

# Untersuchungen zum lokalen Zeitfenster

ausgearbeitet von: Dpl. Ing. Matthias Krause, Kirchzarten, den 23.2.2005 letzte Änderung: 22.12.2005  
Copyright: Alle Rechte bleiben allein dem Verfasser vorbehalten [www.kosmoskrau.de](http://www.kosmoskrau.de)

## Untertitel: Die Zeitdilatation

Dieser Aufsatz soll das lokale Zeitfenster und seine Abgrenzungen untersuchen. Zunächst wird der Begriff eines „lokales Zeitfensters“ näher bestimmt. Danach wird gezeigt, dass es parallele Zeitfenster zu unserem Zeitfenster gibt, die in unser Zeitfenster als „Ergebnis“ hineineichen. Letztlich wird der Frage nachgegangen, wie es zu unterschiedlichen Zeitfenstern kommt und welches das bestimmende, „wahre“ Zeitfenster für uns ist. Es soll die folgende Gliederung vorgenommen werden:

1. Das lokale Zeitfenster (eine Definition)
2. Das Zwillingsparadoxon.
3. Parallele unterschiedliche Gleichzeitigkeiten
4. Die Welt der Myonen.
5. Ergebnisse

### 1. Das lokale Zeitfenster (eine Definition)

Wir leben in einer Welt, in der ein gleichmäßiger Zeitlauf vorgegeben erscheint. Die Zeit läuft, ohne unser Zutun und unbeeinflussbar durch irgendeinen Menschen, von der Vergangenheit über die Gegenwart in die Zukunft. Die Zeit läuft überall gleichschnell. Sie scheint universell und unabänderlich zu sein.

Das ist die Erfahrung, die wir im täglichen Leben, in unserer unmittelbaren Umgebung machen.

Telefonieren wir von Deutschland aus mit Australien, so berührt es uns merkwürdig, dass dort eine andere *Zeitzone* gilt. Dort, in Australien, ist es Nacht, wenn bei uns Tag ist und umgekehrt. Nun hat man es auf dieser Welt mit unterschiedlichen Zeitzonen zu tun, die oberflächlich betrachtet, alle zum gleichen „Zeitfenster“ gehören. Die Zeit in Australien vergeht nämlich genauso schnell, wie auch bei uns in Deutschland. Ein Zeitfenster ist per Definition der Bereich, in dem die Zeit in gleicher Weise abläuft. Eine Sekunde dauert in Australien genauso lange wie bei uns hier in Deutschland.

Dies ist sehr vereinfachend gesagt, die Definition eines Zeitfensters.

Wenn die Zeit aber überall gleichschnell abläuft, wozu wird dann ein Zeitfenster benötigt?

Bis zum Anfang des vorherigen Jahrhunderts wurde nicht nur die Zeit als eine absolute Größe festgelegt, sondern ebenso der Raum und die Masse.

Seit Albert Einstein zu Recht die Lichtgeschwindigkeit als einzigen absoluten Maßstab festgelegt hat, und damit die Relativitätstheorie postulierte, ist die Zeit von einer bisher absoluten Größe zu einer relativen Größe geworden.

Raum, Masse und Zeit sind seither in der Physik zu variablen Größen geworden, die einzig von der Lichtgeschwindigkeit abhängen. In dieser Arbeit wird nun die Zeit unter dem Einfluss der Lichtgeschwindigkeit näher betrachtet.

Damit können wir bereits eine bessere Definition des Begriffes „lokales Zeitfenster“ festlegen.

Ein lokales Zeitfenster ist der Lebensbereich, in dem sich alle Gegenstände mit der gleichen Geschwindigkeit in die gleiche Richtung bewegen. Die Richtgröße ist dabei die Lichtgeschwindigkeit mit 300.000 km / sek.

Nun sind die Geschwindigkeiten, mit denen wir im alltäglichen Leben zu tun haben, unbedeutend gegenüber der Lichtgeschwindigkeit. Und damit sind die Effekte, die sich aus einer variablen Geschwindigkeit für die Zeit ergeben würden, für unser Leben unbedeutend. Rechnerisch sind diese äußerst minimalen Abweichungen in der Physik von Interesse. Diese minimalen Abweichungen ändern sich gravierend, wenn wir in astronomische oder atomare Bereiche hineingehen. Hier werden Geschwindigkeiten gemessen, die der Lichtgeschwindigkeit sehr nahe kommen können und damit ändert sich dann auch die Zeit, als eine abhängige Größe, ebenfalls erheblich. Es entstehen durch unterschiedliche Geschwindigkeiten dann andere „Zeitfenster“, die von unserem „lokalen Zeitfenster“ erheblich abweichen.

Um dies näher zu erläutern, wird ein Beispiel betrachtet, das Albert Einstein selbst zur Veranschaulichung bei seinen Vorträgen gebrauchte.

## 2. Das Zwillingparadoxon.

Ein Fallbeispiel:

Auf der Erde soll sich ein Zwillingpaar befinden, von dem ein Zwilling eine Reise zu einem fernen Stern unternehmen möchte. Der andere bleibt unterdessen hier auf der Erde zurück. Vor dem Reiseantritt sind beide 20 Jahre alt.

Der eine Zwilling fliegt in einem Raumschiff zu einem Stern, der 10 Lichtjahre von der Erde entfernt ist. Der andere Zwilling bleibt währenddessen hier auf der Erde zurück.

Der eine Zwilling besteigt das Raumschiff und beschleunigt auf beinahe Lichtgeschwindigkeit. Nachdem er den Stern erreicht hat, bremst er stark ab, macht ein Foto von dem Stern und kehrt wieder zur Erde zurück, um seinem Zwilling Bruder das Foto zu zeigen. Er landet nach langer Reise auf der Erde und sucht seinen Zwilling Bruder auf. Mit Erstaunen stellen beide fest, dass sie unterschiedlich schnell gealtert sind. Der auf der Erde verbliebene Zwilling Bruder ist nun 25 Jahre älter geworden, so dass er jetzt seinen 45. Geburtstag feiert. Der Zwilling Bruder, der im Raumschiff war, ist aber nur 2,5 Jahre älter geworden und ist jetzt gerade 22,5 Jahre alt.

Die Zeit ist bei den beiden Zwilling Brüdern unterschiedlich schnell abgelaufen. Man nennt dies die so genannte relativistische Zeitdilatation.

Um Klarheit zu erhalten, was geschehen ist, werden die unterschiedlichen Zeitfenster, in denen sich die Zwilling Brüder befunden haben, einzeln betrachtet.

Das **lokale Zeitfenster** des Zwilling Bruders auf der **Erde**:

Unmittelbar nach dem Start der Rakete macht sich der hier verbleibende Bruder Gedanken über die Zeitdauer, wann sein Bruder wieder auf der Erde zurück erwartet werden kann und kommt zu folgender Rechnung. Sein Bruder ist, wie er selbst ja auch, 20 Jahre alt, mindestens 10 Jahre würde er brauchen, um bis zu dem Stern zu kommen, der 10 Lichtjahre entfernt ist. Dann macht er ein Foto von dem Stern und kommt wieder zurückgefliegen. Das macht mindestens noch einmal 10 Jahre Rückflugzeit. Da der Bruder ja nicht mit Lichtgeschwindigkeit fliegt, Abbremsen und Beschleunigen muss, gibt er nochmals 5 Jahre zur Gesamtreisezeit hinzu und errechnet, dass sein Bruder nach etwa 25 Jahren wieder auf der Erde sein wird.

Die Zeit vergeht über die Jahre gleichförmig, wie es seit eh und je war. An seinem 45. Geburtstag kommt sein Bruder tatsächlich zurück. Doch ist der reisende Bruder keine 45 Jahre alt, er ist offenbar langsamer gealtert, als er hier auf der Erde.

Das ist die Sichtweise des hier auf der Erde gebliebenen Bruders. (siehe auch Grafik 2 am Ende der Ausarbeitung)

**Aus der Sicht des lokalen Zeitfensters der Erde ist der reisende Bruder langsamer gealtert.**

Betrachten man nun das andere Zeitfenster, so sieht der Bericht des reisenden Bruders folgendermaßen aus.

Das **lokale Zeitfenster** im **Raumschiff** des reisenden Zwilling Bruders.

Unmittelbar nach dem Start der Rakete macht sich der reisende Bruder Gedanken über die Reise-Zeitdauer, wann er wieder bei seinem Bruder auf der Erde zurück sein wird, und kommt zu folgender Rechnung. Sein Bruder ist, wie er ja auch, 20 Jahre alt, mindestens 10 Jahre würde er brauchen, um bis zu dem Stern zu kommen, der 10 Lichtjahre entfernt ist. Dann macht er ein Foto von dem Stern

und kommt wieder zurückgefliegen. Das macht mindestens noch einmal 10 Jahre Rückflugzeit. Da er ja nicht mit Lichtgeschwindigkeit fliegt, gibt er nochmals 5 Jahre zur Gesamtreisezeit hinzu und errechnet, dass er nach etwa 25 Jahren wieder auf der Erde sein wird. Beide Brüder haben also die gleiche Berechnung angestellt.

Die Zeit vergeht während der Hinreise gleichförmig, wie seit eh und je. Nach einem Jahr Reisezeit kommt der Stern, den er anfliegen möchte aber bereits in Sicht. Er wundert sich und denkt, das kann doch gar nicht sein, das ich schon nach einem Jahr den Stern erreiche. Offenbar hat man sich bei der Entfernungsbestimmung auf der Erde geirrt. Der Stern ist nicht 10 Lichtjahre entfernt, sondern nur 1 Lichtjahr. Er korrigiert seine errechnete Reisedauer und freut sich, dass er seinen Bruder schon nach 2,5 Jahren wieder sehen wird. Und tatsächlich erreicht er die Erde nach einem einjährigen Rückflug, plus einer halbjährigen Verzögerung durch das Abbremsen und Beschleunigen am Stern, nach nur zweieinhalb Jahren. Er steigt aus dem Raumschiff und kommt gerade rechtzeitig zu einer Geburtstagsfeier im Hause seines Zwillingbruders an. Sein Bruder feiert heute seinen 45. Geburtstag.

Er denkt, das kann doch gar nicht sein, weder hat er heute Geburtstag, noch kann er seinen 45. Geburtstag feiern. Doch als er seinen Bruder sieht, erschrickt er, dass der hier auf der Erde gebliebene Bruder so alt aussieht. Offenbar ist der auf der Erde gebliebene Bruder schneller gealtert, als er in seinem Raumschiff. (Siehe auch Grafik 3 am Ende der Ausarbeitung)

Das ist die Sichtweise des reisenden Bruders aus dem Raumschiff.

**Aus der Sicht des lokalen Zeitfensters des Raumschiffes ist der hier gebliebene Bruder schneller gealtert.**

Die Berichte der beiden Zwillingbrüder scheinen sich zu widersprechen, da sie differierende Zeitabläufe beinhalten. Diese Differenzen sind aber vor dem richtigen Hintergrund zu verstehen und damit auch zu vereinbaren. Beide Berichte sind absolut gleichwertig.

### 3. Parallele unterschiedliche Gleichzeitigkeiten.

Der Zeitlauf in jedem Zeitfenster ist für sich allein betrachtet exakt gleich. Der auf der Erde gebliebene Zwilling altert in der gleichen Zeit genau gleichschnell, wie der Zwilling im Raumschiff. Beide sehen auf ihre Uhren, und für beide ist eine Sekunde genau eine Sekunde lang. Das jeweilige Zeitfenster, in dem sie sich befinden, nennt man auch einen Inertialraum. Dieser Inertialraum, auch Bezugssystem genannt, ist jedem anderen Inertialraum im Universum gegenüber absolut gleichwertig.

Es kann, wenn beide Zwillinge sich in der Zeitspanne der Flugphase des reisenden Zwillinges befinden, nämlich nicht festgestellt werden, welcher der Zwillinge sich mit annähernder Lichtgeschwindigkeit fortbewegt.

Für den reisenden Zwilling bewegt sich die Erde mit annähernd Lichtgeschwindigkeit von ihm fort. Und damit würde der Zwilling auf der Erde um den gleichen Faktor langsamer altern, wie der reisende Zwilling von der Erde aus gesehen. Wie gesagt, gilt dies nur für die Flugphase, in der sich beide Zeitfenster oder Inertialsysteme in gleichförmiger und gradliniger Bewegung befinden.

In dem oben geschilderten Beispiel haben wir aber einen Sonderfall. Die Bewegung des Raumschiffes ist nämlich nicht gleichförmig und auch nicht gradlinig.

Zunächst befinden sich beide Zwillinge im gleichen Zeitfenster hier auf der Erde, für beide vergeht damit die Zeit gleichschnell. Mit dem Beginn des Fluges wird der reisende Zwilling beschleunigt, und damit öffnet sich für ihn ein anderes Zeitfenster. Je schneller er wird, desto mehr weicht die Zeit im Vergleich zum ersten gemeinsamen Zeitfenster ab. Es folgt die Flugphase mit anschließender Abbremsung beim erreichten Stern. Dort findet eine Bewegungsumkehr und eine erneute Beschleunigung in Richtung zurück auf die Erde hin statt. Nach der Rückkehrflugphase setzt dann die Abbremsung ein und schließlich erfolgt die Landung auf der Erde. Erst jetzt befinden sich die beiden Zwillinge wieder im gleichen Zeitfenster. Und erst jetzt wird offenbar, dass der gereiste Zwilling ein anderes Alter hat, als der auf der Erde zurückgebliebene Bruder. Wohlgemerkt sind beide, jeder für sich, gleichschnell gealtert!

Der reisende Bruder hat aber etwas, für ihn Unverständliches, während der Reise erlebt. Er wusste aus der Erinnerung, dass der zu erreichende Stern 10 Lichtjahre entfernt sein sollte. Er erreichte aber den Stern viel schneller, als er vorausgerechnet hatte. Für ihn, in seinem Zeitfenster, und das hatte er nicht bedacht, galt nun die irdische Raumausdehnung nicht mehr. Der Raum hatte sich für ihn, der mit

fast Lichtgeschwindigkeit in seinem Raumschiff flog, und damit das ihn umgebende Weltall, um den gleichen Faktor (der Alterungsdifferenz beider Zwillinge) verkürzt. Also um den Faktor 10. Man kann nun mit einer einfachen Formel die mittlere Geschwindigkeit des Zwillingbruders ausrechnen, mit der er in seinem Raumschiff geflogen sein muss. Diese Formel ist universell einsetzbar. Durch entsprechende Umstellung kann die Raumverkürzung oder die Fluggeschwindigkeit oder der Faktor der Zeitdilatation berechnet werden.

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

<sup>1</sup> Gamma stellt hier den Faktor der Zeitverkürzung (oder der Raumverkürzung oder der Massenzunahme oder der Deformation des fliegenden Körpers in Flugrichtung) dar. Stellt man die Formel nach v um, so kann die Geschwindigkeit errechnet werden, die für das Erreichen des entsprechenden Faktors gebraucht wird.

$$v = \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}} \cdot c$$

Die mittlere Geschwindigkeit v beträgt bei einem Faktor von 10 also 298496,22 km/s. Das sind 99,49874% der Lichtgeschwindigkeit, diese wurde mit 300.000 km/s angenommen.

Je nach erreichter Geschwindigkeit verändert sich der Gamma-Faktor entsprechend. Die Geschwindigkeit kann sich der Lichtgeschwindigkeit nur annähern, erreichen kann ein massiver Körper die Lichtgeschwindigkeit nicht. Stellt man das grafisch dar, so kann man sich die stets gleichgroßen Zeitfenster mit ihren geschwindigkeitsabhängigen, unterschiedlichen Zeitläufen grob in etwa so vorstellen. (Grafik auf der nächsten Seite)

Die vier roten Punkte stellen vier unterschiedlich schnell bewegte Massen dar. Der Grad ihrer Geschwindigkeit ist in Prozent der Lichtgeschwindigkeit oben in der Grafik angegeben. Vor jedem Punkt (Inertialsystem) ist ein gleichgroßes Fenster in einer „Loch“-maske vorhanden. Diese Maske befindet sich an der 100% Marke und stellt die jeweils unveränderliche erlebte Zeit in jedem Inertialsystem dar. Auf der, hinter der Lochmaske befindlichen Projektionsfläche, wird der Zeitlauf (linke Wand) dargestellt. Erkennbar ist, das der Zeitlauf, der durch jedes der gleichgroßen Zeitfenster wahrgenommen wird, unterschiedlich lang erscheint. Diese unterschiedliche Zeit-Länge wird aber nur im Vergleich der unterschiedlichen, geschwindigkeitsabhängigen, gleichgroßen Zeitfenster wahrnehmbar. Das heißt, erst wenn alle Zeitfenster auf eines der Zeitfenster angeglichen werden, erscheint der Zeitunterschied, der sich über die Dauer angesammelt hat. (ganz links im Bild)

### 3.1 Energiezufuhr

Ein sehr wichtiger Punkt ist noch bei den unterschiedlichen Zeitfenstern zu erwähnen. Es ist die Energie, die aufgewendet werden muss, um von einem Zeitfenster zu einem anderen Zeitfenster zu gelangen. Nach dem Äquivalenzprinzip ist Energie mit Masse gleichzusetzen. Die Formel

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

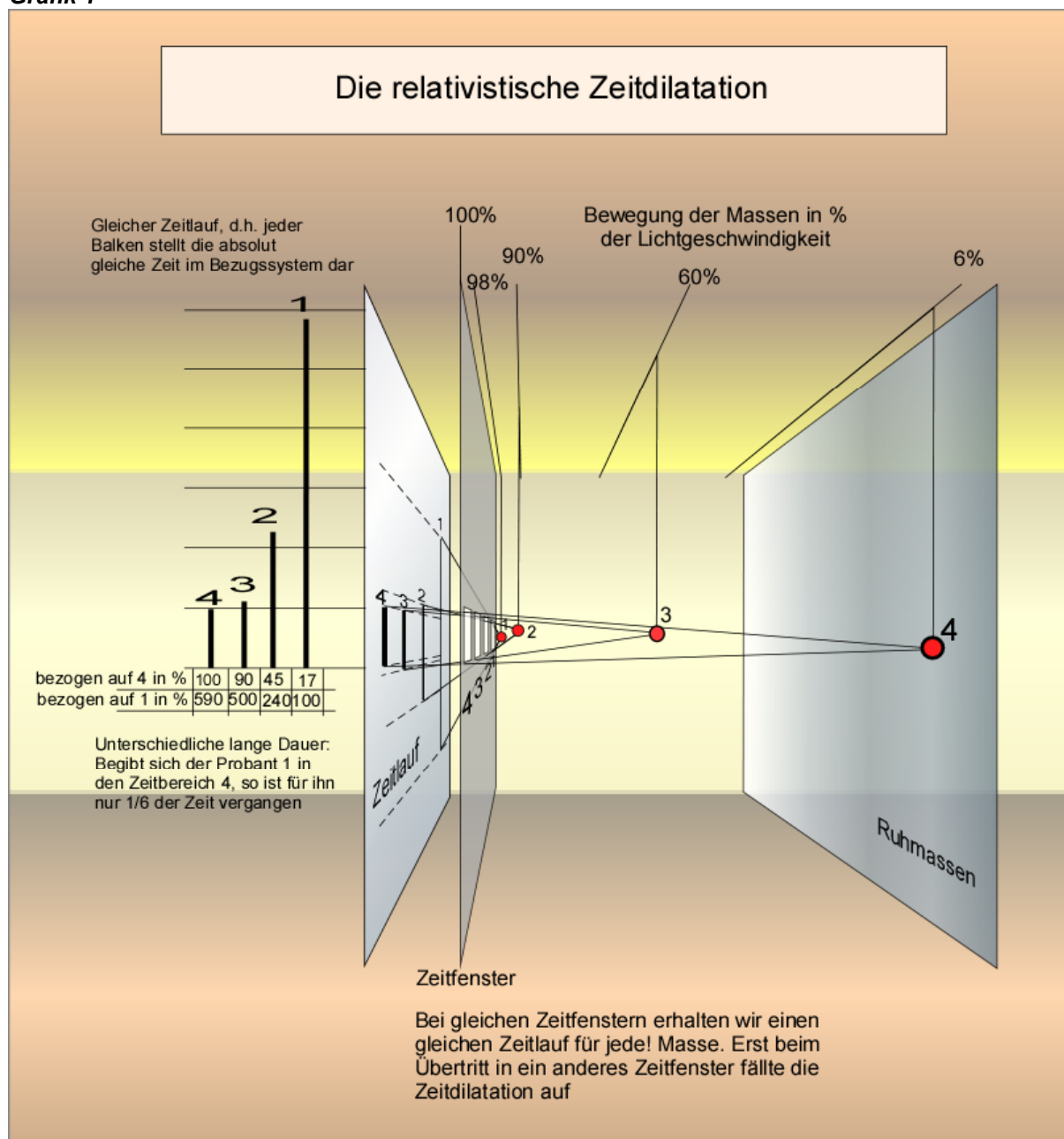
drückt das ja deutlich aus. So würde beispielsweise der reisende Zwilling in seiner Raumkapsel durch die Beschleunigung (Energiezufuhr) auf beinahe Lichtgeschwindigkeit auch 10 mal schwerer (Energiezufuhr =Massenzunahme) werden.

Nimmt man ein Beispiel aus unserer täglichen Erfahrungswelt, so wird deutlich, das ein Übergang von einem Zeitfenster zu einem anderen Zeitfenster nur über eine gewisse, allmähliche Abbremsung oder Beschleunigung stattfinden kann. Findet der Übergang von einem Zeitfenster zu einem anderen Zeitfenster zu schnell statt, so hat das tödliche Folgen für die beteiligten Personen.

Nimmt man als Beispiel ein mit 200km/h schnell fahrendes Auto, so wäre dies das eine „Zeitfenster“. Dieses Auto rast auf eine unbewegte Mauer (anderes „Zeitfenster“) zu. Beim Aufprall (plötzlicher Übertritt von einem bewegten Zeitfenster in das unbewegte Zeitfenster) des Autos auf die Mauer, würden die Insassen getötet werden.

<sup>1</sup> Eine Formel verändert die Welt, Harald Fritsch, Piper Verlag GmbH S.188

**Grafik 1**



### 3.2 Grenzbereich

Des Weiteren ist der Grenzbereich zwischen unterschiedlichen Zeitfenstern erwähnenswert. Dieser Grenzbereich stellt eine Zone dar, durch die es nicht möglich ist, Einzelheiten im anderen Zeitfenster zeitgleich zu erkennen. Man kann es mit einer Art Unschärferelation vergleichen, wie das auch in der Quantenphysik zutrifft.

Vergleichbar wäre diese „Grauzone“, wie wenn man aus einem schnell fahrenden Auto auf eine sehr nahe Bilderwand blicken würde, an der man entlang fährt. Einzelne Bilder wären nicht mehr erkennbar, man würde nur noch eine gleichförmige, graubraune, undefinierbare Fläche erblicken.

Nun ist das Beispiel mit den Zwillingen für uns nicht direkt erlebbar, es war ein reines Gedankenspiel. Sind von dieser Erde aus trotzdem unterschiedliche Zeitfenster zu sehen? Die Antwort ist: Ja, und zwar im Weltraum und im atomaren Bereich.

Im Universum gibt es unterschiedliche Zeitfenster, die sich uns mit starker Zeitverzögerung (Milliarden von Lichtjahren in der Vergangenheit) und nur aus großer Entfernung zeigen. So sind die fernen

Galaxien, mit ihren überaus hohen Fluchtgeschwindigkeiten (eine Raumausdehnung findet in der Realität nicht statt.) in ihrem Alterungsprozess stark reduziert. Das heißt, wir sehen Galaxien in Bereichen (Zeitfenstern), die so kurz in ihrem Zeitlauf sind, das eine allmähliche Selbstorganisation schon aus zeitlichen Gründen nicht mehr möglich ist. (Das es auch nach den Gesetzen der Gravitation eine Selbstorganisation der Materie nicht gibt, sei nur beiläufig erwähnt.)

Im atomaren Bereich kann ein paralleles Zeitfenster nur an den Ergebnissen erkannt werden. Hier wären beispielsweise die Myonen zu nennen, die aus der Hochatmosphäre zu uns (in unser Zeitfenster) kommen. Siehe nächstes Kapitel

#### **4. Die Welt der Myonen**

Im atomaren Bereich kann ein paralleles Zeitfenster zu unserem lokalen Zeitfenster nur an den Ergebnissen erkannt werden. Hier wären beispielsweise die Myonen zu nennen.

Myonen<sup>2</sup> sind Teilchen, die etwa die 200 fache Masse eines Elektrons besitzen. Diese Myonen sind nicht stabil, sie zerfallen je zur Hälfte nach 1,5 Mikrosekunden in 3 Teilchen, ein Elektron und zwei Neutrinos. Ihre Halbwertszeit liegt also bei 1,5 Millionstel Sekunden. Diese Myonen entstehen in großer Zahl beim Zusammenprall der kosmischen Strahlung mit den Atomen der Lufthülle im Grenzbereich der Atmosphäre zum Weltall. Von der Hochatmosphäre aus fliegen sie mit beinahe Lichtgeschwindigkeit auch Richtung Erdboden. Die Zeitdauer, die ein Lichtquant benötigt, um eine Strecke von 500 Meter zurückzulegen, beträgt ebenfalls 1,5 Millionstel Sekunden.

Das heißt, das die allermeisten Myonen, wenn sie sich auf dem Weg zur Erdoberfläche befinden, nie dort ankommen würden, weil sie vorher zerfallen. Die Atmosphäre hat etwa eine Höhe von 30 km, das heißt, es würde die 60 -fache Halbwertszeit vergehen, bis ein Myon hier unten auf der Erde ankommt. Damit wäre praktisch ausgeschlossen, das überhaupt ein Myon messbar auf der Erde ankommt. Bereits nach der 10-fachen Halbwertszeit würde nur noch ein Myon von 1000 die Erdoberfläche erreichen. Erstaunlicher Weise erreichen aber sehr viele Myonen die Erdoberfläche. Man hat am CERN 1976 ein Experiment durchgeführt, um unter kontrollierten Bedingungen Myonen zu erzeugen und deren Zerfallszeit unter hoher Geschwindigkeit zu beobachten. Die Myonen bewegten sich im Experiment mit 99,94% der Lichtgeschwindigkeit und das entspricht einem Gammafaktor von 29. Diese, im Experiment gefundenen Werte, entsprechen denen, die von der Relativitätstheorie auch für die Lebensdauer der Myonen in der Atmosphäre gefordert werden. Es kommt etwa jedes zweite in der Hochatmosphäre erzeugte Myon hier unten auf der Erdoberfläche an.

Damit ist im Ergebnis ein anderes Zeitfenster in unserem lokalen Zeitfenster beobachtbar geworden. (Siehe auch Grafik 2)

#### **5. Ergebnisse der Betrachtung**

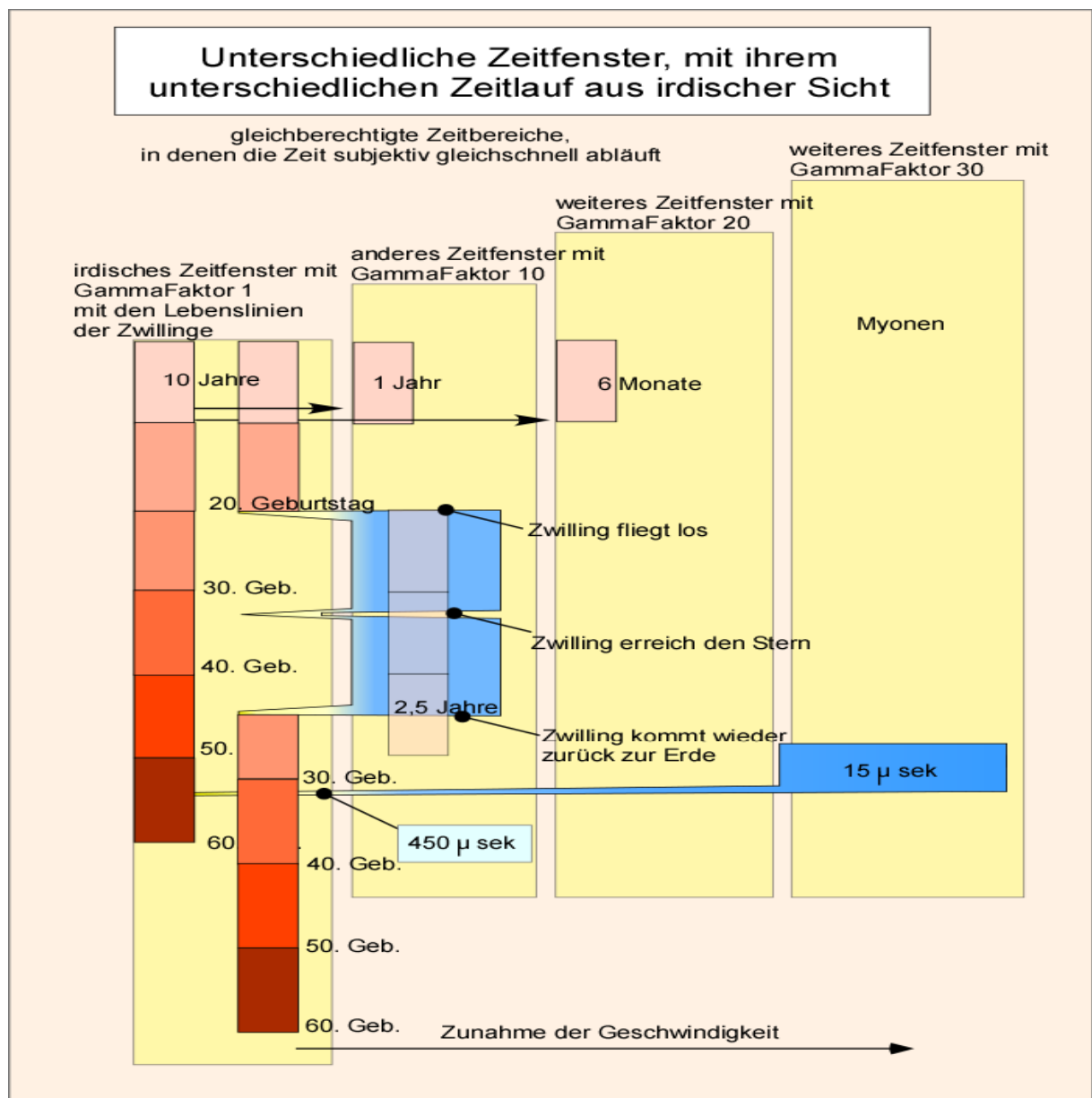
1. Der Zeitlauf in den unterschiedlichen Zeitfenstern (Inertialsystem) ist physikalisch gesehen absolut gleich. (Solange sich die Systeme gleichförmig und gradlinig bewegen.)
2. Ein Wechsel von einem Zeitfenster zu einem anderen Zeitfenster wäre nur mit einem erheblichen Energieaufwand möglich.
3. Werden zwei Zeitfenster zusammengeführt, ist der unterschiedliche Zeitlauf als Ergebnis sichtbar.
4. Ob der Zeitlauf eines Zeitfensters als länger oder kürzer dargestellt wird, hängt einzig vom Bezugsfenster ab

---

<sup>2</sup> Eine Formel verändert die Welt, Harald Fritzsch, Piper Verlag GmbH S.177ff

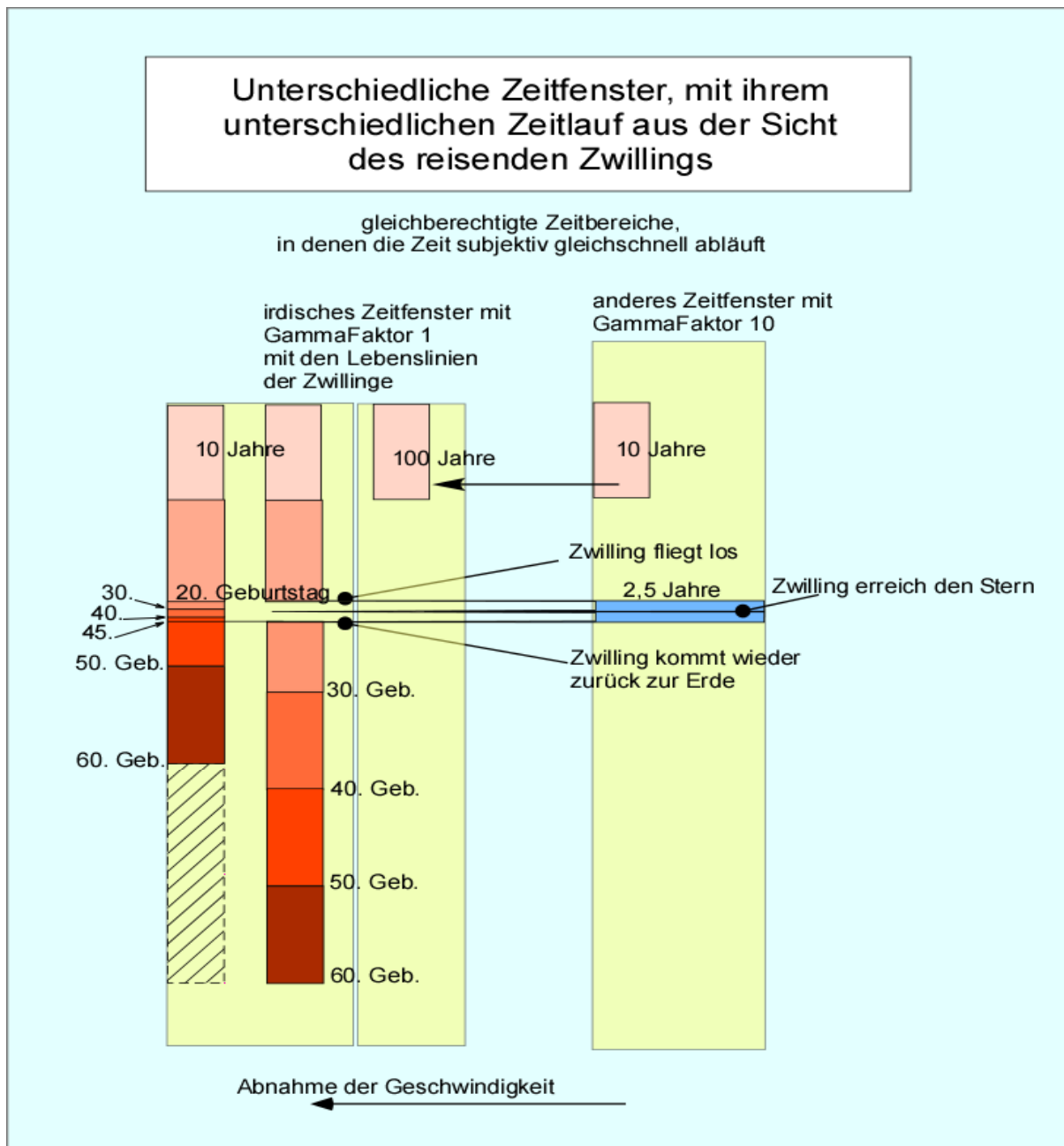
5. Wir haben es bei unterschiedlichen Zeitfenstern also mit parallelen, unterschiedlichen Gleichzeitigkeiten zu tun. (In diesem Satz ist die absolute physikalische Gleichheit der Zeit pro Inertialsystem mit der relativen, auf ein anderes Zeitfenster bezogenen Zeit verknüpft.)
6. Für uns, auf der Erde, ist das irdische, lokale Zeitfenster mit seinem Zeitlauf die bestimmende Zeit, an der sich alles andere messen lassen muss. Für das Beispiel der Zwillinge heißt das, dass der reisende Zwilling im Raumschiff langsamer gealtert ist, als der Zwilling auf der Erde. Oder anders ausgedrückt: In Bezug auf den Zwilling hier auf der Erde, also **relativ** zu dem Zwilling auf der Erde, ist der Zwilling im Raumschiff langsamer gealtert.
7. Der unmittelbare Blick in ein anderes Zeitfenster ist nicht möglich, nur die nachfolgenden Ergebnisse sind sichtbar, wenn beide Zeitfenster wieder zusammenfallen.
8. Zwischen den unterschiedlichen Zeitfenstern herrscht als Grenze eine undurchdringliche „Grauzone“

**Grafik 2**



Der gereiste Zwilling ist, aus der Sicht des auf der Erde gebliebenen Zwilling, langsamer gealtert.

**Grafik 3**



Der auf der Erde gebliebene Zwilling, ist aus der Sicht des reisenden Zwillinges, schneller gealtert.



