Wirklichkeit der zweite) Hauptsatz der Wärmelehre* schliesslich führt den Begriff der *Entropie* ein: die Entropie kann dadurch veranschaulicht werden, dass irgendein System immer nach einem Zustand der maximal höchsten Unordnung strebt, oder anders ausgedrückt: jede Abgabe von Leistung zu dem unabdingbaren Wärmetod des Universums in dem Ausmass der Grösse der Leistung beiträgt. Aus dieser Erkenntnis haben sehr viele Nihilisten ihre Einstellung begründet, alles habe ja doch keinen Zweck; im Gegenteil: je mehr man arbeitet, desto schneller trägt man zum Ende des Universums bei. Es ist erstaunlich, wie viele Menschen heute durch ihr Verhalten beweisen, dass sie sehr ernst zu nehmende Physiker mit Spezialkenntnissen in der Wärmelehre sind !

## Das technologische Zeitalter

*Jules Verne* hat uns in der Kindheit alle fasziniert; dass die Reise zum Mond Wirklichkeit werden konnte, bedurfte nach 1865 aber noch mancher Lösung von Problemen, die er zu jener Zeit nicht kennen konnte. Es zeugt jedoch von dem

Zeitgeist im Ausgang des 19. Jahrhunderts, dass man auch auf populärwissenschaftlicher Ebene mit dem Phänomen Raum und Zeit arbeitete.

Nachdem in den letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts und den ersten beiden Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts die ersten Schritte unternommen wurden, die Physik und das Verständnis unserer Welt neu zu ordnen, fehlte es an einem Gedanken, der die verschiedenen Konzepte vereinigt. Der *englische Physiker Clark Maxwell* suchte nach der "Weltformel" und kam in seiner Theorie der Elektrodynamik sehr nahe an eine solche heran; *Hendrik Lorentz* stellte Formeln auf, in denen er zeigen konnte, dass die Geschwindigkeit (richtiger: Beschleunigung auf eine Geschwindigkeit) und Energiezufuhr in einem direkten Zusammenhang stehen.

Es war *Albert Einstein* vergönnt, die verschiedenen Konzepte in einer klaren Theorie zu vereinigen, die heute von sehr vielen Menschen verstanden werden kann: die *spezielle* und dann wenige Zeit später gefolgt von der *allgemeinen Relativitätstheorie*. In dieser Theorie vereinigt Einstein sehr unterschiedliche Konzepte, die enorme Auswirkungen auf das Verständnis unserer Welt haben :

- Eine Verbindung von Raum und Zeit zur *Raumzeit*: Zeit ist abhängig von den Gegebenheiten des Raumes, in dem sie abläuft. Eine grosse Masse (Sonne, Sterne, Galaxien, etc.) übt auf den Raum durch ihre Schwerkraft eine Veränderung (Krümmung) aus, durch die Zeit nicht mehr geradlinig, sondern im Mass der Krümmung dieses Raumes abläuft (verlangsamt oder beschleunigt).
- Masse (*m*), Lichtgeschwindigkeit (*c*) und Energie (*E*) sind miteinander verknüpft in der bekannten Gleichung:

$$E = m \times c^2$$

Man sieht in der Gleichung, dass die Darstellung von der Äquivalenz von Masse und Energie durch den Term des Quadrates der Lichtgeschwindigkeit enorme Auswirkungen auf das Verständnis der Welt hat: ich kann eine Masse in Energie ausdrücken, und umgekehrt. In dem Term  $c^2$  ist die Zeit enthalten (die Lichtgeschwindigkeit beträgt ca. 300'000 km/Sek.).

- *Zeit ist relativ und abhängig vom Beobachter*: die Zeit läuft in jedem Bezugssystem gleich schnell für den Beobachter in diesem System. Für den Betrachter ausserhalb eines Bezugssystems gelten ganz andere Verhältnisse, nämlich die des anderen Bezugssystems "ausserhalb". Man kann dies auch ohne Relativitätstheorie sehr leicht veranschaulichen:

Wir sitzen in einem Zug, der mit 130 km/h fährt. Eine Fliege plagt uns. Wir laufen der Fliege nach, die mit ihrer ganz normalen Fluggeschwindigkeit versucht zu entkommen. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Fliege in die Fahrtrichtung des Zuges fliegt oder dagegen. Sie muss in beiden Richtungen die gleiche Energie aufwenden, wie wir auch, wenn wir ihr ans Leben wollen. Für einen *Betrachter von ausserhalb des Zuges* sieht dieser Vorgang ganz anders aus: laufen wir in Richtung der Fahrtrichtung des Zuges, so laufen wir für ihn noch schneller als die 130 km/h des Zuges, laufen wir in die Gegenrichtung, laufen wir langsamer als die Zuggeschwindigkeit.

Man kann auch Pingpong in einem fahrenden (mit konstanter Geschwindigkeit) Zug spielen (vom Wackeln des Zuges einmal abgesehen), ohne dass einer der beiden Spieler mit niedrigerer oder höherer Energie den Ball schlagen muss.

Aus dem Postulat der unabhängigen Bezugssysteme haben Einstein und seine Nachfolger die skurrilsten - wenn auch wahren - Ereignisse für unsere nicht-relativistische Anschauung abgeleitet. Als ein sehr schönes Beispiel sei das '*Scheunenproblem*' erwähnt :

Studenten werden aufgefordert, auszurechnen, wie schnell ein Mensch mit einem 20 m langen Stab rennen muss, um den Stab durch eine offene Tür in eine 10 m lange Scheune zu bringen.

Mathematisch ist dies nur ein kleines Problem, welches zusammen mit den Lorentz-Transformationsgleichungen gelöst werden kann; ein wenig anders sieht es mit dem Läufer aus: seine Energiezufuhr durch das Laufen bis an ca. 99 % der Lichtgeschwindigkeit heran wird enorm, und der Gute bleibt nicht mehr ganz lebensfähig, sein "Anlauf" wäre sehr lang, um Beschleunigungen zu vermeiden, die ihn gleich platt wie eine Flunder werden lassen (er muss irgendwo jenseits vom Sirius - 8 Lichtjahre entfernt von uns - beginnen).

## Die beiden Brüder

Wir haben von den beiden Brüdern gehört, von denen der eine in ein Raumschiff steigt, mit sehr grosser Geschwindigkeit (und Beschleunigung) - ca. 99.5 % der Lichtgeschwindigkeit - zu dem Stern Aldebaran in 32 Lichtjahren Entfernung fliegt, während der andere Bruder auf der Erde zurück bleibt.

- Gesehen vom Bezugssystem Erde aus, dauert die Reise zum Aldebaran für den auf der Erde gebliebenen Bruder ca. 32.5 Jahre, mit Umkehr und Rückreise zur Erde also ca. 65 Jahre.
- Der reisende Bruder - mit 99.5 % der Lichtgeschwindigkeit (reines Gedankenexperiment: wir könnten eine Beschleunigung auf 99.5% der Lichtgeschwindigkeit in dem Zeitraum von 32 Jahren physisch nicht durchstehen - es würde uns platt wie eine Flunder zerquetschen) - kommt von seinem Ausflug im Raum aufgrund der hohen Geschwindigkeit nach 6.5 Raumschiffjahren zurück (laut der Lorentz-Transformationsgleichung der Zeit in relativistisch stark beschleunigten Systemen) und stellt fest, dass sein Bruder um 65 Jahre älter geworden ist, während er auf seiner Reise nur 6.5 Jahre älter wurde.

Dies ist kein 'Science Fiction' Roman, sondern relativistische Wirklichkeit, die im Film "Der Planet der Affen" zugrunde gelegt ist.

*Was ist passiert ?*

Der Bruder auf der Erde lebte sein normales Leben auf unserem Planeten mit der uns bekannten Beschleunigung und Geschwindigkeit (einmal im Jahr läuft die Erde um die Sonne in einer Ellipse und durchläuft dabei ca. 1 Milliarde Kilometer). Der Bruder im Raumschiff beschleunigte auf eine sehr hohe Geschwindigkeit nahe (99.5

%) der Lichtgeschwindigkeit. Durch die hohe Beschleunigung (und Geschwindigkeit nahe der Lichtgeschwindigkeit) liefen für ihn alle Ereignisse - *relativ zur Lichtgeschwindigkeit* - langsamer ab: sein Kreislauf und Herzschlag erschienen ihm völlig normal, auch die Messgeräte, mit denen er Zeit und Herzschlag misst, laufen 'normal' ab: 'normal' in dem Bezugssystem "Raumschiff"; gemessen am Bezugssystem Erde liefen diese Prozesse alle mit einem Zehntel der Erdzeit ab: bei einer Geschwindigkeit von 99.5% der Lichtgeschwindigkeit übersetzt sich das Verhältnis Zeit auf der Erde zur Zeit im Raumschiff um den Faktor zehn aufgrund der relativistischen Effekte (Lorentz-Transformation). Wäre der Bruder im Raumschiff noch näher an der Lichtgeschwindigkeit geflogen, wäre die Differenz zu seinem Erden-Bruder noch grösser geworden.

Wie sieht aber der Erden-Bruder den Raumschiff-Bruder? Für uns, von der Erde aus gesehen, liefen die Ereignisse um einen Faktor Zehn langsamer ab, an Bord erschienen dieselben Ereignisse völlig 'normal' in der Zeit.

Dieses Phänomen der relativen Bezugssysteme liess auch die Astronauten, die zum Mond und zurück flogen um ca. eine Tausendstel Sekunde weniger alt werden als wir hier auf der Erde: ihre Geschwindigkeit (und damit Beschleunigung) war mit 40'000 km/h sehr viel langsamer als die Lichtgeschwindigkeit mit 300'000 km/Sek.

## Eine Reise in die Vergangenheit ?

Wenn man das Bruder-Paradoxon, wie man das obige Beispiel auch nennt, weiter spinnt, könnte man zu dem Schluss kommen, dass mit steigender Geschwindigkeit es möglich sein sollte, in die Vergangenheit zu reisen. Im obigen Beispiel ist zwar der Raumschiffbruder *scheinbar* aus der Vergangenheit für den Erden-Bruder gekommen; dies ist jedoch nicht richtig vom Standpunkt des Raumschiffbruders aus: für ihn ist es eher eine Reise in die Zukunft !

Wäre es aber dennoch möglich, in die Vergangenheit zu reisen - könnte ich meine Eltern treffen vor ihrer Heirat und eventuell diese Heirat verhindern, so dass ich nicht geboren worden wäre?

Hier müssen wir uns an das Glas zurück erinnern: bis jetzt hat noch niemand beobachtet, dass sich Scherben wieder aufsammeln und zu einem Glas zusammen fügen. Dies ist jedoch nur ein schwacher Beweis.

Viel wichtiger jedoch ist das **Gesetz der Kausalität**, das verletzt wäre in dem Fall, dass meine Mutter mich nicht geboren hätte, weil ich Sie daran gehindert habe mich gebären zu können! Diese wohl eher philosophische Beweisführung ist uns durchaus schlüssig - eine mathematisch saubere Beweisführung gibt es allerdings dafür nicht.

*Stephen Hawking* hat in seinem Buch "Eine kurze Geschichte der Zeit" Szenarien entwickelt, in denen er dieses Problem mathematisch und philosophisch zu fassen versuchte. Das Buch stellt den bemerkenswerten Versuch des Mannes dar, der die Professur Isaac Newton's in Cambridge hält, diese extrem komplexen Zusammenhänge ohne eine einzige mathematische Formel zu erläutern (sein Freund sagte ihm, dass er pro Formel 10'000 Leser verlieren würde). Es muss schon etwas



besonderes sein, wenn sich ein wissenschaftliches Sachbuch - wenn auch in popularisierter Form - für Monate in einer internationalen Bestsellerliste hält! Ich habe das Buch zweimal gelesen, und kam zu dem Schluss, dass er sehr verständlich geschrieben habe und ich eigentlich alles verstanden habe. Dann kaufte ich mir in USA das Buch auf Band gesprochen, damit ich es im Auto auf langen Reisen öfters hören kann und besonders manche Details tiefer verstehen lerne. Ich habe es nun ca. 15 mal gehört, eine ganze Serie von Büchern zu dem Thema gelesen und verstehe jetzt weniger als beim Lesen des Buches von Hawking zum ersten Mal - ich weiss jetzt langsam, dass ich nichts weiss !

## Zeitumkehr und Blick in die Zukunft

Nichtsdestoweniger möchte ich schliessen mit - *meinem* - Verständnis von Hawking's Gedanken über eine Möglichkeit der Umkehr der Zeit, d.h. der Spekulation einer Reise in die Zukunft/Vergangenheit; vielleicht muss ich mich dabei an den Spruch meines Lateinlehrers erinnern, der uns immer wieder einflösste: *quod licet Iovi, non licet bovi* (was dem Jupiter erlaubt ist, ist dem Rindvieh noch lange nicht erlaubt).

Wie muss die Welt aussehen, in der wir in die Zukunft schauen können und uns der Vergangenheit nicht erinnern?

Stellen wir uns Raum und Zeit wie die Oberfläche einer Kugel vor, die wir wie die Erde mit einem Gradnetz von Breitengraden und Längengraden überziehen. Beginnen wir die Welt - unsere Welt als die Ereigniswelt positiver Art, d.h. die Richtung der Zeit fortschreitend und immer ansteigend - vom "Nordpol" der Kugel aus, dem Punkt an dem Raum und Zeit unendlich klein sind und somit ihren Anfang haben. Sowie die Zeit als Pfeil entlang der Kugel läuft, wird der Durchmesser der Ereigniswelt immer grösser - je weiter man den Breitengraden zum Äquator hin folgt, desto grösser wird der Durchmesser des Kreises, der den Breitengrad auf der Kugel bildet; die Zeit steigt stetig und geradlinig an. Der maximale Durchmesser eines Breitengrades wird am Äquator erreicht, oder übersetzt:

- Zeit und der Raum dehnen sich in diesem "oberen" Teil unserer Welt immer aus und erfahren am "Äquator" ihre grösste Ausdehnung; man "erinnert" sich an die kleineren Durchmesser der Breitengrade, da diese durch die grösseren abgebildet werden können, nämlich der Vergangenheit (am Äquator - was geschieht dort? Wir vermögen es nicht zu sagen). Jenseits des "Äquators" werden die Durchmesser der Breitengrad-Kreise kleiner, d.h. von nun an kontrahiert sich die Ereigniswelt und die Zeit wird rückläufig oder kleiner, wenn auch in einer anderen Richtung (zum Südpol der Kugel zu). Die *Richtung* des Ereignispfeiles (-Vektors) jedoch ist nicht umgekehrt, und daraus schliesst Hawking, dass Leben, wie wir es verstehen, nur in der "oberen" Kugelhälfte unseres Beispiels möglich ist, d.h. wenn die Zeit und der Raum wachsen, da sonst auf der unteren Kugelhälfte das *Gesetz der Kausalität* verletzt wäre - wir erinnern uns dort nur an die Zukunft (der kleineren Breitengrade), nicht der Vergangenheit.

## Schlusswort

Glücklicherweise ist die Zeit abgelaufen (die meines Vortrages!), sonst müsste ich nun meine Zuhörer mit der "String-Theorie" und Ähnlichem weiter foltern. Ich habe versucht, einen kurzen, nicht-repräsentativen Abriss über das so oft geschmähte Phänomen 'Zeit' zu geben, mit der wir ähnlich leben, wie mit der kosmischen Anziehungskraft, der Gravitation: sie ist uns allgegenwärtig, beeinflusst unser tägliches Tun und Treiben, verstehen jedoch können wir sie nicht. Ich erinnere mich in diesem Zusammenhang an die Worte des Erdgeistes an den Faust in Goethe's 'Faust', Erster Teil, nachdem Faust ihm entgegenwarf "... bin Faust, bin Deinesgleichen":

*Erdgeist: "Du gleichst dem Geist, den Du begreifst - nicht mir ! "*

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>EINLEITUNG UND WELTENTSTEHUNG</b>	<b>2</b>
<b>ZEITVORSTELLUNGEN</b>	<b>3</b>
<b>DIE ASPEKTE DER ZEIT</b>	<b>3</b>
<b>DAS TECHNOLOGISCHE ZEITALTER</b>	<b>5</b>
<b>DIE BEIDEN BRÜDER</b>	<b>7</b>
<b>EINE REISE IN DIE VERGANGENHEIT ?</b>	<b>8</b>
<b>ZEITUMKEHR UND BLICK IN DIE ZUKUNFT</b>	<b>9</b>
<b>SCHLUSSWORT</b>	<b>10</b>
<b>INHALTSVERZEICHNIS</b>	<b>11</b>