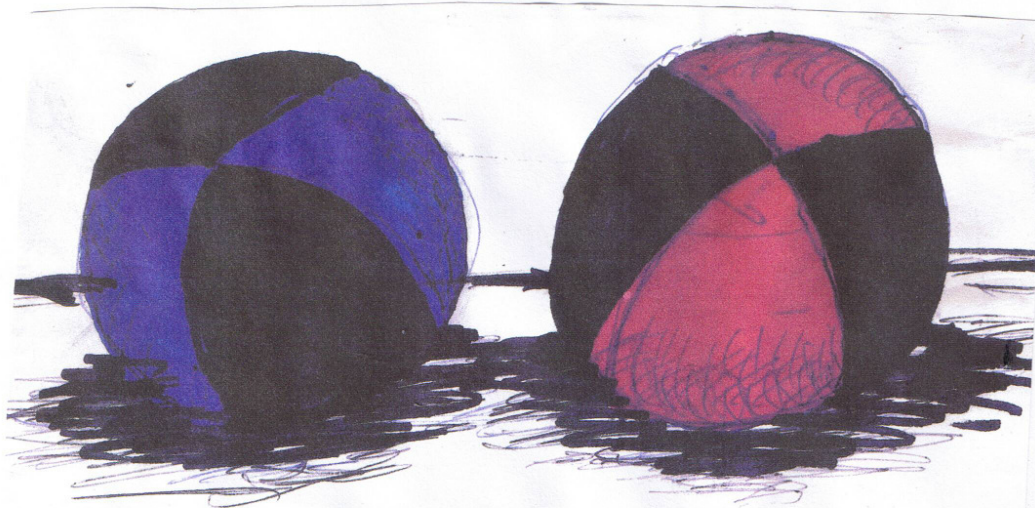


Joachim Stiller

Zur Neubegründung der Relativitätstheorie I

Wissenschaftliche Arbeit von Joachim Stiller
Geschrieben am 22.12.2008

2. überarbeitete Fassung: Juni 2012



Alle Rechte vorbehalten

Zur Neubegründung der Relativitätstheorie

Vorwort zur Neupublikation der überarbeiteten Neubegründung der Relativitätstheorie

Ich habe mich nun entschlossen, die Hauptarbeit zur Neubegründung der Relativitätstheorie noch einmal zu überarbeiten. Dieser Schritt wurde notwendig, weil es in dieser Hauptarbeit einen entscheidenden Irrtum gab, der sich in der Kürze der Zeit leider eingeschlichen hatte. Ich hatte die Längenkontraktion komplett verworfen. Und das kam so:

In Bezug auf die Zeitdilatation war mir die RT klar. Womit ich Verständnisschwierigkeiten hatte, war die Längenkontraktion. Ich wusste, sollte die RT funktionieren, musste die gesamte Theorie in sich symmetrisch sein. Was für die Zeit galt, musste auch für den Raum gelten und was für die Zeitdilatation galt, musste auch für die Längenkontraktion gelten. Nun gibt es aber nach Einstein eine Gravitationszeitdilatation, aber keine Gravitationslängenkontraktion. Es gab nun für mich genau zwei Möglichkeiten, die Gesamtsymmetrie der Theorie wieder herzustellen: Entweder ich nahm neben der Gravitationszeitdilatation auch eine Gravitationslängenkontraktion an, oder aber ich leugnete die Längenkontraktion ganz. Nun muss man dazu wissen, dass die Lehrbuchargumentationen zur Längenkontraktion generell eine *contradictio in adjekto* enthalten, sie sind in sich widersprüchlich. Genaugenommen lässt sich die Längenkontraktion, genau wie die Zeitdilatation niemals in einem Modell darstellen. Beides lässt sich nicht veranschaulichen. Beides leitet sich einzig und allein aus der Lorenztransformation ab. Aber mit der Lorenztransformation wollte ich mich erst im Nachhinein befassen, also zu einem viel späteren Zeitpunkt. Und so verwarf ich dummer Weise die Längenkontraktion als reines Hirngespinnst. Als ich mir einige Monate später die Lorenztransformation vornahm, wurde mir schlagartig klar, dass ich mich geirrt hatte. Die Längenkontraktion ist absolut zwingend, denn die Annahme einer Relativität des Raumes macht die Annahme der Längenkontraktion zwingend notwendig. Es dürfte klar sein, dass die Lösung für mein Ausgangsproblem der fehlenden Symmetrie der RT in der Annahme einer Gravitationslängenkontraktion besteht. Und die kann genau so hergeleitet werden, wie die Gravitationszeitdilatation. Natürlich kam ich irgendwann um eine Überarbeitung der hier vorliegenden Hauptarbeit nicht herum. Ich habe die vermeintliche Widerlegung der Längenkontraktion am Ende gestrichen, und ein neues Kapitel zu der, nun auch von mir konstatierten Längenkontraktion eingefügt. Das sind fast die einzigen Veränderungen, die ich vorgenommen habe. Ich hoffe, man sieht darin keine Geschichtsklitterung, denn es handelt sich bei dieser Arbeit ja um ein historisches Dokument, das jetzt im Nachhinein geändert wurde. Um Missverständnisse auszuschließen, war es daher angezeigt, in diesem Vorwort zur Neupublikation kurz auf die Änderungen hinzuweisen.

Vorwort

In der Woche vor Weihnachten 2008 wurde ich durch eine recht mühsame philosophische Diskussion im Internet zu dem Thema der fehlerhaften Interpretation der Friedmann-Modelle zu einem Studium der Relativitätstheorie angeregt. Ich besorgte mir spontan zwei Einführungen in die Relativitätstheorie, die nicht allzu theoretisch waren, und schlug mir zwischen dem 18. und 22. Dezember, kettenrauchend und mit viel Kaffee und wenig Schlaf die Nächte um die Ohren. Nach zwei Tagen konnte ich konstatieren, dass ich bereits 90% der Relativitätstheorie verstanden und, ausgehend vom Zwillingsparadox, die Relativitätstheorie auf eine ganz neue Grundlage gestellt hatte. Es blieb nur noch ein Problem, das ich nicht lösen konnte. Einstein nahm eine Gravitations-Rotverschiebung an. Wenn nun aber Symmetrie gilt, musste es da nicht auch eine Gravitations-Blauverschiebung geben?. Ich ahnte nicht, dass die Lösung dieses Problems derart einfach sein würde, dass ich bereits am dritten Tag die Gravitations-Blauverschiebung gefunden hatte. Damit war die gesamte Relativitätstheorie für mich kohärent und auf eine gänzlich neue Grundlage gestellt. Da ich, ganz anders als Einstein, keine vierdimensionale Raumzeit annehme, sondern allein die Polarität von Raum und Zeit für sich sprechen lasse, bzw. die Polarität von gekrümmtem Raum und Zeitdilatation, benötige ich auch keine wie auch immer geartete Geometrie, die meines Erachtens nur Beiwerk ist, und zur theoretischen Begründung der Relativitätstheorie nicht zwingend erforderlich ist. Die in der folgenden Arbeit zumindest angedeutete mathematische Form, in die Einstein seine Relativitätstheorie, die speziellen wie die allgemeine, in absolut genialer Weise kleidet, kann als gesichert vorausgesetzt werden. Mir geht es nur um die Grundlagen der Relativitätstheorie in Bezug auf die Symmetrie einerseits, aber auch um gänzlich neue Gesichtspunkte für die Gesamtstruktur und die Frage der Prinzipien. Sollte ich auch nur einen einzigen Menschen von der Stimmigkeit meiner Ausführungen überzeugen können, hätte ich mein Ziel schon erreicht. Wir werden sehen.

Die spezielle Relativitätstheorie

Die **spezielle Relativitätstheorie** von Albert Einstein (1905) macht zunächst zwei Voraussetzungen. Dort finden sich zwei Postulate, die die neue Physik begründen sollten, die notwendig wurde, weil Experimente zeigten, dass die Lichtgeschwindigkeit immer gleich groß ist. Dies machte das Prinzip der Relativität notwendig. Es ist das bleibende Verdienst von Albert Einstein, alleine die Lösung für das Problem gefunden zu haben. Die beiden Postulate sind:

Postulat 1: Das Relativitätsprinzip

Postulat 2: Die Lichtgeschwindigkeit ist konstant, und zwar unabhängig von der Geschwindigkeit der lichtemittierenden Quelle.

Unabhängig von den genauen Formulierungen bei Einstein, möchte ich die beiden Prinzipien gerne neu formulieren, und zwar wie folgt (neuformuliert am 13.03.2014):

1. **Hauptsatz: Es gibt ein absolutes Bezugssystem.**
2. **Hauptsatz: Es gibt drei absolute Geschwindigkeiten:**
 - a) die absolute Ruhe,
 - b) die absolute Lichtgeschwindigkeit,
 - c) die absolute Echtzeitgeschwindigkeit.
3. **Hauptsatz: Raum, Zeit und Masse sind relativ.**

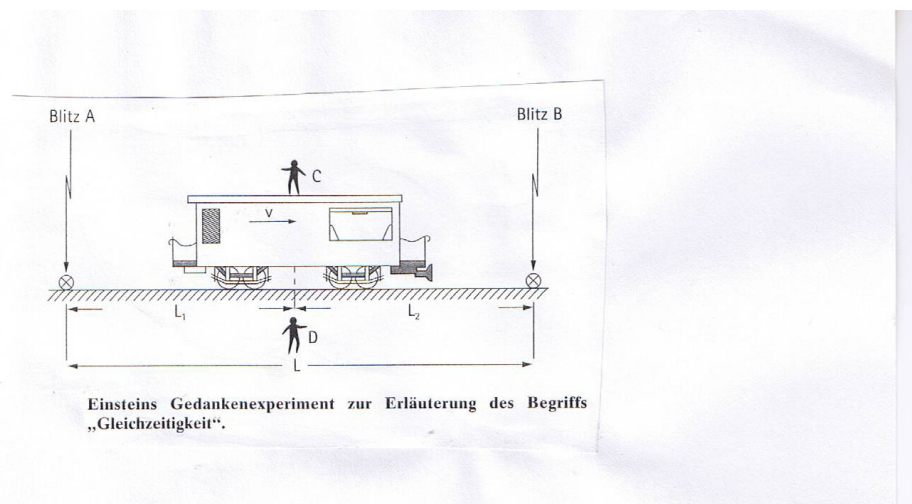
Die folgende Arbeit soll auf die Echzeitübertragung von Informationen nicht weiter eingehen. Dass es sie gibt, wissen wir aus Experimenten mit polarisiertem Licht. Und daran ändert auch die angebliche Definitionsunmöglichkeit des Begriffs der „Information“ nichts. Der Befund ist eindeutig. Ich führe die absolute Echtzeitgeschwindigkeit im 2. Hauptsatz nur der Vollständigkeit halber auf, aber auch aus antizipatorischen Gründen.

Zur Zeit Einsteins war es nicht gelungen, eine wie auch immer geartete absolute Ruhe experimentell nachzuweisen. Das ist für uns auch aus prinzipiellen Gründen unmöglich. Wir können lediglich gedanklich-logisch auf die Existenz einer solchen absoluten Ruhe schließen, wie wir noch sehen werden.

Einstein nahm nun, aus welchen Gründen auch immer an, dass alle Bezugssysteme gleichwertig seien, und damit gleichberechtigt. Obwohl die Maxwellsche Theorie der Elektrodynamik einen grundsätzlichen Unterschied zwischen ruhenden und bewegten Systemen macht, forderte Einstein, dass es völlig egal sein müsste, ob sich ein Bezugssystem bewegt, oder in Ruhe sei. Dass sich Einstein sich in diesem Punkt geirrt hat, werden wir ebenfalls noch sehen.

Die Zeitdilatation

„Eine der bemerkenswertesten Folgerungen der **speziellen Relativitätstheorie** ist die **Zeitdilatation**. Sie besagt, dass sich bewegende Uhren anders, und zwar langsamer, ticken, als ruhende Uhren, wobei die Konstruktionsart der betreffenden Uhren völlig unwichtig ist. Sie können mechanische, elektronische oder biologische „Zeitmesser“ sein. Was also die klassische Physik bis Ende des 19. Jahrhunderts über den Begriff „Zeit“ gelehrt hatte, erwies sich plötzlich als falsch und musste „ad acta“ gelegt werden. Dies bedeutet wiederum, dass eine „absolute“ Zeit gar nicht existiert. Betrachten wir zunächst folgendes Gedankenexperiment:



Angenommen, der Zug im obigen Bild fährt mit einer konstanten, gleichförmigen Geschwindigkeit v , und zwar von links nach rechts. In dem Moment, da sich dieser Zug in der Mitte der Bahnstrecke befindet, schlägt an den Stellen A und B **gleichzeitig** ein Blitz in den Zug ein. Der Beobachter C, der sich auf dem Zug befindet, glaubt zu bemerken, dass die Stelle B früher als die Stelle A vom Blitz getroffen wurde, weil sich der Zug mit der Geschwindigkeit v auf Stelle B zubewegt und von Stelle A entfernt. Der stehende Beobachter D dagegen, der sich in der Mitte der Strecke AB befindet, stellt fest, dass die beiden Stellen A und B gleichzeitig vom Blitz getroffen werden. Die Beobachter C und D sind sogar bereit, eine Wette einzugehen, weil beide überzeugt sind, recht zu haben. Und trotzdem stimmt hier etwas nicht; denn entweder Beobachter C oder Beobachter D kann recht haben. Dies bedeutet: Ereignisse, die aus der Perspektive eines Beobachters gleichzeitig stattfinden, finden aus der Perspektive eines anderen Beobachters nicht gleichzeitig statt. Die Zeit stellt also keine absolute Größe dar. Jeder Beobachter bzw. jedes Bezugssystem hat seine eigene Zeit, die bereits erwähnte **Ortszeit**, die von seiner Bewegung abhängt; und je größer die Geschwindigkeit eines Bezugssystems ist, desto größer ist auch der Zeitunterschied zwischen diesem Bezugssystem und dem ruhenden Bezugssystem. Für die Zeit t' gilt folgender Zusammenhang:

(1) Die Zeitdilatation
$$\Delta t' = \Delta t \sqrt{1 - (v/c)^2}$$

Das bedeutet, dass die Zeit t' des sich bewegenden Bezugssystems um den Faktor:

(1b) Der Zeitdehnungsfaktor
$$\alpha = \frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$$

langsamer als die Zeit t des ruhenden Bezugssystems „fließt“. Es entsteht mit anderen Worten eine **Zeitdilatation**.“ (Stratis Karamanolis: „Einstein für Anfänger“, S. 36-39) Die Zeitdilatation ist nicht nur irgendein Scheinphänomen, sie hat objektiven Charakter und wurde bereits in zahlreichen Experimenten exakt nachgewiesen.

Umrechnungsfaktor für die Zeitdilatation bei verschiedenen Relativgeschwindigkeiten

Objekt	v (km/s)	$\sqrt{1 - (v/c)^2}$	Zeitdehnungsfaktor
Auto	0,03	≈ 1	≈ 1
Flugzeug	0,5	0,999 999 999 998 6	1,000 000 000 001
Raumsonde	40	0,999 999 991	1,000 000 01
10 % von c	30000	0,995	1,005
50 % von c	150000	0,866	1,155
90 % von c	270000	0,436	2,294
95 % von c	285000	0,312	3,205
99 % von c	297000	0,141	7,092
99,9 % von c	299700	0,045	22,222

Was besagt die Relativitätstheorie?

Vor Kurzem sagt mir jemand, die Relativitätstheorie besage, dass die Zeit in einem Fahrenden Zug langsamer vergehe als für einen sich in Ruhe befindlichen Fahrgast am Bahnhof. Ich habe darauf nichts gesagt, und erst einmal zugestimmt. Der Fall verhält sich allerdings etwas anders. Man muss nämlich die Drehung der Erde berücksichtigen. Fährt der Zug „mit“ der Erddrehung, stimmt die obige Aussage, fährt er aber der Erddrehung „entgegen“, ist er langsamer als der Fahrgast am Bahnhof. Die Zeit vergeht für den im Zug Sitzenden also schneller. Außerdem muss man noch berücksichtigen:

1. die Bewegung der Erde um die Sonne,
2. die Bewegung des Sonnensystems um das galaktische Zentrum, und
3. die Eigenbewegung der Milchstraße im Universum.

Das Zwillingsparadox

Einsteins Relativitätstheorie scheint Fehler zu enthalten. Das sogenannte „Zwillingsparadox“ ist nämlich richtig. Nur dass dies die Relativitätstheorie natürlich nicht widerlegt, sondern nur auf einen Fehler in den Grundannahmen der Relativitätstheorie hinweist. Dazu folgende Überlegung: Die Relativitätstheorie unterscheidet „nicht“ zwischen ruhenden und bewegten Systemen, die relativ zueinander bewegt sind.

Ich möchte nun gerne ein kurzes Zitat aus dem Werk „Einführung in die Relativitätstheorie“ von Thomas Bührke folgen lassen, ein Werk, das ich hier besonders empfehlen möchte. Auf S.50–52 lesen wir folgende Überlegungen zum Zwillingsparadox:

„Gerade die Gleichberechtigung der Bezugssysteme und die daraus resultierende bemerkenswerte Symmetrie brachte Kritiker der speziellen Relativitätstheorie auf ein Gedankenexperiment, das sie als schlagfertigen Gegenbeweis gegen die Einsteinsche Theorie ins Feld führten. Es ist als Zwillingsparadox berühmt geworden.

Stellen wir uns vor, in ferner Zukunft sei es möglich, Raumschiffe zu bauen, die nahezu mit Lichtgeschwindigkeit fliegen können. Im Jahre 2100 begibt sich der Astronaut Neil Armstrong jr. Auf eine Reise zum 25 Lichtjahre entfernten Stern Wega. Zufällig ist am Starttag sein dreißigster Geburtstag, den er zusammen mit seinem Zwillingsbruder feiert. Um die folgende Betrachtung zu vereinfachen, nehmen wir an, die Rakete würde nahezu ohne Zeitverlust auf 98 Prozent der Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und würde mit dieser Geschwindigkeit die Reise fortsetzen. Bei der Wega nimmt Armstrong jr. Vom Raumschiff aus einige Messungen vor, dreht dann ohne Aufenthalt um und kehrt mit derselben Geschwindigkeit wie auf dem Hinweg zur Erde zurück. Auf dem Heimatplaneten angekommen begrüßen sich die beiden Brüder, aber sie müssen feststellen, dass sie, die Zwillinge, nicht mehr gleich alt sind. Nach Neils Borduhr sind seit seinem Start zehn Jahre vergangen, er ist also vierzig Jahre alt. Sein Bruder feiert hingegen bereits seinen achtzigsten Geburtstag, hat demnach also fünfzig Jahre auf Neils Rückkehr gewartet.

Zu einem Paradox, also einem in sich widersprüchlich erscheinenden Zustand, wird dieses Beispiel erst durch den Grundsatz, dass alle Inertialsysteme (Bezugssysteme) gleichberechtigt sind. Das heißt, die Behauptung des Bruders, er habe sich auf der Erde in Ruhe befunden und Neil habe sich schnell bewegt, lässt sich ebenso umkehren in die Behauptung, Neil sei unbewegt geblieben und der Bruder habe sich mit der Erde von ihm entfernt. Wem diese Anschauung immer noch befremdlich vorkommt, kann sich den Bruder auch in einem Raumschiff vorstellen, das irgendwo im Weltraum so stationiert ist, dass es bezüglich der Erde in Ruhe ist. Nun hat man also zwei Brüder in zwei Raumschiffen, die sich gegenseitig voneinander entfernen. Betrachtet sich Neil als ruhend, so muss er annehmen, dass die Uhr seines Bruders

auf der Erde oder im anderen Raumschiff langsamer geht. Bei ihrem Wiedersehen müsste nun Neil schneller gealtert sein als sein Zwilling. Eine von beiden Schlussfolgerungen muss aber falsch sein, denn einer der beiden Brüder kann beim Wiedersehen nicht gleichzeitig älter und jünger sein als der andere. Gibt es das Phänomen der Zeitdilatation also doch nicht? Und ist die Relativitätstheorie falsch?“ (Thomas Bühre: „Einführung in die Relativitätstheorie“, S.50-52)

Antwort: Nein, die Relativitätstheorie ist nicht grundsätzlich falsch, aber das Prinzip, dass alle Inertialsysteme gleichberechtigt sind, gilt so nicht. Die Bezugssysteme sind nämlich „nicht“ gleichberechtigt. Es geht natürlich nicht an, dass Einstein hier behauptete, im Gegensatz zum Raumschiff des Bruders sei das Raumschiff von Neil „kein“ Inertialsystem, nur weil es beschleunigt wäre und die spezielle Relativitätstheorie darauf nicht anwendbar sei. Er hatte doch gerade diese Voraussetzung bei dem Gedankenexperiment gemacht. Natürlich ist spezielle Relativitätstheorie voll und ganz anwendbar. Und natürlich ist das Raumschiff von Neil ein Inertialsystem. Es gibt aber eine ansteigende Wertigkeit der Bezugssysteme, von der absoluten Ruhe bis hinauf zur absoluten Lichtgeschwindigkeit. Die Symmetrie ist nämlich tatsächlich gebrochen. Jedes bewegte Bezugssystem bewegt sich relativ zum Raum, und damit zu den grundlegenden „Eigenschaften“ des Lichts bzw. zum kosmischen Hintergrund. Das bedeutet, dass grundsätzlich ein Unterschied besteht, zwischen ruhenden Bezugssystemen und bewegten. Dass Einstein statt einer gebrochenen Symmetrie von Anfang an einen **Isomorphismus gleichberechtigter Bezugssysteme** annimmt, ist um so erstaunlicher, weil etwa die Elektrodynamik, von der Einstein ja seinen Ausgang nimmt, „gerade“ zwischen ruhenden und bewegten Systemen unterscheidet, und dies auch tun „muss“, denn so ist ja die gebrochene Symmetrie in der Struktur von elektrischem und magnetischem Feld definiert. Ich möchte einmal die These wagen, dass sich für die Elektrodynamik die gleiche innere Struktur finden lässt, wie für die Relativitätstheorie. Möglicherweise wird man einmal beide Theorien genau übereinanderlegen können. Man wird sehen.

Zurück zu unserem Fallbeispiel: Wie soll ich denn nun feststellen, ob ich mich relativ zum Raum bewege, will sagen, wie bestimme ich die absolute Ruhe? Dafür gibt es nur eine einzige Möglichkeit: Die Bestimmung über die Eigenschaften des Lichtes bzw. dem kosmischen Hintergrund. Ich muss mich praktisch zu einem (übergeordneten) absoluten Bezugssystem in eine Beziehung setzen. Und dieses absolute Bezugssystem ist das Weltall selber. Dann zeigt sich aber eben auch, dass alle Geschwindigkeiten absolut sind. Subjektiv sind sie natürlich relativ aber objektiv sind sie absolut. An dieser Stelle wird praktisch die klassische RT genau auf den Kopf gestellt. Die RT in meiner Interpretation stellt praktisch die genaue Umkehrung klassischen Mechanik dar. Einstein ist hier einfach über das Ziel hinausgeschossen.

Die Längenkontraktion

Der Einfachheit halber lasse ich jetzt ein Zitat aus dem Werk „Albert Einstein für Anfänger“ von Stratis Karamanolis folgen. Auf S.34 lesen wir:

„Um den **Äther** zu retten, nahm, wie wir gesehen haben, Fitzgerald an, dass ein sich bewegendes Objekt innerhalb des Äthers eine **Längenkontraktion** in seiner Bewegungsrichtung erfährt.

Zu diesem Ergebnis können wir mit Hilfe eines Gedankenexperimentes leicht gelangen. Angenommen, ein ruhender Beobachter unternimmt die Aufgabe, die Länge eines Eisenbahnzuges zu messen, der auf Schienen vorbeifährt. Nachdem dieser Beobachter auf dem Erdboden steht und der Zug sich in Bewegung befindet, kann er nicht hingehen und mit Hilfe eines Maßstabes die Länge des Zuges messen. Er weiß aber, dass der betreffende Zug mit einer Geschwindigkeit von v vorbeifährt. Verfügt er über eine Stoppuhr, so kann er die folgende

Überlegung anstellen: Er startet die Stoppuhr, sobald die Spitze des Zuges einen markierten Punkt auf den Schienen durchfährt, und stoppt sie, sobald der Zug diese Markierung in voller Länge passiert hat. Damit kennt er die Zeit t , die der Zug gebraucht hat, um die Markierung zu durchlaufen. Multipliziert er die Geschwindigkeit v mit der Zeit t , dann erhält er die Länge des Zuges. Eine leichte Aufgabe, die aber einen Haken hat; denn die vom Beobachter gemessene Zeit t ist nicht identisch mit der Zeit t' des sich bewegenden Zuges. Für die Längenbestimmung ist aber die Zeit t' und nicht t maßgeblich.. Und weil die Zeit t' langsamer abläuft, als die Zeit t , erscheint dem stehenden Beobachter der Zug kürzer, ...“ (Stratis Karamanolis: „Albert Einstein für Anfänger“, S.34-35)

(2) Die Längenkontraktion $l' = l^{\circ} \sqrt{1-(v/c)^2}$

Die Masse- bzw. Trägheitszunahme in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit

„Eine weitere Forderung der speziellen Relativitätstheorie ist die Masse- bzw. Trägheitszunahme in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit. Sie ergibt sich aus folgenden Überlegungen: Steigt die Geschwindigkeit eines materiellen Objekts an, so gewinnt dieses Objekt zusätzlich zu seiner Ruhemasse m_0 eine weitere Masse m , die äquivalent zu seiner kinetischen Energie ist.“ (Stratis Karamanolis: „Einstein für Anfänger“, S.42-43)

Für die neue Relativmasse m' eines sich mit hoher Geschwindigkeit bewegenden Objekts gilt:

(3) Die Massezunahme $m' = m^{\circ} / \sqrt{1-(v/c)^2}$

Die Äquivalenz von Masse und Energie

„Die spektakulärste Aussage der *speziellen Relativitätstheorie* bezieht sich zweifellos auf die Äquivalenz von Masse und Energie, die in der inzwischen berühmten Formel

(4) Einsteins Energieformel $E = m c^2$

ihren Niederschlag findet. Diese Formel besagt, dass die Energie der Masse und zugleich dem Quadrat der Lichtgeschwindigkeit proportional ist. Das bedeutet, dass Masse eine ungeheure Energiemenge repräsentiert, da der Faktor c hoch 2 einen sehr hohen Wert aufweist. Masse ist also eine Art „eingefrorene“ Energie.“ (Stratis Karamanolis: „Albert Einstein für Anfänger“, S.44)

Die Addition der Geschwindigkeiten

„Die klassische Physik kennt wie erwähnt bei der Addition der Geschwindigkeiten keine Grenze. Sie rechnet also auch mit Geschwindigkeiten, die größer als die Lichtgeschwindigkeit sein können. Geschwindigkeiten dieser Größenordnung sind aber im Rahmen der speziellen Relativitätstheorie unzulässig, da die Lichtgeschwindigkeit als (absolute) Grenzggeschwindigkeit betrachtet wird, die nur das Licht, d.h. die masselosen Photonen, erreichen kann. Eine Addition der Geschwindigkeiten nach der Beziehung $v_{\text{gesamt}} = v_1 + v_2$ muss also so modifiziert werden, dass sie den Anforderungen der Relativitätstheorie genügt.“ (Stratis Karamanolis: „Einstein für Anfänger“, S. 48)

Nach geeigneter Herleitung erhielt Einstein sein Additionstheorem für die Addition von Geschwindigkeiten im Rahmen der Relativitätstheorie:

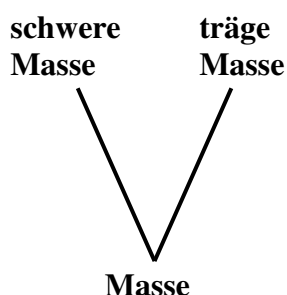
$$(5) \text{ Einsteins Additionstheorem} \quad v_{\text{gesamt}} = \frac{v_1 + v_2}{1 + (v_1 \times v_2) / c^2}$$

„Diese Gleichung steht im Einklang mit der speziellen Relativitätstheorie, weil sie zu keinen Überlichtgeschwindigkeiten führen kann. Nehmen wir an, ein Raumschiff „fliegt“ mit gleichbleibender Geschwindigkeit in eine bestimmte Richtung. Innerhalb dieses Raumschiffs bewegt sich ein Elektron, und zwar in der gleichen Richtung. Die Geschwindigkeit des Raumschiffs sei $v_1 = 0,8 c$, die Geschwindigkeit des Elektrons $v_2 = 0,3 c$. Setzen wir diese Werte in obige Gleichung ein, so erhalten wir als Endgeschwindigkeit des Elektrons einen Wert von $v_{\text{gesamt}} = 0,887 c$, d.h. einen Wert, der kleiner als die Lichtgeschwindigkeit ist. Die klassische Physik würde hingegen behaupten, dass die Endgeschwindigkeit des Elektrons $0,8 c + 0,3 c = 1,1 c$ beträgt.

Bei Geschwindigkeiten, die weit unterhalb der Lichtgeschwindigkeit liegen, kann jedoch der „Term“ $(v_1 \times v_2)/c^2$ vernachlässigt werden, so dass die genannte Gleichung in Einklang mit deren Newtonschen Lehre steht. Demnach würde dann gelten: $v_{\text{gesamt}} = v_1 + v_2$.

Die allgemeine Relativitätstheorie

Masse ist grundsätzlich zweierlei, nämlich entweder „schwere“ Masse oder aber „träge“ Masse. Beide Werte sind dem Betrage nach gleich. Das ist ein Postulat Einsteins, das heute hinreichend gesichert und experimentell bewiesen ist. Bei der Masse als entweder schwere oder aber träge Masse vom gleichen Betrage, handelt es sich um den außerordentlich seltenen Fall einer (von mir so genannten) **Polaräquivalenz**. Die schwere Masse und die träge Masse bilden eine Polarität. Sie genügen dem **Polarprinzip**. Da sie aber außerdem dem Betrage nach gleich sind, so die Forderung der **allgemeinen Relativitätstheorie**, besteht zwischen ihnen Äquivalenz. Schwere Masse und träge Masse unterliegt somit dem **Äquivalenzprinzip**.



Die **allgemeine Relativitätstheorie** geht also davon aus, dass schwere Masse und träge Masse identisch sind. Mit der Formulierung des **Äquivalenzprinzips** konnte Einstein das **Relativitätsprinzip** der speziellen Relativitätstheorie auch auf beschleunigte Systeme anwenden und damit auch die **Gravitationskraft** einbeziehen.

Die Raumzeit

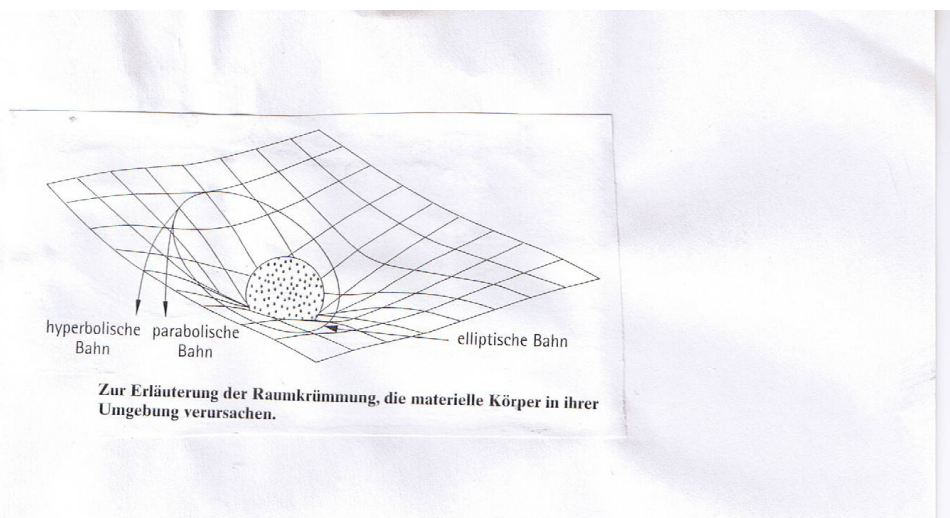
Mit der Vorstellung vom Äther wurde auch der Begriff des **absoluten Raumes** aufgegeben. An seine Stelle trat die sogenannte **Raumzeit**, die aus drei Raumdimensionen und einer Zeitdimension besteht. Die Vorstellung der **Raumzeit** ist allerdings nicht Teil meiner eigenen Anschauung. Ich selber differenziere auch weiterhin zwischen dem Raum und der Zeit im Sinne einer polaren Struktur.

Die Geometrie gekrümmter Räume

„Die Geometrie gilt vielen als die Mutter aller Wissenschaften; und die Geometrie ist auch das Fundament der **allgemeinen Relativitätstheorie**. Diese stützt sich allerdings nicht auf die bekannte Euklidische Geometrie, so wie sie vor etwa 2300 Jahren Euklid aufstellte, sondern auf die Geometrie **gekrümmter Räume**.“ (Stratis Karamanolis: „Einstein für Anfänger“, S.56)

Die Krümmung des Raumes bzw. der Raumzeit

„Durch die Formulierung des **Äquivalenzprinzips** rückte für Einstein auch der Begriff **Raumkrümmung** bzw. **Raumzeitkrümmung** nahe.“ Einstein war nämlich in der Lage, theoretisch zu zeigen, „dass die Erdgravitation den umgebenden **Raum** bzw. die umgebende **Raumzeit** krümmt. Und je größer die Masse des betreffenden Körpers ist, desto größer ist auch die verursachte Krümmung, d.h. die „Verzerrung“ des umgebenden Raumes bzw. der umgebenden Raumzeit. Zwischen Gravitation, beschleunigter Bewegung und gekrümmtem Raum existiert also eine Beziehung. Und gerade dies veranlasste Einstein zu dem Schluss, dass Massen eine Art „Delle“ in der Struktur ihrer umgebenden Raumzeit verursachen. Eine solche (vierdimensionale) „Delle“ ist verständlicher Weise graphisch schwer darstellbar, daher wird hierfür oft ein zweidimensionales Bild verwendet (siehe Abbildung).



Dabei stellt man sich ein Trampolin vor, auf das eine Eisenkugel gelegt wird. Diese Kugel drückt die Bespannung des Trampolins nach unten und verursacht dadurch eine Auswuchtung, deren Größe vom Gewicht der Kugel abhängt. Je größer die Kugel, desto größer auch die entsprechende Auswuchtung. Die Kugel versinnbildlicht die Sonne oder irgendeinen anderen Himmelskörper und das Trampolin seine umgebende Raumzeit. Der Raum als „positiver Speicher“ gewinnt somit hier einen neuen Charakter, weil er auf die Masse aktiv reagiert. Denn die Raumzeitkrümmung wirkt automatisch auf andere Massen und zwingt sie zu Bewegungen, die von der Raumzeitkrümmung beeinflusst werden. Legt man beispielsweise auf das Trampolin eine zweite, kleinere Kugel und versetzt sie mit einer Anfangsgeschwindigkeit, kann hängt ihr Weg davon ab, ob sich die erste Kugel in der Mitte des Trampolins befindet oder nicht. Wenn die erste Kugel abwesend ist, dann ist das Trampolin eben und die zweite Kugel bewegt sich geradlinig. Die Anwesenheit der ersten Kugel führt hingegen dazu, dass die zweite Kugel einer gekrümmten Bahn folgt. Bei Vernachlässigung der Reibungsverluste und bei geeigneter Geschwindigkeit kann nun die zweite Kugel anfangen, die erste Kugel zu umkreisen. Sie bewegt sich mit anderen Worten auf einer Umlaufbahn um die erste Kugel. Die „magische“ Gravitationskraft der Newtonschen Lehre wird also im Rahmen der allgemeinen Relativitätstheorie durch eine Raumzeitkrümmung ersetzt. Denn wie die erste Kugel auf dem Trampolin, so erzeugt die Sonne oder irgendein anderer Himmelskörper in der Raumzeitstruktur ihrer Umgebung eine Verzerrung, also eine Krümmung, die die Bewegung der eventuell vorhandenen Planeten durch die Form ihrer Krümmung bestimmt. Wie die zweite Kugel umkreist die Erde die Sonne auf einer Umlaufbahn. Die Raumzeit im Rahmen der Relativitätstheorie ist also etwas, das nicht durch die Bewegung, sondern durch die Materie bzw. Energie verzerrt, d.h. gekrümmt wird.“ (Str. Karamanolis: „Einstein für Anfänger“ S.63-65)

„Grundidee der allgemeinen Relativitätstheorie ist, wie wir gesehen haben, die Raum- bzw. Raumzeitkrümmung, die praktisch die fragwürdige fernwirkende Newtonsche Gravitationskraft ersetzt. Gemäß dieser Theorie stellt also die Gravitationskraft gar keine Kraft dar. Sie erscheint nur als solche wegen der durch die Massen bzw. Energien verursachten Raumzeitkrümmung. Von dieser Idee bis zur Entwicklung der erforderlichen Mathematik war es aber ein langer und zugleich dorniger Weg, der wie bereits erwähnt über ein Jahrzehnt gedauert hat.“ (Stratis Karamanolis: Einführung in die Relativitätstheorie“, S.65)

Die gravitative Zeitdilatation

„Nicht weniger spektakulär als die Raumzeitkrümmung ist die **gravitative Zeitdilatation**, d.h. die Zeitverlangsamung, die aufgrund der Gravitation stattfindet. Sorgt im Rahmen der speziellen Relativitätstheorie die Geschwindigkeit dafür, dass die Zeit in sich bewegenden Bezugssystemen langsamer abläuft, so ist im Rahmen der allgemeinen Relativitätstheorie die Gravitation, d.h. die Raumzeitkrümmung dafür verantwortlich. Und je größer die Masse eines Himmelskörpers ist, desto größer ist auch die auftretende gravitative Zeitdilatation. Uhren auf massereichen Sternen „ticken“ also langsamer als die entsprechenden Uhren auf masseärmeren Sternen und umgekehrt. Diese Art der Zeitdilatation ist allerdings relativ schwach, und es sind sehr große Massen erforderlich, damit dieser Effekt überhaupt in Erscheinung treten kann. Auf der Sonnenoberfläche „tickt“ beispielsweise eine Uhr mit etwa 99,998 Prozent der Geschwindigkeit einer Uhr, die sich im gravitationsfreien Raum befindet. Auf der Oberfläche eines Neutronensterns, dessen Masse in etwa der unserer Sonne entspricht, dessen Dichte aber um einen Faktor von einer Million Milliarden größer ist als die Massedichte der Sonne, tickt die gleiche Uhr etwa 14% langsamer; und im Zentrum eines Schwarzen Lochs kommt sie ganz zum Stillstand. Schwarze Löcher stellen deswegen „Grabstätten“ der Zeit dar.“ (Stratis Karamanolis: „Einstein für Anfänger“, S.69-70)

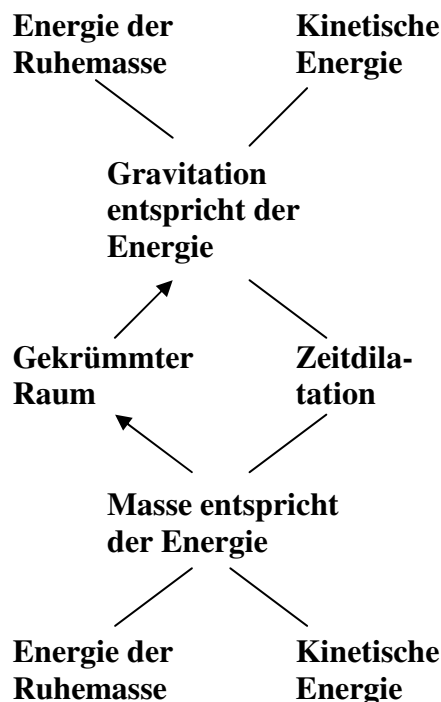
Eine Überlegung zur Relativitätstheorie

1. Es gibt eine Krümmung des Raumes und es gibt eine Zeitdilatation.
2. Ruhemasse führt a) zu einer Krümmung des Raumes und b) zu einer Zeitdilatation. Und: Bewegung führt ebenfalls a) zu einer Krümmung des Raumes und b) zu einer Zeitdilatation. Dies sind die beiden Pole der Relativitätstheorie, die sich dann auch noch gegenseitig überlagern. Es gilt grundsätzlich das Äquivalenzprinzip.

Äquivalenzprinzip, Polaritätsprinzip und Polaräquivalenz

Die ganze Relativitätstheorie erscheint uns deshalb so wunderbar, weil es in ihr ein hohes Maß an Symmetrie gibt. Innerhalb der Struktur der Relativitätstheorie gilt a) das Äquivalenzprinzip, b) das Polaritätsprinzip, und c) sogar und in einzigartiger Weise eine Polaräquivalenz. Dazu folgende Überlegung:

1. Polarität: Es gibt die Polarität von Ruhe und Bewegung.
Es gibt die Polarität der Energie der Ruhemasse und der kinetischen Energie.
1. Äquivalenz: Die Masse entspricht der Energie.
2. Äquivalenz: Die Masse entspricht dem gekrümmten Raum.
3. Äquivalenz: Die Masse entspricht der Zeitdilatation.
2. Polarität: Es gibt eine Polarität von Raum und Zeit
Es gibt eine Polarität von gekrümmtem Raum und Zeitdilatation.
4. Äquivalenz: Die Gravitation entspricht dem gekrümmten Raum.
5. Äquivalenz: Die Gravitation entspricht der Zeitdilatation.
6. Äquivalenz: Die Gravitation entspricht der Energie
3. Polarität: Es gibt die Polarität der Energie der Ruhemasse und der kinetischen Energie.



Der Gravitationslinseneffekt

„Nachdem wir nun die Gravitation als gekrümmten Raum ... identifiziert haben, kommen wir noch einmal auf die Frage zurück, wie sich die Krümmung tatsächlich nachweisen lässt. Einstein selbst hatte ... bereits vier Jahre vor der Fertigstellung der allgemeinen Relativitätstheorie die Krümmung eines Lichtstrahls im Gravitationsfeld eines Sterns vorausgesagt. Mit großem Eifer hatte er versucht, Erwin Freundlich dazu zu bewegen, diesen Effekt durch eine astronomische Beobachtung zu bestätigen. Der Erste Weltkrieg verhinderte das Projekt, was sich im Nachhinein als Glück im Unglück erwies. In seiner Arbeit hatte Einstein nämlich bei –der Berechnung des Ablenkungswinkels einen Fehler gemacht und einen um einen Faktor Zwei zu kleinen Wert erhalten. 1916 kam er auf die richtige Lösung, und diese sollte 1919 bestätigt werden.“

„Der in die USA ausgewanderte schweizerische Astronom Fritz Zwicky vermutete schon ein Jahr später, dass man dieses Phänomen sehen müsste, wenn nicht ein einzelner Stern als **Gravitationslinse** fungiert, sondern das gewaltige Gravitationsfeld einer aus Milliarden von Sternen bestehenden Galaxie. Es sollten jedoch über sechzig Jahre vergehen, bis die erste Gravitationslinse gefunden wurde.“ (Thomas Bührke: „Einführung in die Relativitätstheorie“, S.87/91)

Materie

Was ist Materie. Was können, dürfen, müssen wir uns unter der Materie vorstellen. Im Sinne der Relativitätstheorie ist Materie einfach nur ein Träger, ein Träger von Masse, und damit ein Träger von Energie. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um Energie der Ruhemasse oder um kinetische Energie handelt. Beide sind gleichberechtigt.

Wechselwirkung

Dass innerhalb der (allgemeinen) Relativitätstheorie das Kausalgesetz gilt, ist klar. Aber gilt in ihr auch das Gesetz der Wechselwirkung? Aus einem mir unerfindlichen Grund kann ich diese Frage noch nicht eindeutig entscheiden, nehme aber inzwischen an, „dass“ die Wechselwirkung ebenfalls uneingeschränkt gilt, denn aus der Mechanik wissen wir, dass wenn die Kausalität gilt, die Wechselwirkung notwendiger Weise auch gelten muss.

Die Kausalität ist das 1. Weltgesetz.

Die Wechselwirkung ist das 2. Weltgesetz.

Die Gravitations-Blauverschiebung

Ich hatte nun die Relativitätstheorie zu 90% verstanden. Es blieb mir genau eine Frage, für die ich keine Lösung hatte, ja, ich wusste nicht einmal, wonach ich suchen sollte. Dieser Schönheitsfehler der Einsteinschen Relativitätstheorie war für mich die fehlende **Gravitations-Blauverschiebung**.

In der Dritten Nacht meines Studiums der Relativitätstheorie nahm ich mir dann besonders die fehlende Gravitations-Blauverschiebung vor. Die Grundüberlegungen dazu sind sehr einfach. Wir kennen alle den sogenannten **Dopplereffekt**. Der Dopplereffekt führt dazu, dass das Licht einer sich von uns entfernenden Lichtquelle zum Roten hin verschoben ist, das Licht einer sich auf uns zubewegenden Lichtquelle hingegen zum Blauen. Der Dopplereffekt hat

sozusagen an und für sich eine Polare Struktur, er genügt dem **Polaritätsprinzip**. Bisher hatte ich immer angenommen, dass es sich bei dem Dopplereffekt um ein im Prinzip rein mechanisch erklär- und interpretierbares Phänomen handelt. Umso erstaunter war ich, zu erfahren, dass Einstein im Rahmen der Relativitätstheorie eine Gravitations-Rotverschiebung des Lichtes entdeckt hatte, eine Entdeckung, auf die er zu recht stolz sein konnte. Die Gravitations-Rotverschiebung wurde einige Zeit später tatsächlich experimentell eindeutig nachgewiesen. Ich selber hätte wahrscheinlich niemals in eine solche Richtung gedacht, und mir wäre die Gravitations-Rotverschiebung mit Sicherheit entgangen. Nun entstand aber für mich ein Problem: Wo war denn dann die Gravitations-Blauverschiebung, die ich aufgrund des Polaritätsprinzips unbedingt annehmen musste. Ich konnte einfach nicht annehmen, dass es sich bei der fehlenden Gravitations-Blauverschiebung um einen „zweiten Symmetriebruch“ handeln sollte. Doch wo sollte ich suchen?

Ich machte folgende Grundannahmen. 1. Gegeben ist eine Lichtquelle, 2. diese Lichtquelle befindet sich a) in Ruhe (bewegen darf sie sich nicht, denn wir wollen ja nicht den Dopplereffekt messen), und b) in einem beliebigen Gravitationsfeld, z.B. dem der Erde. Ich musste nun bei dem sich von der im Gravitationsfeld (der Erde) ruhenden Lichtquelle ausbreitenden Licht irgendwie die von mir als unverzichtbar angenommene Polarität von Rot- und Blauverschiebung finden. Und genau in dem Augenblick, als ich so weit war, fiel es mir wie Schuppen von den Augen. Der Fall war geklärt, ich hatte die Gravitations-Blauverschiebung gefunden. Doch wie sah meine Idee aus?

Licht ist Energie und damit kann sie als virtuelles Masseteilchen dargestellt werden. Bewegt sich das Licht nun vom Gravitationsfeld weg (quer zu den Kreisgeodäten) verliert es an Energie, es leistet sozusagen Hubarbeit. Das Licht ist zum Roten hin verschoben. Bewegt sich das Licht aber auf das Gravitationsfeld zu, dann gewinnt es natürlich an Energie. Das Licht ist zum Blauen hin verschoben. Ein möglicher experimenteller Nachweis dürfte keinerlei Probleme bereiten. Die Gravitations-Blauverschiebung ist **evident**. Dieses Beispiel zeigt sehr gut und anschaulich die Vorgehensweise der Phänomenologie. Wir können an diesem Beispiel aber noch etwas ganz anderes lernen: Gravitation ist nichts anderes, als der gekrümmte Raum und es ist die Masse, die den Raum krümmt. Damit krümmt aber auch jede Energie den Raum was mich zu der Aussage veranlasst, dass Gravitation der Energie proportional ist. So erklärt sich zum einen die von mir vertretene innere Struktur der Relativitätstheorie mit ihren Polaritäten und Äquivalenzen.

Schluss

Ich hatte die Relativitätstheorie nun nicht nur zu 100% verstanden, sondern auch noch auf eine ganz neue Grundlage gestellt. Ich setzte mich noch am folgenden Tag, dem 22. Dezember 2008 hin, und begann, mein Manuskript zur Neubegründung der Relativitätstheorie zu schreiben.

Ich versichere, dass alle hier dargestellten Ideen, abgesehen natürlich von den Arbeiten von Albert Einstein, weder auf Vorläufer, noch irgendwelche Vorbilder zurückgehen, sondern ausschließlich meiner eigenen Intuition entstammen. Das Urheberrecht liegt somit ausschließlich bei mir. (Das Urheberrecht wird darüber hinaus aber auch noch durch meine zahlreichen Zitate berührt, die ich aus Werken bezogen habe, wie sie in den Literaturhinweisen zu finden sind. Diese Werke seien dem Leser nachdrücklich empfohlen. Ich habe mich in der hier vorliegenden wissenschaftlichen Arbeit sehr sorgfältig bemüht, den Zitationsregeln im Sinne des Urheberrechts möglichst genau gerecht zu werden. Sollte ich dabei etwas übersehen haben, so möge man mir dies bitte mitteilen. Ich werde es umgehend korrigieren.

Literaturhinweise

- Benzinger, Schnyder, Bürke: „Einführung in die Relativitätstheorie“ (enthält auch eine gutes Glossar mit vielen Literaturhinweisen) - dtv
- Karamanolis, Stratis: „Einstein für Anfänger“ – Elektra (es wurde ausschließlich aus diesem und dem vorigen Werk zitiert)
- „Spezielle Relativitätstheorie – Dorn Bader, Physik, Sek II“ – Schroedel
- Beyvers/Krusch: „Kleines 1x1 der Relativitätstheorie“

Ende

[Zurück zur Startseite](#)