

# Umstürzen der Relativitätstheorie



Walter Orlov

# Umstürzen der Relativitätstheorie

3. Auflage

Dipl.-Ing. (FH) Walter Orlov

Umstürzen der Relativitätstheorie / von Walter Orlov. – 3.,  
vollst. überarb. Auflage.

Copyright: © 2014 Walter Orlov

Verlag: tredition GmbH, Hamburg

# Inhaltsverzeichnis

Beschäftigungsmaßnahme	6
Erfolg dank Manipulationen	7
„ein einziges Experiment“	9
Scheitern der Lorentz-Transformationen	15
Relativistische Behandlung der Synchrotronstrahlung	24
Zwischenbilanz	25
Äquivalenzprinzip mit einer Macke	26
Lichtablenkung an der Sonne	29
Gravitationslinseneffekt	34
Periheldrehung der Merkurbahn	40
Gerbers Gravitationstheorie	48
Gravitationswellen	52
Einsteins Gedankenwelt und Praxis	54

## Beschäftigungsmaßnahme

Im frühen 20. Jahrhundert stellte Albert Einstein seine Relativitätstheorie auf. Die neue – relativistische – Sichtweise beeindruckte die Leute, die Theorie wurde unheimlich populär, sodass sie zum Gesprächsthema bei den Partys wurde. Englische Krimi-Autorin Dorothy L. Sayers schrieb in ihrer Kurzgeschichte „Das Perlenhalsband“ (Originaltitel: „The Pearl Necklace“, 1933):

„Sir Septimus Shale pflegte seine Autorität einmal – und nur einmal – im Jahr gelten zu machen. Er ließ seine junge, elegante Frau das Haus mit geometrischen Stahlrohrmöbeln anfüllen, sie konnte avantgardische Maler und alogische Dichter sammeln, an Cocktails und an Relativitätstheorie glauben und sich so extravagant kleiden, wie sie Lust hatte; aber er bestand darauf, daß Weihnachten auf altmodische Weise gefeiert wurde...“

Heutzutage ist es aber anders. Die einst als revolutionär bezeichneten Gedanken interessieren kaum noch einen. Paradoxerweise werden die Leute trotzdem zur Kasse gebeten: Warum auch immer wollen die Wissenschaftler die Relativitätstheorie stets austesten und dafür brauchen sie selbstverständlich das Geld und nicht wenig.

Einstein sollte einst folgendes gesagt haben:

„Keine noch so große Zahl von Experimenten kann beweisen, daß ich recht habe; ein einziges Experiment kann beweisen, daß ich unrecht habe.“

Und die Lage sieht so aus, als ob seine Erben den ersten Satz zu ihrem Programm gemacht haben: Sie brauchen sehr sehr „große Zahl von Experimenten“. Da in der letzten Zeit sowieso keine relevanten Entdeckungen gemacht werden können,

kommen die zahlreichen Überprüfungen von der längst etablierten Theorie als Beschäftigungsmaßnahme sehr gelegen.

Aber beweisen alle diese Experimente die Relativitätstheorie wirklich?

## Erfolg dank Manipulationen

Robert Trümpler, ein amerikanischer Astronom, veröffentlichte 1932 in der Zeitschrift für Astrophysik den Artikel „Die Ablenkung des Lichtes im Schwerefeld der Sonne“. Die Essenz seiner Arbeit lässt sich mit den zwei kurzen Ausschnitten schildern.

„Die Potsdamer Expedition zur Beobachtung der Finsternis vom 9. Mai 1929 hat kürzlich die Beobachtungsergebnisse der 8,5m-Horizontal-Doppelkamera bezüglich der Lichtablenkung im Schwerefeld der Sonne publiziert. Nach Berechnung der Autoren Freundlich, von Klüber und von Brunn ergeben diese Beobachtungen für die Lichtablenkung  $E$  am Sonnenrand den Betrag  $E = 2",24 \pm 0",10$  (m. F.), der wesentlich größer ist als der aus der allgemeinen Relativitätstheorie folgende Wert  $1",75$ . Dieses Resultat widerspricht nicht nur der Theorie, sondern auch den an der Finsternis von 1922 gemachten Beobachtungen. Es erscheint daher notwendig, seine Ableitung einer sorgfältigen kritischen Prüfung zu unterziehen.“

Nach den einigen Manipulationen der Daten gelingt es ihm einen befriedigenden Wert zu erzielen.

„Lichtablenkung am Sonnenrande  $E = 1",75 \pm 0",19$  (m. F.) **Dieses Resultat ist mit der allgemeinen Relativitätstheorie völlig im Anklang** und bestätigt die an den Finsternissen von 1919 und 1922 gemachten Beobachtungen. Der mittlere Fehler ist zwar durch die Hinzufügung einer neuen Unbekannten etwas angewachsen, erscheint aber in Anbetracht der un-

symmetrischen Verteilung der Sterne und der vielen aus den Beobachtungen zu bestimmenden Instrumentalkonstanten recht befriedigend. Jedenfalls verdient das Resultat neben den bisherigen Beobachtungen dieses Effektes einiges Gewicht.“

Vielleicht werden manche denken: Es sei nur so ein Ausrutscher von damals gewesen. Doch auch jetzt werden die Daten sogar im viel größeren Stil zugunsten der Relativitätstheorie manipuliert.

Das betraf zum Beispiel kosmische Mission „Gravity Probe B“. 2011 wurden lauthals die endgültigen Resultate verkündet.

„Auch wenn die Bestätigung dieser Effekte aus Einsteins Theorien keine neuen Erkenntnisse mit sich bringt, ergeben sich dennoch weitreichende Auswirkungen auf die praktische Physik. Denn wer Einsteins Relativitätstheorie zukünftig in Frage stellen will, muss dazu die Messergebnisse des Satelliten widerlegen – was nicht einfach werden dürfte: Insgesamt wurde bei der NASA fast 50 Jahre an diesem Projekt gearbeitet, die Kosten lagen bei rund 750 Millionen US-Dollar.“ *Welt der Wunder. Einstein hatte Recht: Krümmung der Raumzeit endlich bewiesen.*

Der Einschüchterungsversuch beruht wohl auf der Annahme, dass die Kritiker keine Ahnung vom wirklichen Stand der Dinge hätten. Doch von Anfang an lief die Mission schief.

„Nach dem Start ins All fanden wir eine kleine elektrische Ladung auf dem Gyroskop. Andere Ladungen im Gerät üben darum kleine Kräfte auf das Gyroskop aus, und das hat unsere Pläne durchkreuzt. Dadurch scheitert nicht das ganze Projekt, aber es macht die Datenauswertung schwieriger, denn wir müssen den Störeffekt erst verstehen und berechnen können.“ *Deutschlandfunk. Einstein ohne Ende.*

Mit den anderen Worten empfangen die Forscher einen lauten Datenschrott. Wie schlimm die Lage wirklich war, berichtete ScienceNews „Gravity Probe B finally pays off“.



„The first analysis of this data revealed unexpected anomalies. The gyroscopes had behaved badly - wandering around and pointing in strange orientations. Irregular patches on the surfaces of the spheres were to blame. Everitt knew about these patches and expected interactions with the housing that would create small forces, or torques. But unanticipated patches on the housing itself amplified these electrostatic interactions. **'The torques were 100 times larger than we were expecting,'** says Everitt. 'It was a horrible shock.'“

Der Fehler betrug also das 100-fache der erwarteten Effekte!

Trotzdem fühlten sich die Forscher wie Helden, die der Relativitätstheorie trotz allem treu geblieben sind und mit viel Mühe geschafft haben, alle Hindernisse zu überwinden...

Und man kann schon ahnen, wie die anderen unzähligen Bestätigungen der Relativitätstheorie wie am Fließband wohl produziert wurden.

In dieser Hinsicht sind die Experimente zur Bestätigung bzw. zur Überprüfung der Relativitätstheorie nicht nur wertlos, sondern schlicht sinnlos.

Die Resultate werden sowieso angepasst, auch wenn eine 100-fache Abweichung vorliegt, oder gar ein neues unerwartetes Phänomen auftaucht, das heißt, diese Experimente, wie es von den Forschern selbst bereits zugegeben wurde, können prinzipiell keine neuen Erkenntnisse liefern.

## „ein einziges Experiment“

Aber wenden wir uns wieder dem Einsteins Zitat und zwar dem zweiten Teil zu:

„...ein einziges Experiment kann beweisen, daß ich unrecht habe.“

Ich habe lange Zeit überlegt, was für ein Experiment dies sein kann. Das Hauptproblem ist selbstverständlich es, dass die relativistisch gesinnten Wissenschaftler jedes Ergebnis zu Gunsten der Relativitätstheorie verdrehen werden.

Doch es gibt so ein Experiment tatsächlich!

Auf die Idee einer Art Äquivalenz zwischen Masse und Energie kamen Physiker noch vor Einstein, etwa Poincare und Hasenöhr, trotzdem wird deren Entdeckung allein dem Einstein zugeschrieben.

„ $E = mc^2$  ist eine Konsequenz der speziellen Relativitätstheorie, die Einstein zunächst übersehen hatte. Kaum war im Juni 1905 sein Artikel über die ‚Elektrodynamik bewegter Körper‘ in einem Berner Briefkasten verschwunden, da fiel ihm noch ein weiterer Aspekt ein, den er in seinem Artikel ausgelassen hatte. Im Sommer arbeitete er diese weitere Schlussfolgerung aus seinem ‚Prinzip der Relativität‘ aus und schickte den kurzen Artikel im September an die ‚Annalen‘.“ *Wissen.de,  $E = mc^2$  - die berühmteste Formel der Welt wird 100.*

Allerdings geht es mir nicht so um die historische Gerechtigkeit, sondern mehr um eine ultimative Widerlegung der Relativitätstheorie.

$E = mc^2$  verletzt das Relativitätsprinzip!

Einsteins Nachtrag hieß „Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?“

„Die Gesetze, nach denen sich die Zustände der physikalischen Systeme ändern, sind unabhängig davon, auf welches von zwei relativ zueinander in gleichförmiger Parallel-Translationsbewegung befindlichen Koordinatensystemen diese Zustandsänderungen bezogen werden (Relativitätsprinzip).

[...]

Ein System von ebenen Lichtwellen besitze, auf das Koordinatensystem  $(x, y, z)$  bezogen, die Energie  $l$ ; die Strahlrichtung (Wellennormale) bilde den Winkel  $\varphi$  mit der  $x$ -Achse des Systems. Führt man ein neues, gegen das System  $(x, y, z)$  in gleichförmiger Paralleltranslation begriffenes Koordinatensystem  $(\xi, \eta, \zeta)$  ein, dessen Ursprung sich mit der Geschwindigkeit  $v$  längs der  $x$ -Achse bewegt, so besitzt die genannte Lichtmenge – im System  $(\xi, \eta, \zeta)$  gemessen – die Energie:

$$l^* = l \frac{1 - \frac{v}{V} \cos \varphi}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{V}\right)^2}},$$

wobei  $V$  die Lichtgeschwindigkeit bedeutet. Von diesem Resultat machen wir im folgenden Gebrauch.“

Eigentlich beschreibt die von Einstein angegebene Formel den relativistischen Doppler-Effekt, trotzdem ist sie im Rahmen Spezieller Relativitätstheorie auch für die Berechnung der Strahlungsenergie geeignet. In vorheriger Arbeit schrieb Einstein diesbezüglich:

„Es ist bemerkenswert, daß die Energie und die Frequenz eines Lichtkomplexes sich nach demselben Gesetze mit dem Bewegungszustande des Beobachters ändern.“ *A. Einstein. Zur Elektrodynamik bewegter Körper.*

Weiter betrachtete der Autor einen Körper, der im Koordinatensystem  $(x, y, z)$  ruht. Dieser sendet in die entgegengesetzten Richtungen zwei Blitze von der gleichen Energie  $L/2$  aus.

An dieser Stelle setzte Einstein voraus:

„Hierbei bleibt der Körper in Ruhe in bezug auf das System  $(x, y, z)$ . Für diesen Vorgang muß das Energieprinzip gelten und zwar (nach dem Prinzip der Relativität) in bezug auf beide Koordinatensysteme.“

Als Nächstes berechnete er die Energien für die beiden Systeme.

Im Bezugssystem  $(x, y, z)$  gleicht die Energie des Körpers vor dem Abstrahlen der Blitze  $E_0$  der Summe der Energie danach  $E_1$  und der beiden Blitze:

$$E_0 = E_1 + L .$$

Aus der Sicht des Beobachters im bewegten System  $(\xi, \eta, \zeta)$  besitzen sowohl der Körper als auch die Blitze eine andere Energie. Mit der Berücksichtigung der obigen Formel für die „Lichtmenge“ ergibt sich

$$H_0 = H_1 + \frac{L}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{V}\right)^2}},$$

$H_0$  und  $H_1$  sind die Energien des Körpers dementsprechend vor und nach dem Abstrahlen der Blitze im bewegten Bezugssystem  $(\xi, \eta, \zeta)$ . Wie man sieht, ist hier abgestrahlte Energie um den relativistischen Faktor verstärkt. Daher meint der Autor:

„Die kinetische Energie des Körpers in bezug auf  $(\xi, \eta, \zeta)$  nimmt infolge der Lichtaussendung ab...“

Weil nach der Einsteins Voraussetzung (Relativitätsprinzip) der Körper seine Geschwindigkeit beibehalten soll, kann es nur an der Masse "gedreht" werden. Somit lautet seine Schlussfolgerung:

„Gibt ein Körper die Energie  $L$  in Form von Strahlung ab, so verkleinert sich seine Masse um  $L/V^2$ .“

Wiederum haben wir hier mit einem typischen Gedankenexperiment von Einstein zu tun. Ob alles in einem realen Experiment genauso ablaufen wird... – Nein!

Die Synchrotronstrahlung ist ein Schlüsselphänomen, das erlaubt, die Richtigkeit der Speziellen Relativitätstheorie direkt zu überprüfen.

Als Quelle der Synchrotronstrahlung dienen die hochenergetischen Elektronen, also, die leichten geladenen Teilchen, die auf die sogenannten relativistischen Geschwindigkeiten gebracht werden. Mithilfe von den starken Magneten werden sie vom geraden Weg abgelenkt. Bekanntlich ändert sich dadurch ihre kinetische Energie nicht. Die Beschleunigung senkrecht zur Bewegungsrichtung führt jedoch nach den Gesetzen der Elektrodynamik zur Erzeugung der elektromagnetischen Wellen.

Charakteristisch für die Synchrotronstrahlung ist eine starke Bündelung des Lichtstrahles in Bewegungsrichtung der Elektronen. Normalerweise, also bei kleinen Geschwindigkeiten der Elektronen, zum Beispiel in einer Antenne, ist das Strahlungsfeld dagegen symmetrisch. Abb. 1 zeigt, wie die Relativitätstheorie die Verwandlung erklärt.

Man betrachtet das Ruhssystem von einem Elektron  $K'_\gamma$ , das dem Koordinatensystem  $(x, y, z)$  in der Einsteins Arbeit entspricht. Hier ist die Strahlung noch symmetrisch: In die entgegengesetzten Richtungen wird die gleiche Menge Energie abgestrahlt.

Im Bezugssystem des Beobachters, das heißt des Beschleunigers,  $K$ , das dem Koordinatensystem  $(\xi, \eta, \zeta)$  entspricht, verlagert sich die Intensität der Strahlung nach vorn. Ganz nach der Einsteins Vorstellung verliert das Elektron dadurch seine kinetische Energie, aber...

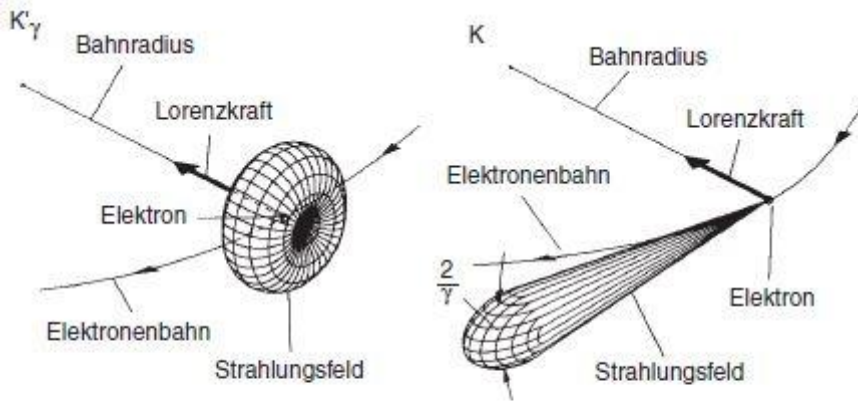


Abbildung 2.1: Dipolstrahlung im Ruhesystem des Elektrons  $K'_\gamma$  und im Laborsystem  $K$ . Das torusförmige Strahlungsfeld des Dipols verzerrt sich durch Lorentztransformation in der Bewegungsrichtung des Elektrons zu einer Keule mit dem halben Öffnungswinkel  $1/\gamma$ .

Abb. 1. Vorstellung über die Entstehung der Synchrotronstrahlung laut dem Relativitätsprinzip. In der Einsteins Arbeit entsprechen  $K'_\gamma \rightarrow (x, y, z)$  und  $K \rightarrow (\xi, \eta, \zeta)$ .

Quelle: Dipl.-Phys. Oliver Kugeler, Elektronenkoinzidenzmessungen an kleinen Molekülen mit hoher Energieauflösung.

Aber das führt nicht zur Minderung der Masse vom geladenen Teilchen, wie es Einstein schlussfolgerte, sondern das Elektron wird lediglich abgebremst.

„Die in einem Speicherring umlaufenden Elektronen verlieren durch die Abgabe von Synchrotronstrahlung permanent Energie. Das Hochfrequenz-System kompensiert diesen Energieverlust durch Beschleunigung der Elektronen in einem elektrischen Hochfrequenzfeld, welches in Kavitäten (auch Hohlraumresonatoren genannt) erzeugt wird.“ *Deutsches Elektronen-Synchrotron. Das Hochfrequenz-System für den Beschleuniger.*

Hätte Einstein doch Recht gehabt, bräuchte die Elektronen keine zusätzliche Beschleunigung durch Hochfrequenz-Sys-

teme. Einmal auf eine hohe Geschwindigkeit gebracht, würden sie diese stets beibehalten, denn die Strahlung ginge auf Kosten der Elektronenmasse. Sie strahlten und strahlten, bis sie ihre Masse ganz verbrauchten und schließlich verschwanden... Weil sie eine Ladung besitzen, würde auch diese mit ihnen zusammen verschwinden, womit noch das Ladungerhaltungsgesetz verletzt wäre.

**Einsteins Relativitätsprinzip versagt in der Praxis!**

Die Bezugssysteme von den hochenergetischen Elektronen und dem Beschleuniger sind in Wirklichkeit nicht gleichberechtigt: Auch im Bezugssystem der Elektronen ist die elektromagnetische Strahlung asymmetrisch – genauso wie im Bezugssystem des Beschleunigers wird dort in die Bewegungsrichtung mehr Energie abgestrahlt als in entgegengesetzte Richtung. Deshalb werden die Elektronen im eigenen Ruhesystem entgegengesetzt zur Bewegungsrichtung beschleunigt.

Offensichtlich liefern die Gedankensprünge zwischen den Bezugssystemen keine adäquaten Schlussfolgerungen, die mit dem Experiment übereinstimmen. Im Fall der Synchrotronstrahlung ist das Bezugssystem des Beschleunigers ausschlaggebend. Dort wird Form, Intensität der Strahlung und das Verhalten der Elektronen bestimmt. Die anderen Bezugssysteme sind nur die Beobachtungssysteme und für die realen Vorgänge irrelevant.

## **Scheitern der Lorentz-Transformationen**

Bleiben wir bei der Synchrotronstrahlung, weil sie die weiteren Versäumnisse der theoretischen Physik enthüllt.

„Die Strahlung war schon 1898 vom französischen Physiker Alfred-Marie Liénard theoretisch vorausgesagt worden. Er hatte - völlig zu Recht - vermutet, dass eine elektrische Ladung, die fast mit Lichtgeschwindigkeit auf einer Kreisbahn rotiert, dabei nach außen hin eine elektromagnetische Strahlung abgeben müsse.“ *Berliner Morgenpost. Forschung mit sensationell hellem Licht.*

Die Grundlage für diese Voraussage bildeten die Gleichungen, die er 1898 und deutscher Physiker Wiechert zwei Jahre später hergeleitet hatten.

Es kann ja äußerst seltsam vorkommen, aber in Wirklichkeit liefern die Gleichungen von Liénard und Wiechert eine ganz andere Struktur elektromagnetischer Felder als von Lorentz und Einstein.

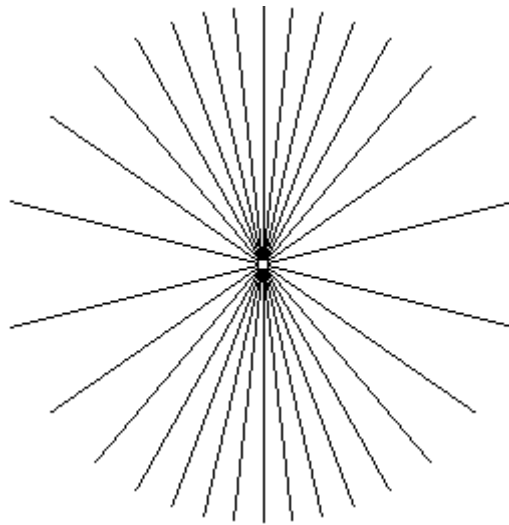


Abb. 2. Abgeplattete Feldlinien des elektrischen Feldes einer bewegten Ladung ( $v = 0.8 \cdot c$ , Laufrichtung von links nach rechts) nach Lorentz und Einstein.

Die Lorentz-Felder sind senkrecht zur Bewegungsrichtung ab-



geplattet, also, es handelt sich um die übliche relativistische Länge-Kontraktion (Abb. 2).

Die Liénard-Wiechert-Felder bündeln sich dagegen in Fahr- richtung (Abb. 3).

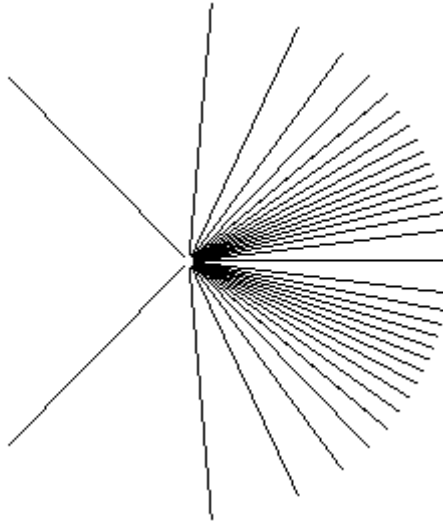


Abb. 3. Gebündelte Feldlinien des elektrischen Feldes einer be-  
wegten Ladung ( $v = 0.8 \cdot c$ , Laufrichtung von links nach rechts)  
nach Liénard und Wichert.

Selbstverständlich sehen die mathematischen Ausdrücke auch unterschiedlich aus.

Lorentz und Einstein:

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{1 - \frac{v^2}{c^2}}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2} \sin^2\theta\right)^{\frac{3}{2}}},$$

Liénard und Wichert:

$$\vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1 - \frac{v^2}{c^2}}{\left(r - \vec{v} \frac{\vec{r}}{c}\right)^3} \left(\vec{r} - \vec{v} \frac{r}{c}\right).$$

Zum besseren Vergleich können wir die beiden Formeln für die zwei Richtungen vereinfachen.

Bewegungsrichtung ( $\theta = 0^\circ$ ):

Lorentz und Einstein:

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right),$$

Liénard und Wichert:

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}}.$$

Senkrecht ( $\theta = 90^\circ$ ):

Lorentz und Einstein:

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

Liénard und Wichert:

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{\frac{3}{2}}.$$

Welche aus diesen Feldern sind nun real und welche entsprungen der unbändigen Phantasie?

Die Synchrotronstrahlung testet das ganz objektiv.

Um den Mechanismus der Abstrahlung zu veranschaulichen, wird oft die Behandlung von Thomson (1903) angewendet. Man betrachtet einen Ladungsträger, der während des kurzen Zeitabschnittes beschleunigt wird, wodurch eine Verschiebung der elektrischen Feldlinien nach der Beschleunigung gegen die elektrischen Feldlinien vor der Beschleunigung stattfindet. Daraus ergibt sich die transversale Komponente des elektrischen Feldes und sie präsentiert das Strahlungsfeld (Abb. 4).

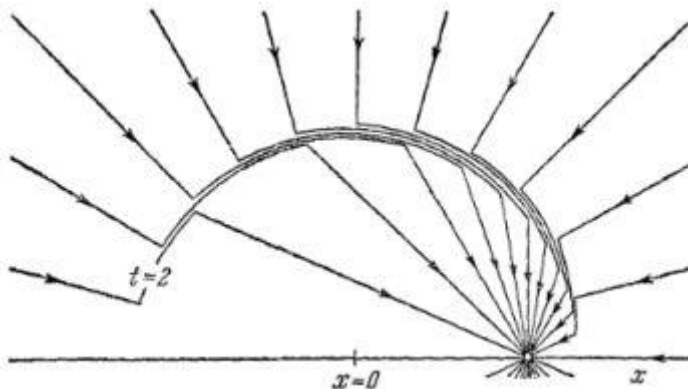


Abb. 4. Entstehung des transversalen Strahlungsfeldes bei kurzzeitiger Beschleunigung einer Ladung.

Quelle: Elektrizität und Magnetismus, Berkley Physik Kurs 2.

Allerdings braucht das Thomson-Modell in unserem Fall eine Anpassung: Wegen der starken Abplattung bzw. Bündelung der Felder findet die Verschiebung der Feldlinien vor allem durch Drehung des Feldes statt, wenn die Fahrriichtung des geladenen Teilchens geändert wird.

Weil die Lorentz-Einstein-Felder stets senkrecht zur Bewegungsrichtung abgeplattet sind, führe die Drehung des elektrischen Feldes vorwiegend zur seitlichen Abstrahlung der elektromagnetischen Wellen, wo die Feldlinien am dichtesten sind. (Abb. 5).

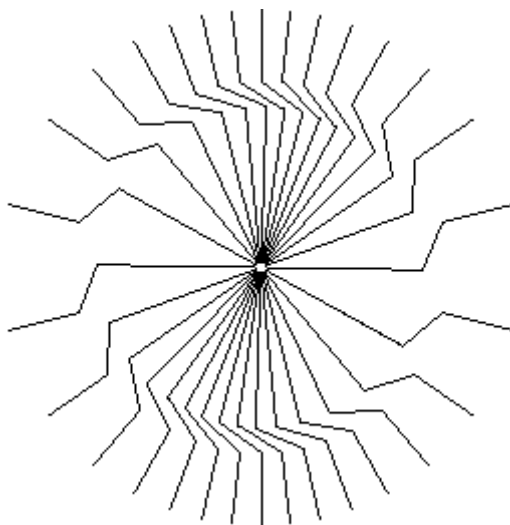


Abb. 5. Vorwiegend seitliche Strahlung der Lorentz-Einstein-Felder im Bezugssystem des Beschleunigers nach der leichten Ablenkung der horizontal bewegten Ladung nach unten.

Das ist allerdings nicht der Fall: In den Beschleunigern strahlen die Elektronen nach vorn – in Fahrriichtung (vergl. Abb. 1). Und gerade dieses Bild ergibt sich bei der Drehung der Liénard-Wiechert-Felder (Abb. 6).

Damit ist die oben gestellte Frage eindeutig beantwortet: Im Gegensatz zu den fiktiven Feldern von Lorentz und Einstein sind die Felder von Liénard und Wiechert real!

Warum tun aber die Vertreter der relativistischen Lehre

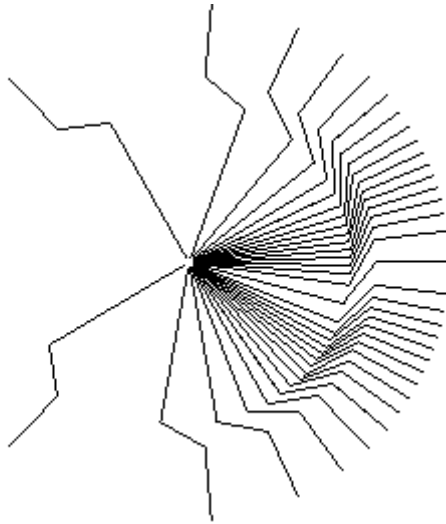


Abb. 6. Gebündelte Strahlung der Liénard-Wiechert-Felder in Fahrtrichtung. Das Ergebnis stimmt mit dem Experiment überein.

weiterhin so, als ob es mit der Entdeckung der Synchrotronstrahlung 1947 nichts geschah? – Sie haben die Liénard-Wiechert-Gleichungen einfach für relativistisch erklärt!

In der Tat reicht es schon die relativistischen Faktoren  $\beta = v/c$  und  $\gamma^2 = 1/(1 - \beta^2)$  einzusetzen (was auch oft gemacht wird), um den gewünschten Eindruck zu erzielen.

$$\vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1 - \frac{v^2}{c^2}}{\left(r - \vec{v} \frac{\vec{r}}{c}\right)^3} \left(\vec{r} - \vec{v} \frac{r}{c}\right) \Rightarrow \vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{\vec{n} - \vec{\beta}}{\gamma^2 (1 - \vec{n} \cdot \vec{\beta})^3}.$$

Aus mathematischer Sicht sind die beiden Ausdrücke gleichwertig und der relativistische erscheint sogar kompakter.

Doch der  $\gamma$ -Faktor ist mit den relativistischen Effekten wie Länge-Kontraktion, Zeit-Dilatation und Massenzunahme fest

gebunden. Man denkt deshalb automatisch, dass die Gleichungen tatsächlich relativistisch sind. Das ist aber die falsche Botschaft, denn bei Liénard -Wiechert-Gleichungen geht es um ein ganz anderes Phänomen, das in der Relativitätstheorie nicht behandelt wird, und zwar um die Einwirkdauer der Ladung auf die Potentiale im Raum.

In Wikipedia „Liénard-Wiechert-Potential“ wird ein weiterer Trick gezeigt. Zuerst betrachtet man die Potentiale von Liénard und Wiechert in der Originalform, der ausschlaggebende Faktor wird aber danach für die großen Geschwindigkeiten  $v \approx c$  folgend approximiert:

$$\frac{1}{1 - \frac{1}{c} \dot{R} \vec{n}} = \frac{1}{1 - \frac{v}{c}} \approx \frac{1}{1 - \frac{v}{c}} \frac{2}{1 + \frac{v}{c}} = \frac{2}{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 2\gamma^2 .$$

Man multipliziert also den Liénard-Wiechert-Faktor mit einem anderen Faktor, der eigentlich mit der Formel nichts zu tun hat, aber er gleicht bei  $v \approx c$

$$\frac{2}{1 + \frac{v}{c}} \approx \frac{2}{1 + \frac{c}{c}} = 1.$$

Mathematisch ist die Näherung korrekt und schließlich bekommt man einen relativistischen Ausdruck. Doch ist diese Transformation ohne physikalischen Sinn, weil es ursprünglich um die ganz andere Abhängigkeit geht, die einen nichtrelativistischen Vorgang zugrunde hat.

Die Spitze der Täuschung ist aber die Behauptung, dass der Unterschied nur in der Betrachtungsweise liegt.

Zum Beispiel, in „Feynman-Vorlesungen über Physik: Elektromagnetismus und Struktur der Materie“ ist diese Darstellung des Problems zu finden (Abb. 7).

Fig. 26-1. Auffinden der Felder in  $P$ , hervorgerufen von einer Ladung  $q$ , die sich mit konstanter Geschwindigkeit  $v$  entlang der  $x$ -Achse bewegt. Das „jetzige“ Feld im Punkt  $(x, y, z)$  kann sowohl in Termen des „gegenwärtigen“ Ortes  $P$ , als auch in Termen von  $P'$ , dem „retardierten“ Ort (zur Zeit  $t' = t - r'/c$ ), ausgedrückt werden.

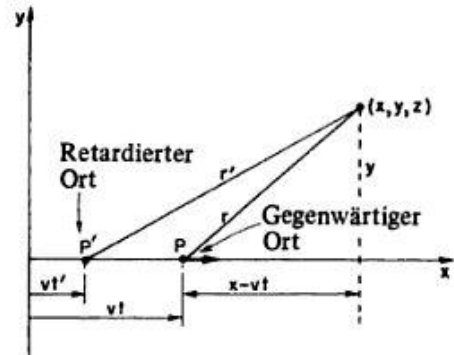


Abb. 7. Quelle: Feynman-Vorlesungen über Physik: Elektromagnetismus und Struktur der Materie.

Wir haben quasi eine freie Wahl zwischen den zwei Standpunkten: „Retardierter Ort“ – der entspricht der Betrachtung von Liénard und Wiechert, und „Gegenwärtiger Ort“, der durch die relativistische Behandlung in Betracht gezogen wird. Allerdings ist diese Freiheit illusorisch. Auf der Feynmans Abbildung fehlen die Vektoren des elektrischen Feldes, obwohl gerade die Bewegung einer Ladung untersucht wird. Ich vermute, dass das sogar absichtlich gemacht wurde.

Unsere „freie Wahl“ liefert uns die zwei Feldvektoren, die in verschiedene Richtungen zeigen (Abb. 8).

Jetzt stellen wir uns ein geladenes Teilchen im Punkt  $(x, y, z)$  vor. In welche Richtung wird auf dieses Teilchen die elektrische Kraft wirken?

Da das Teilchen nur ein Teilchen ist, können die beiden Parteien nicht befriedigt werden. Aber die Natur muss sich ent-

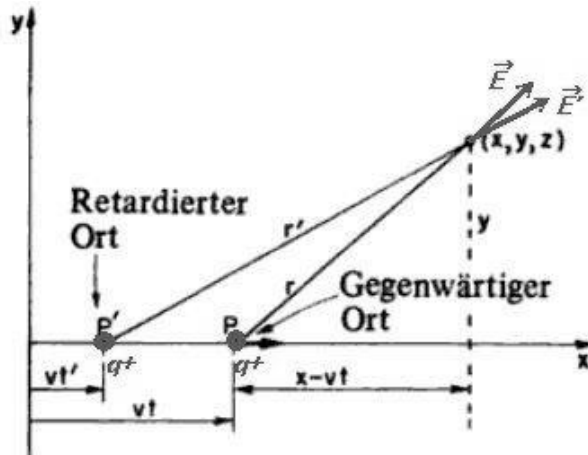


Abb. 8. Zwei Feldvektoren – ein für „Retardierter Ort“ und ein für „Gegenwärtiger Ort“.

scheiden. Genauso wie bei der Synchrotronstrahlung können hier nur Liénard -Wiechert-Felder in Frage kommen.

## Relativistische Behandlung der Synchrotronstrahlung

„Ausgangspunkt für die streng relativistisch durchzuführende Berechnung der Synchrotronstrahlung ist [die Larmor-Formel für Strahlungsleistung einer beschleunigten Ladung], wodurch die Strahlungscharakteristik im mitbewegten Ruhesystem des strahlenden Elektrons korrekt wiedergegeben wird. Dieses muss mit der Lorentz-Transformation ins Laborsystem transformiert werden, was zu einer hoch parallelen Strahlung führt, die tangential zur Bahn der Elektronen emittiert wird. Die nicht ganz triviale Theorie wurde erstmals in einer berühmten Arbeit von Schwinger (1949) entwickelt.“ *Hertel, Schulz. Atome, Moleküle und optische Physik 1.*

Zur Erinnerung: Die Synchrotronstrahlung wurde 1947 experimentell nachgewiesen und im Rahmen der klassischen Elektrodynamik bereits 1898 vorausgesagt.



Die Idee für die Theorie lieferte Einstein selbst, als er die Formel für die Masse-Energie-Äquivalenz 1905 zu herleiten versuchte. Den Fall haben wir früher ausführlich untersucht. Abb. 1 zeigt gerade die relativistische Vorgehensweise. Und wir haben festgestellt, dass die Strahlung im Ruhesystem des Elektrons in der Realität nicht symmetrisch sein kann: Weil die strahlenden Elektronen im Beschleuniger abgebremst werden, müssen sie auch im eigenen Bezugssystem in die Fahrriechtung mehr Energie abstrahlen als in entgegengesetzte Richtung.

Währenddessen berechnet die Larmor-Formel die Leistung eines symmetrisch strahlenden Dipols. Deswegen ist deren Anwendung für das mitbewegende Ruhesystem schlicht physikalisch illegal.

## **Zwischenbilanz**

Die Erzeugung von der Synchrotronstrahlung passt perfekt für Überprüfung der Speziellen Relativitätstheorie. Die berühmteste Arbeit von Albert Einstein hieß „Zur Elektrodynamik bewegter Körper“. Im Synchrotron hat man die Elektronen als „bewegte Körper“. Weil sie eine Ladung besitzen, haben sie das elektrische Feld und das magnetische Feld um sich herum und außerdem strahlen sie auf den krummen Bahnen – alle diese Erscheinungen gehören zur „Elektrodynamik“.

Besteht die Spezielle Relativitätstheorie einen direkten Test durch das Experiment? – Nein, sie versagt jämmerlich!

Eigentlich können wir schon jetzt aufhören und die Allgemeine Relativitätstheorie außer Acht lassen. Als Erweiterung einer falschen Theorie kann sie gleich verworfen werden.

Aber eine große Popularität unter Astronomen verleiht ihr quasi eine zusätzliche Eigenständigkeit. Deshalb machen wir einfach weiter.

## Äquivalenzprinzip mit einer Macke

Das Äquivalenzprinzip von Einstein sieht dem Newtonschen sechsten Zusatz verblüffend ähnlich. Um darauf zu kommen, reicht es einfach zu vergleichen.

Newton:

„Zusatz 6. Wenn Körper sich unter einander auf irgendeine Weise bewegen, und gleiche beschleunigende Kräfte nach parallelen Richtungen auf sie einwirken; so fahren alle fort, sich auf dieselbe Weise unter einander zu bewegen, als wenn sie nicht durch jene Kräfte angetrieben würden. Jene Kräfte werden nämlich, indem sie gleich stark (nach Verhältnis der Grösse der zu bewegenden Körper) und nach parallelen Richtungen wirken, alle Körper (was die Geschwindigkeit betrifft) nach dem 2. Gesetz gleich fortbewegen, und daher nie die Bewegung und Lage unter einander ändern.“ *Issak Newton. Mathematische Principien der Naturlehre.*

Einstein:

„Dann stieß ich auf den glücklichsten Gedanken meines Lebens... Für einen Beobachter, der sich im freien Fall vom Dach eines Hauses befindet, existiert – zumindest in seiner unmittelbaren Umgebung – kein Gravitationsfeld. Wenn nämlich der fallende Beobachter einige andere Körper fallen läßt, dann befinden sie sich im Bezug auf ihn im Zustand der Ruhe oder gleichförmigen Bewegung, unabhängig von ihrer chemischen oder physikalischen Natur. Der Beobachter hat das Recht, seinen Zustand als ‚in Ruhe‘ zu interpretieren.“ *Ingo Teßmann. Einsteins Entwicklung vom Positivisten zum Klassiker.*

Im Postulat spielt die Gravitationskraft die Rolle von den „gleichen beschleunigenden Kräften“. Deshalb ist das Äquivalenz-

prinzip ein offensichtlicher Sonderfall vom Zusatz 6. Bewusst oder unbewusst erinnerte sich Einstein an Newtons Folgerung und machte daraus den Grundstein neuer – Allgemeiner – Relativitätstheorie.

Das Äquivalenzprinzip erwies sich als hilfreich, um zum Beispiel die Lichtablenkung im Schwerefeld der Sonne anders herzuleiten, als es Soldner 1801 tat.

Das Gedankenexperiment von Einstein sah folgend aus: Schickt man in einem beschleunigten Weltraumlabor, z.B. in einer Rakete, einen Lichtstrahl senkrecht zur Beschleunigungsrichtung, würde dieser zum Boden abgelenkt. Laut Äquivalenzprinzip sind aber Beschleunigung und Gravitationsbeschleunigung vertauschbar, deshalb ist der gleiche Vorgang im ruhenden Erdlabor zu erwarten. Grob darf das schon stimmen, aber exakt...

Um die Anfangsgeschwindigkeit des Weltraumlabor nicht berücksichtigen zu müssen, betrachten wir nur den Beginn des Experiments, also, das Moment, wenn die Raketentriebwerke erst angezündet wurden.

Gleichzeitig wird ein kurzer Lichtimpuls in horizontale Richtung gesendet. Offensichtlich gehört er zum ursprünglichen Ruhesystem des Weltraumlabor, wo er sich streng geradlinig und horizontal mit der Vakuumlichtgeschwindigkeit bewegt.

Dass dabei das Weltraumlabor beschleunigt wird, kann der Lichtimpuls nicht mitkriegen. Er bewegt sich frei im Raum von einer Wand zur anderen. Es gibt keine Wechselwirkung zwischen dem Lichtstrahl und der Hülle der Rakete. Deshalb gleicht die horizontale Komponente seiner Geschwindigkeit

im ursprünglichen Ruhesystem des Weltraumlabor stets der Vakuumlichtgeschwindigkeit (Abb. 9, links).

Anders sieht die Situation im Erdlabor aus. Hier wechselwirkt der Lichtimpuls in jedem Punkt des Raumes mit dem Gravitationsfeld der Erde. Dementsprechend ändert er seine Fahr- richtung ständig, wodurch sein Weg stärker gekrümmt wird.

Im Erdlabor handelt es sich nicht um die scheinbare Verbie- gung des Lichtstrahles aus der Sicht des Reisenden in be- schleunigter Rakete, sondern um eine reale Lichtablenkung, die zwangsläufig sowohl zur stärkeren Krümmung als auch zur Verlängerung der Laufstrecke führt (Abb. 9, rechts).

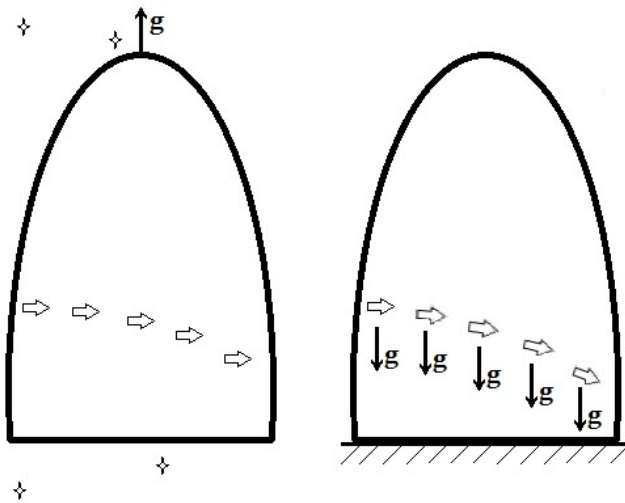


Abb. 9. Der unterschiedliche Verlauf der Lichtstrahlen im Weltraumlabor (links) und im Erdlabor (rechts).

Einstein hat also sein Gedankenexperiment nicht bis zum Ende durchgedacht.

Und wenn er doch dies gemacht hätte, gäbe dann möglicherweise keine Allgemeine Relativitätstheorie und er selbst würde nicht so berühmt... In der Tat: Wie bequem ist es, sich manchmal zu irren.

## Lichtablenkung an der Sonne

Bei den optischen Beobachtungen während der Sonnenfinsternisse fiel Allgemeine Relativitätstheorie oft durch. Trotzdem wird bis heute ein anderes Bild präsentiert.

„Der erste erfolgreiche Versuch, die gravitationsbedingte Lichtablenkung zu messen, fiel in das Jahr 1919... Die Auswertung zeigte, dass das Sternenlicht tatsächlich abgelenkt worden war, und zwar in einem Maße, die mit den Vorhersagen der Allgemeinen Relativitätstheorie [1.75"], nicht aber mit den auf der Newtonschen Physik basierenden Rechnungen vereinbar war [0.87"]. Dieses Ergebnis erregte großes Aufsehen, machte Einstein über Nacht weltbekannt und führte dazu, dass er der bislang einzige Wissenschaftler ist, für den jemals eine Konfetti-Parade ("ticker-tape parade") auf dem New Yorker Broadway abgehalten wurde.“ *Einstein-Online. Lichtablenkung durch Gravitation.*

1985 systematisierte deutscher Astronom Schmeidler die Resultate der Beobachtungen seit 1919, sowohl die optischen als auch die radioastronomischen, und schlug eine eigene empirische Formel vor:

$$\delta = \frac{1.75''}{r} + \frac{0.3''}{r^2},$$

dabei wird  $r$  in Sonnenradien angegeben. Am Sonnenrand ergibt sich dann die Ablenkung von 2.05".

Schmeidler legte die Grenze von 5 Sonnenradien fest. Unter dieser Grenze wird Allgemeine Relativitätstheorie eindeutig verletzt.

Die Anomalie nah an der Sonne könnte intuitiv durch die Lichtbrechung in der Sonnenkorona erklärt werden. Doch dadurch kann im Prinzip auch der ganze relativistische Zusatz zum klassischen Wert erklärt werden.

Schmeidler hat sozusagen einen „guten“ Typ gegeben. Jedenfalls begannen die Astrophysiker seitdem in den weit von der Sonne entfernten Regionen zu messen und sie bekamen ganz gute Übereinstimmung der Beobachtungsergebnisse mit der Allgemeinen Relativitätstheorie.

„Mit dem ESA Satelliten Hipparcos wurden zwischen 1989 und 1993 die Positionen von etwa 100 000 Sternen jeweils etwa 100 Mal vermessen. Dabei variierte der Winkel zur Sonne zwischen  $47^\circ$  und  $133^\circ$ . Die gemessenen Sternenpositionen stimmen nach Berücksichtigung der Bewegung der Sonne, der Sterne, der Erde und des Satelliten mit gravitativer Lichtablenkung durch die Sonne, wie sie die Allgemeine Relativitätstheorie vorhersagt, innerhalb der Meßgenauigkeit von 0.3% überein.“ *Norbert Dragon. Ablenkung von Licht und schnellen Teilchen.*

Aber: Dem Sonnenradius entspricht  $16' = 0.27^\circ$ . Daher entsprechen dem Blickwinkel von  $47^\circ$  grob  $47^\circ / 0.27^\circ = 176$  Sonnenradien und 176 sind 35-mal größer als 5. Man schaut buchstäblich weg und freut sich über eine perfekte und angeblich experimentelle Bestätigung der Allgemeinen Relativitätstheorie.

Russischer Astronom Michailov räumte 1956 allerdings ein, dass die Messdaten in Wirklichkeit so stark verstreut sind, dass sogar eine einfache Gerade als gute Approximation dienen kann (Abb. 10). Außerdem berichtete er über die Expedi-

tion 1936 in der UdSSR. Damals wurde  $2.74''$ , also, um die Hälfte größere Lichtablenkung gemessen, als von Einstein vorausgesagt wurde.

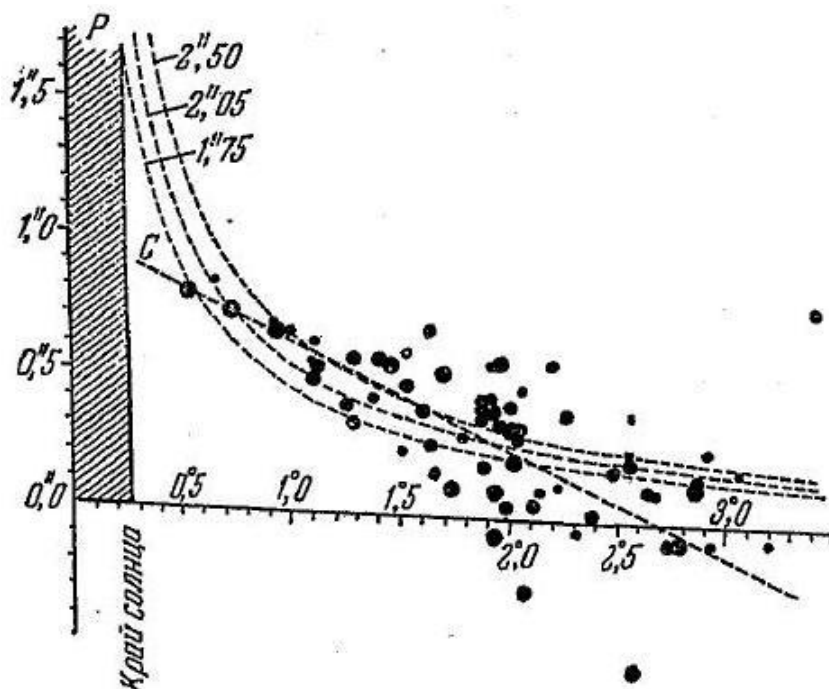


Abb. 10. Beobachtungsergebnisse und Approximationskurven (1922). Quelle: А.А. Михайлов. Наблюдение эффекта Эйнштейна во время солнечных затмений (1956).

In der Abhandlung „Über die Ablenkung des Lichtes im Schwerefeld der Sonne“ präsentierten Freundlich, Klüber und Brunn 1931 die Ergebnisse der drei Expeditionen, die 1919, 1922 und 1929 stattfanden. Sie fügten alle Messungen zusammen, sodass sich daraus insgesamt 99 Messpunkte ergaben. Für die Autoren ist die Relativitätstheorie eindeutig durchgefallen: „Man sieht ganz unverkennbar, daß die theoretische (untere) Hyperbel von den Werten nicht dargestellt wird.“ Deshalb

zeichnen sie noch eine Hyperbel für die Lichtablenkung am Sonnenrand von 2.24". Theoretisch begründeten sie diesen Wert allerdings nicht.

Die hohe Qualität der Grafik in der Originalarbeit erlaubt die Koordinaten der Messpunkte präzise zu bestimmen. Das ist für uns eine gute Gelegenheit eine eigene Analyse durchzuführen. Es ergeben sich zwei Vektoren.

Für den Abstand in Sonnenradien:

$x = [1.5 \ 1.99 \ 2.08 \ 2.09 \ 2.32 \ 2.4 \ 2.49 \ 2.6 \ 2.75 \ 2.75 \ 2.8 \ 2.84 \ 3.17 \ 3.19 \ 3.24 \ 3.49 \ 3.54 \ 3.58 \ 3.89 \ 4.03 \ 4.19 \ 4.19 \ 4.19 \ 4.2 \ 4.29 \ 4.39 \ 4.58 \ 4.78 \ 4.89 \ 4.89 \ 5.03 \ 5.04 \ 5.08 \ 5.09 \ 5.21 \ 5.28 \ 5.4 \ 5.5 \ 5.59 \ 5.69 \ 5.79 \ 5.85 \ 5.9 \ 6.09 \ 6.29 \ 6.29 \ 6.3 \ 6.4 \ 6.4 \ 6.49 \ 6.7 \ 7.09 \ 7.09 \ 7.1 \ 7.2 \ 7.2 \ 7.21 \ 7.3 \ 7.3 \ 7.3 \ 7.4 \ 7.4 \ 7.41 \ 7.55 \ 7.6 \ 7.6 \ 7.7 \ 7.71 \ 7.71 \ 7.71 \ 7.8 \ 7.99 \ 8.01 \ 8.31 \ 8.31 \ 8.61 \ 8.72 \ 8.92 \ 9.02 \ 9.31 \ 9.61 \ 9.72 \ 9.73 \ 9.82 \ 9.92 \ 10.02 \ 10.23 \ 10.43 \ 10.52 \ 10.73 \ 10.82 \ 11.03 \ 11.03 \ 11.23 \ 11.64 \ 11.64 \ 11.95 \ 12.04 \ 13.05];$

Für die Ablenkung in Bogensekunden:

$y = [1.32 \ 1.03 \ 1.0 \ 0.81 \ 0.87 \ 0.79 \ 0.85 \ 0.76 \ 0.75 \ 0.84 \ 0.76 \ 0.88 \ 0.61 \ 0.74 \ 0.85 \ 0.72 \ 0.79 \ 0.68 \ 0.68 \ 0.46 \ 0.67 \ 0.59 \ 0.52 \ 0.41 \ 0.55 \ 0.41 \ 0.2 \ 0.42 \ 0.35 \ 0.59 \ 0.32 \ 0.7 \ 0.47 \ 0.5 \ 0.31 \ 0.45 \ 0.61 \ 0.59 \ 0.58 \ 0.26 \ 0.5 \ 0.6 \ 0.51 \ 0.41 \ 0.28 \ 0.19 \ 0.37 \ 0.37 \ 0.26 \ 0.11 \ 0.34 \ 0.47 \ 0.41 \ 0.43 \ -0.04 \ 0.22 \ 0.49 \ 0.6 \ 0.42 \ 0.12 \ 0.08 \ 0.39 \ 0.62 \ 0.41 \ 0.45 \ 0.37 \ 0.3 \ 0.37 \ 0.24 \ -0.23 \ 0.53 \ 0.13 \ 0.09 \ 0.62 \ 0.17 \ 0.44 \ -0.01 \ 0.54 \ 0.07 \ 0.27 \ 0.3 \ 0.25 \ 0.45 \ 0.44 \ 0.17 \ 0.35 \ -0.04 \ 0.23 \ -0.03 \ 0.19 \ 0.2 \ 0.3 \ -0.03 \ 0.01 \ 0.39 \ 0.25 \ 0.35 \ -0.02 \ 0.26];$

Die Vektoren können etwa in FreeMat oder MatLab direkt eingesetzt und unter anderem abgebildet werden.

Außer Einsteins Theorie gibt es noch die Gravitationstheorie von Paul Gerber, die 1898 publiziert wurde, das heißt 18 Jahre früher als Allgemeine Relativitätstheorie. Sie liefert einen Wert für die Lichtablenkung am Sonnenrand von 2.62", der al-



lerdings erst von Roseveare 1982 berechnet wurde (Mercury's perihelion from Leverrier to Einstein. Oxford: University Press 1982).

Noch können empirische Formeln von Schmeidler (1985) und Courvoisier (1932) überprüft werden.

Um heraus zu finden, welche der Approximationen zur realen Verteilung am besten passt, berechnet man üblicherweise die Summen quadratischer Abweichungen

$$S = \sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2 .$$

Je kleiner ist die Summe, desto besser gibt die testende Funktion  $f(x)$  die Messdaten  $y$  wieder.

Das Ergebnis ist in der nächsten Tabelle präsentiert.

Platzierung	Autor	Abhängigkeit	Typ	$S$
1.	Freundlich	$2.24''/r$	empirisch	2.5776
2.	„Einstein+“	$1.75''/r + 0.1''$	empirisch	2.5789
3.	Schmeidler	$1.75''/r + 0.3''/r^2$	empirisch	3.1919
4.	„Gerade“	$-0.07''r + 0.9''$	empirisch	3.3288
5.	Gerber	$2.63''/r$	theoretisch	3.4613
6.	Courvoisier	$1.55''/r + 0.22''$	empirisch	3.4710
7.	Einstein	$1.75''/r$	theoretisch	3.4883
8.	Soldner	$0.87''/r$	theoretisch	10.923

Übrigens habe ich nach einer eigenen Approximation gesucht. Wenn es sich tatsächlich, wenigstens teils, um eine hyperbolische Funktion handeln soll, würde ich dann eine Verschiebung

von der Einsteins Abhängigkeit „nach oben“ vorschlagen:  $1.75''/r + 0.1''$  („Einstein+“). Allerdings fällt mir keine theoretische Begründung dafür ein. Ich vermute sogar, dass die solchen Verschiebungen bei der Datenverarbeitung der Beobachtungen als quasi systematische Fehler stets abgetan wurden.

Es ist echt seltsam, dass die Wissenschaftler aus den stark verschwommenen Beobachtungsdaten irgendwas relativistisches oder überhaupt irgendwas bestimmtes rauslesen können. Was wir in der Realität haben, ist folgendes:

- Empirische Ausgleiche sind besser, das heißt keine der Theorien beschreibt den realen Vorgang ausreichend gut.
- Schlechter als der relativistische Ausgleich ist nur der klassische.
- Dass sogar eine einfache Gerade eine ganz gute Approximation liefert (Platz 4), spricht für eine ziemlich schwache Aussagekraft der Beobachtungen. Als seriöser experimenteller Beweis für irgendeine Theorie können sie deshalb nicht dienen.

## **Gravitationslinseneffekt**

Der Gravitationslinseneffekt wird immer zusammen mit dem Namen Einstein erwähnt. Das ist aber aus meiner Sicht ungerrecht. Johann Georg von Soldner berechnete als Erster 1801 die Lichtablenkung im Gravitationsfeld.

Ja, damals gab es keine aufregende Raumkrümmung, aber immerhin war seine Voraussetzung logisch, zwar dachte er an

die Folgen, die sich „aus den allgemeinen Eigenschaften und Wechselwirkungen der Materie“ herleiten ließen. Seine Rechnung ist mit einfachen mathematischen Mitteln nachvollziehbar.

Nehmen wir an, dass sich der Lichtstrahl zunächst nur in x-Richtung ausbreitet. Durch die Anziehung der schweren Masse bekommt sein Geschwindigkeitsvektor noch die y-Komponente. Da die erwartete Ablenkung sehr klein ist, ergibt das Verhältnis der y-Komponente zum Betrag gesamter Geschwindigkeit den Ablenkungswinkel  $\delta$  (Abb. 11).

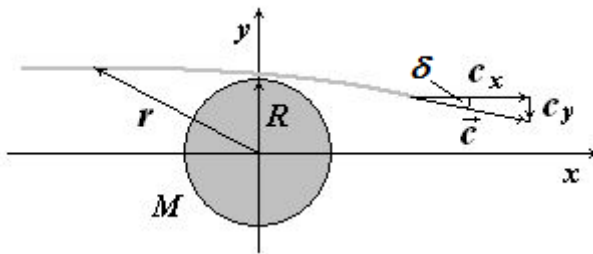


Abb. 11. Lichtablenkung im Gravitationsfeld nach klassischer Mechanik. y-Komponente der Beschleunigung ist direkt proportional zu  $R/r$ .

Die Änderung der y-Komponente der Lichtgeschwindigkeit im Abstand  $r$  beträgt:

$$g_y = G \frac{M R}{r^2 r}$$

$$dc_y = g_y dt ,$$

$$dt = \frac{dx}{c} = d \frac{\sqrt{r^2 - R^2}}{c} = \frac{r}{c \sqrt{r^2 - R^2}} dr , x \geq 0 ,$$

$$dc_y = G \frac{M R r}{r^2 r c} \frac{dr}{\sqrt{r^2 - R^2}} = \frac{R}{c} G \frac{M}{r^2} \frac{dr}{\sqrt{r^2 - R^2}}, x \geq 0.$$

Weil die Ablenkung auch für  $x < 0$  berücksichtigt werden soll, kommt es zum doppelten Wert des Integrals.

$$c_y = 2R \frac{GM}{c} \int_R^\infty \frac{dr}{r^2 \sqrt{r^2 - R^2}} = 2 \frac{GM}{Rc}.$$

Daher ist der Ablenkungswinkel:

$$\delta = 2 \frac{GM}{Rc^2}.$$

Die Rechnung für die Ablenkung am Sonnenrand liefert den Wert von ca. 0.87".

Die Bezeichnungen wie „Einsteinring“ und „Einsteinkreuz“ könnten genauso gut die Namen „Soldnerring“ oder „Soldnerkreuz“ tragen. In Wirklichkeit kennt man die Massen nicht, die zur Lichtablenkung geführt haben sollen. Sie sind irgendwo im Dunkel – Schwarze Löcher und Dunkle Materie. Man braucht lediglich doppelt so viel Materie zu vermuten, um zum gleichen Ergebnis auch im Rahmen klassischer Physik zu gelangen.

Eine andere Sache ist es, dass mich die astronomischen Aufnahmen, die als Folge des Gravitationslinseneffekts gedeutet werden, nicht wirklich überzeugen.

Abb. 12 zeigt einen Einsteinring (links). Wenn wir genauer hinschauen, erkennen wir aber, dass zwischen den Halbringen und den spitzen Enden des Ellipsoids in der Mitte die zwei schwach leuchtenden Übergangszonen existieren. Das darf

also ganz normale SB-Galaxie sein, wie etwa NGC1097 (Abb. 12, rechts).

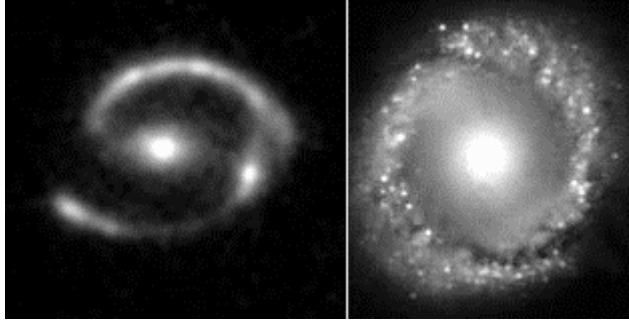


Abb. 12. Sogenannter „Einsteinring“ links und Galaxie NGC1097 rechts.

Ferner können die Ringgalaxien (Abb. 13, rechts) ganz locker für einen Einsteinring gehalten werden, wenn sie ja genug verschwommen sind (Abb. 13, links). Also, in der Nähe sind sie die Ringgalaxien, aus der Entfernung werden sie dagegen als „Einsteinringe“ gedeutet.

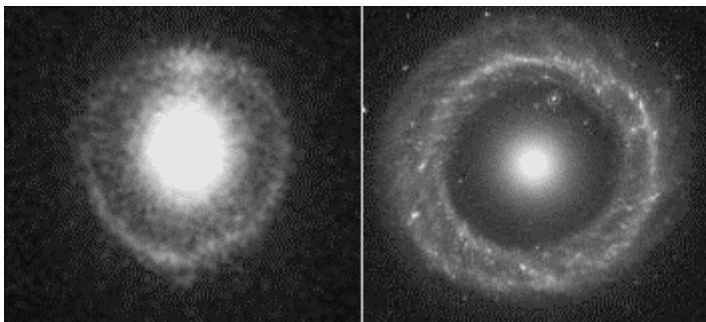


Abb. 13 „Einsteinring“ (links) und Ringgalaxie (rechts) sind sehr ähnlich.

Beim Einstein-Kreuz (Abb. 14, links) fällt auf, dass die vier Abbildungen eines Quasars gar nicht verzerrt (gezogen oder gebogen) sind, also, sie behalten ihre Kugelform. Außerdem befinden sich alle fünf Objekte genau in der Mitte einer dunklen Spiralgalaxie (Abb. 14, rechts), das heißt an der Stelle des galaktischen Kerns (Bulge).

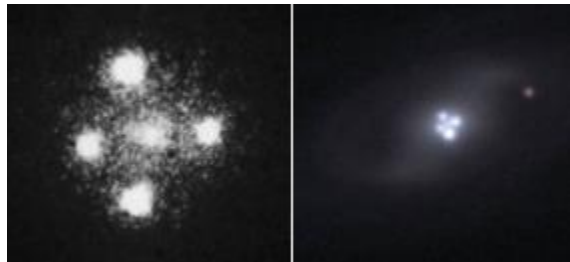


Abb. 14. „Einsteinkreuz“ als Bulge einer schwach leuchtenden Galaxie.

Es kann tatsächlich um ein außergewöhnliches Phänomen handeln und zwar um eine mehrkernige Galaxie. Weil die Objekte ungefähr gleich groß sind, ist es nicht verwunderlich, dass sie auch nah identische Spektren haben.

In dieser Hinsicht ist die Galaxie CID-42 (Abb. 15) interessant. Überraschenderweise wird sie nicht als Gravitationslinsen-Phänomen sondern als Folge der Kollision von zwei kleinen Galaxien interpretiert.

Selbstverständlich gibt es viel mehr Aufnahmen von den ungewöhnlichen Objekten, aber es reicht immer genauer hinzuschauen und jede Erscheinung, die angeblich durch Gravitationslinseneffekt entstände, entpuppt sich als normale materielle Formation.

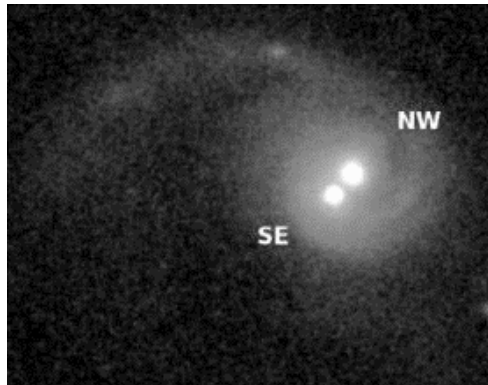


Abb. 15. Es ist ganz offiziell: Kein Gravitationslinseneffekt bei der Galaxie CID-42.

So ist auch etwa mit bogenförmigen Objekten, die nun eindeutig auf den Gravitationslinseneffekt zeigen sollen (Abb. 16, links). Eine Vergrößerung (Abb. 16, rechts) enthüllt jedoch die Struktur der Objekte – sie enthalten die kleinen Kugelsternhaufen!

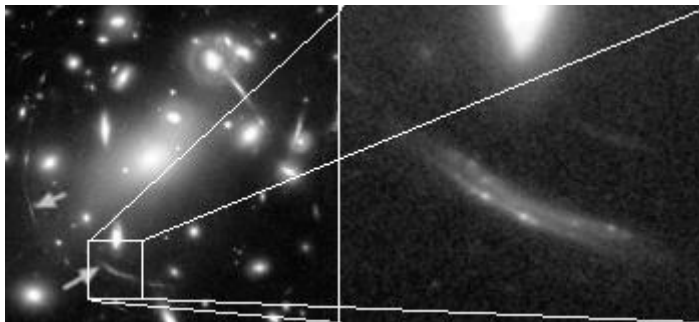


Abb. 16. Vermeintlicher Gravitationslinseneffekt links. Vergrößerung bringt jedoch die Kugelsternhaufen innerhalb gebogener Formationen zum Schein.

Das heißt, sie sind keine Trugbilder sondern ganz materiell. Gezogen und gebogen sind sie vermutlich durch die Gravitationskraft der Galaxie, die in der Mitte der linken Aufnahme zu sehen ist.

## Periheldrehung der Merkurbahn

Wenn es um die anomale Drehung der Merkurbahn geht, müssen eigentlich außer von Einstein noch die zwei weiteren Namen erwähnt werden.

„Um die Jahrhundertwende schuf SIMON NEWCOMB, ebenfalls auf der Grundlage der NEWTONschen Mechanik, eine verbesserte Theorie der Bewegung der Planeten. Zur Erklärung der relativistischen Periheldrehung nahm er an, daß die Gravitationskraft  $F$  zwischen zwei Massen  $M_1$  und  $M_2$  nicht exakt mit dem Reziproken des Quadrats der Entfernung  $r$  abnimmt, sondern um einen Betrag  $\delta$  davon abweicht. Es sollte gelten

$$F = G \frac{M_1 M_2}{r^{2+\delta}}.$$

Damit war nach seiner Theorie ein gewisser Teil der Periheldrehung eine Folge der nicht exakten Gültigkeit des Gravitationsgesetzes... NEWCOMB benutze den Wert  $\delta = 0,0000001612...$  Diese einfache Rechnung führt für den Planeten Merkur auf eine Periheldrehung  $\approx 43''$  pro Jahr, den Wert, der später zwanglos aus der allgemeinen Relativitätstheorie abgeleitet werden konnte.“ *Juergen Weiprecht. Computersimulation des allgemeinen Keplerproblems.*

Der zweite Wissenschaftler hieß Paul Gerber. 1898 publizierte er die Arbeit „Die räumliche und zeitliche Ausbreitung der Gravitation“. Die Formel für die Periheldrehung von ihm stimmte mit der Formel von Einstein überein. Nun ja, Einstein veröffentliche „seine“ Formel erst 1915, deshalb gab es von



Anfang an die Plagiatsvorwürfe gegen Einstein. So schrieb etwa Gehrcke 1916:

„Einstein hat aber nicht darauf aufmerksam gemacht, daß eine andere, viel einfachere Theorie der Gravitation, diejenige von Gerber, schon vor 18 Jahren zu dem gleichen Ergebnis führte... Man könnte meinen, es läge hier ein großer Zufall vor, und Einstein sei ohne Kenntnis der Gerberschen Arbeit zu dem gleichen Ergebnis gekommen. Eine solche Annahme wird dadurch erschwert, daß die Gerbersche Abhandlung sich in der bekannten Mechanik von Mach erörtert findet, und daß Einstein erst kürzlich seine genaue Bekanntschaft mit diesem Buche gelegentlich eines Nachrufes auf Mach dargelegt hat. Man mag über die Gerbersche Theorie denken wie man will, jedenfalls geht soviel aus ihr hervor, daß es nicht notwendig ist, relativistische Betrachtungen anzustellen, um die Gerbersche Formel für die Perihelbewegung des Merkur abzuleiten.“ *E. Gehrcke. Zur Kritik und Geschichte der neueren Gravitationstheorien.*

Dass die Ideen von Einstein nicht auf dem leeren Platz entstanden worden waren, ist bekannt und das Thema wird durchaus diskutiert. Dabei fällt das Urteil für Einstein immer ziemlich mild. Die Plagiatsaffären der letzten Zeit brachten die Menschen und die wissenschaftlichen Institutionen allerdings zu einer neuen Bewertung der unsaubereren Handlung. Die Sprecherin von Uni Heidelberg hat das auf den Punkt gebracht und die neue Sichtweise folgend definiert: „Ein Plagiat ist keine ‚Schwäche‘, sondern ein Vergehen.“

In das Thema wollen wir uns aber nicht zu stark vertiefen, denn uns interessiert eher die Einsteins Eigenleistung.

Für die Berechnung der Planetenbahnen verwendet man im Rahmen Allgemeiner Relativitätstheorie die sogenannte Schwarzschild-Metrik. In großer Entfernung von den schweren Massen vereinfacht sie sich zur Minkowski-Metrik, also zur Metrik der Speziellen Relativitätstheorie. Deswegen wird

gemeint, dass die Effekte der Speziellen Relativitätstheorie in der Allgemeinen Relativitätstheorie automatisch berücksichtigt sind.

Das sollte ja stimmen; wenn wir aber eine konkrete Rechnung genauer betrachten, entdecken wir, dass es einige zusätzlichen Annahmen vonnöten sind, damit die Gleichungen überhaupt lösbar werden, und diese zerstören schon die gemeinte allgemeine Gültigkeit.

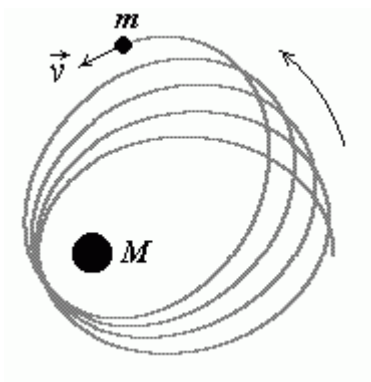


Abb. 17. Übertriebene Darstellung der Drehung von den elliptischen Planetenbahnen.

Im Falle des relativistischen Kepler-Problems betrifft eine solche zusätzliche Bedingung die Zeit und zwar wird die Zeit im Bezugssystem des Planeten genommen:

„Dann ist der Bahnparameter  $s$  die Zeit  $\tau$ , die eine mitgeführte Uhr anzeigt.“ *Norbert Dragon. Effektives Gravitationspotential.*

Das hat zur Folge, dass der Lorentz-Faktor aus den Ausdrücken für die relativistischen Energie und Drehimpuls wegfällt.

$$\frac{dt}{d\tau} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow E = m_0 c^2 \frac{dt}{d\tau},$$

$$\vec{L} = \frac{m_0 [\vec{r} \times \vec{v}]}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \vec{L} = m_0 [\vec{r} \times \vec{v}] \frac{dt}{d\tau}.$$

Die Effekte der Speziellen Relativitätstheorie werden also auf diese Weise aus der Rechnung entfernt und übrig bleibt der Energiesatz ohne Lorentz-Faktoren.

$$\frac{m_0}{2} + \frac{L^2}{2m_0 r^2} - G \frac{M m_0}{r} - G \frac{L^2 M}{m_0 c^2 r^3} = \frac{E^2}{2m_0 c^2} - \frac{m_0 c^2}{2}.$$

Wie begründen die Theoretiker der Relativitätstheorie diesen Schritt? Widmen wir unsere Aufmerksamkeit Einstein selbst.

Da die Gleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie nicht exakt gelöst werden können, sucht Einstein in seiner Arbeit „Erklärung der Periheldrehung des Merkur aus der allgemeinen Relativitätstheorie“ nach passender Näherung. Die erste Näherung liefert das Newtonsche Gravitationsgesetz. Die nächste Näherung trifft aber schon genau ins Schwarze:

„Der Flächensatz gilt also in Größen zweiter Ordnung genau, wenn man die ‚Eigenzeit‘ des Planeten zur Zeitmessung verwendet.“

Die Anwendung von der Eigenzeit ist also durch die Erhaltung des Keplerschen Flächensatzes erzwungen worden.

Will man doch alles korrekt machen, das heißt im Bezugssystem des Schwerpunktes nicht nur die Bewegung der Planeten beobachten, sondern auch auf die Uhr schauen und adäquate Rechnungen durchführen, verstoßt man gleich gegen einen grundlegenden Gesetz der Natur, wenn man ja gleichzeitig die Allgemeine Relativitätstheorie als mathematisches Hilfsmittel verwenden will.

Ferner wird dabei bestimmt auch der berechnete Wert nicht mehr stimmen, besonders, wenn noch die Glieder der nächsten Näherungen, das heißt, dritter, vierter usw. Ordnungen dazu addiert werden.

Einfachheit halber berücksichtigen wir nur die relativistische Masse. Sie würde so wirken, dass der Planet das Perihel langsamer passiert. Auf diese Weise würde sich der Planet über längere Zeit unter dem Einfluss der stärkeren Anziehungskraft der Sonne befinden. Intuitiv können wir schon ahnen, dass dies zur zusätzlichen Periheldrehung des Planeten führen wird.

Verhältnismäßig ist die Perihelverschiebung zum ganzen Drehen sehr klein. Deshalb können wir nur den Zusatz berechnen, der sich aus relativistischen Energie und Drehimpuls ergeben, und zum bekannten Wert von 43" addieren. Der Energie-Satz für die Planetenbewegung, der aus der Speziellen Relativitätstheorie hervorgeht, lautet

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - G \frac{M m_0}{r}.$$

Mit der Lösung der Gleichung hat sich etwa Prof. Schnizer befasst: „Die relativistische Keplerbewegung“, 2003. Im Prinzip

werden wir identische Auslegung machen, bemerkenswert ist aber, dass die Theoretiker der Relativitätstheorie doch genau wissen, wie es richtig geht, aber immer eine Ausreden finden.

Der Lorentz-Faktor kann durch den Drehimpuls ausgedrückt und danach in den Energiesatz eingesetzt werden.

$$L = \frac{m_0 r^2 \dot{\varphi}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \dot{\varphi} = \frac{L}{m_0 r^2} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}},$$

$$\dot{r} = \frac{dr}{d\varphi} \frac{d\varphi}{dt} = r' \dot{\varphi},$$

$$\begin{aligned} \frac{v^2}{c^2} &= \frac{\dot{r}^2 + r^2 \dot{\varphi}^2}{c^2} = \frac{(r'^2 + r^2) \dot{\varphi}^2}{c^2} = \\ &= \left( \frac{L}{m_0 c} \right)^2 \left( \frac{r'^2}{r^4} + \frac{1}{r^2} \right) \left( 1 - \frac{v^2}{c^2} \right). \end{aligned}$$

Führen wir eine neue Variable  $s$  ein.

$$s = \frac{1}{r}, \quad s' = -\frac{r'}{r^2},$$

$$\frac{v^2}{c^2} = \left( \frac{L}{m_0 c} \right)^2 (s'^2 + s^2) \left( 1 - \frac{v^2}{c^2} \right),$$

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \sqrt{1 + \left( \frac{L}{m_0 c} \right)^2 (s'^2 + s^2)}.$$

Jetzt können wir den Energiesatz umschreiben.

$$E = m_0 c^2 \sqrt{1 + \left(\frac{L}{m_0 c}\right)^2 (s'^2 + s^2)} - GMm_0 s.$$

Daraus ergibt sich

$$(E + GMm_0 s)^2 = m_0^2 c^4 \left[1 + \left(\frac{L}{m_0 c}\right)^2 (s'^2 + s^2)\right],$$

$$E^2 + 2EGMm_0 s + (GMm_0)^2 s^2 = m_0^2 c^4 + L^2 c^2 s'^2 + L^2 c^2 s^2,$$

$$s'^2 = \left(\frac{E}{Lc}\right)^2 - \left(\frac{m_0 c}{L}\right)^2 + \frac{2EGMm_0}{L^2 c^2} s - s^2 \left[1 - \left(\frac{GMm_0}{Lc}\right)^2\right].$$

Nach dem Einsetzen von

$$\lambda^2 = \left[1 - \left(\frac{GMm_0}{Lc}\right)^2\right]$$

folgt

$$\left(\frac{ds}{d\varphi}\right)^2 = \left(\frac{E}{Lc}\right)^2 - \left(\frac{m_0 c}{L}\right)^2 + \frac{2EGMm_0}{L^2 c^2} s - s^2 \lambda^2,$$

$$\lambda d\varphi = \frac{ds}{\sqrt{\left(\frac{E}{Lc\lambda}\right)^2 - \left(\frac{m_0 c}{L\lambda}\right)^2 + \frac{2EGMm_0}{(Lc\lambda)^2} s - s^2}}.$$

Vor der Integration kehren wir zur ursprünglichen Variable  $r$  zurück.

$$\lambda d\varphi = - \frac{dr}{r \sqrt{\left[\left(\frac{E}{Lc\lambda}\right)^2 - \left(\frac{m_0 c}{L\lambda}\right)^2\right] r^2 + \frac{2EGMm_0}{(Lc\lambda)^2} r - 1}}.$$

Mit Hilfe von der Integrationstafel kann die Gleichung relativ einfach integriert werden.

$$\lambda(\varphi - \varphi_0) = \arcsin \left[ \frac{\frac{2EGMm_0}{(Lc\lambda)^2} r - 2}{r \sqrt{\left| -4 \left[ \left( \frac{E}{Lc\lambda} \right)^2 - \left( \frac{m_0 c}{L\lambda} \right)^2 \right] - \left( \frac{2EGMm_0}{(Lc\lambda)^2} \right)^2 \right|}} \right].$$

Selbstverständlich können wir die rechte Seite weiter umformen, was allerdings keinen großen Sinn hat. Schon die Definition von den Arc-Funktionen verrät uns, dass das Pendeln vom Perihel nach Aphel und zurück einen Betrag von  $2\pi$  liefert. Folglich gilt

$$\lambda(\varphi - \varphi_0) = 2\pi \Rightarrow \varphi - \varphi_0 = \frac{2\pi}{\lambda}.$$

Das ist der Winkel einer ganzen Umdrehung zusammen mit der relativistischen Verschiebung. Daher ist die Verschiebung

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} - 2\pi = 2\pi \left[ \frac{1}{\sqrt{1 - \left( \frac{GMm_0}{Lc} \right)^2}} - 1 \right] \approx \pi \left( \frac{GMm_0}{Lc} \right)^2.$$

Für Merkur liefert die Formel  $\Delta\varphi \approx 8.35 \cdot 10^{-8} \text{rad}$  pro Umlauf und 7" im Jahrhundert.

Die Berechnung der Periheldrehung des Merkur mithilfe der Allgemeinen Relativitätstheorie gehört zu einer der genauesten überhaupt und ist der wichtige Beweis für die Gültigkeit die-

ser. Allerdings bringt der Zusatz von 7", der durch relativistische Masse bedingt ist und trotzdem von den Theoretikern hartnäckig ignoriert wird, zusammen mit 43" schon 50", was um 16% größer als beobachteter Wert von 43" ist. Auf diese Weise geht eine der wichtigsten „Bestätigungen“ der Allgemeinen Relativitätstheorie verloren.

In Wirklichkeit ist die Situation sogar viel schlimmer. Einstein war es von Anfang an bewusst, dass er mit seiner Theorie gegen die physikalischen Gesetze verstößt. Deshalb verwendete er die Eigenzeit des kleinen Planeten und nicht des massenreichen Sterns bzw. des Schwerpunktes, um das Problem geschickt umzugehen. An sich selbst ähnelt dies einem Rückfall vom kopernikanischen zum ptolemäischen Weltbild.

Ferner darf das ganze Mischmasch mit den Bezugssystemen zu einer korrekten wissenschaftlichen Behandlung nicht gehören: Der Abstand zwischen dem Planet und dem Stern wird im Ruhesystem des Schwerpunktes gemessen, doch die Zeit wird von der Uhr des bewegten Planeten abgeguckt.

Trotzdem wird bei Einstein alles abgekaut und keiner fragt nach, weil die Kritik nie toleriert wurde.

## **Gerbers Gravitationstheorie**

Es hat wahrscheinlich einen Sinn, hier noch die Theorie von Paul Gerber kurz zu erläutern. Immerhin behauptete Ernst Gehrcke, dass Einstein die Formel für die Periheldrehung des Merkur bei diesem Wissenschaftler abgeguckt hatte.



Gerber erkannte zwei Faktoren, die aufgrund endlicher Ausbreitungsgeschwindigkeit der gravitativen Wechselwirkung das Newtonsche Gravitationsgesetz beeinflussen könnten.

„**Erstens** muss zwar im Abstände  $r - \Delta r$  der Massen, wo  $\Delta r$  bei wachsendem  $r$  positiv, bei abnehmendem  $r$  negativ ist, das Potential sich in der im umgekehrten Verhältnis zu  $r - \Delta r$  stehenden Grösse zu bilden anfangen, weil sonst nicht einzusehen wäre, wie sich dieses Verhältnis bei der Ruhe der Massen zu erfüllen vermöchte. Aber es gelangt nicht sogleich zur Wirkung an  $m$ , da der es bedingende Vorgang von der anziehenden Masse ausgeht und Zeit braucht, um bis zur angezogenen Masse fortzuschreiten. Selbstverständlich findet ein Fortschreiten der gedachten Art auch von der angezogenen zur anziehenden Masse statt... Das bei dem Abstände  $r - \Delta r$  von der anziehenden Masse ausgehende Potential bethätigt sich also in  $m$  erst zu einer um  $\Delta t$  späteren Zeit, nachdem der Abstand gleich  $r$  geworden ist. **Zweitens** würde das Potential wohl bei Fernwirkung unmittelbar in seinem vollen Betrage erscheinen; sind jedoch Raum und Zeit in der vorausgesetzten Art mit im Spiel, so hat es auch eine gewisse Dauer nötig, damit es, bei  $m$  angelangt, dieser Masse sich mitteile, d. h. den ihm entsprechenden Bewegungszustand von  $m$  hervorrufe... Wenn die Massen ruhen, geht die Bewegung des Potentials mit ihrer eigenen Geschwindigkeit an  $m$  vorüber; dann bemisst sich sein auf  $m$  übertragener Wert nach dem umgekehrten Verhältnis zum Abstände. Wenn die Massen aufeinander zueilen, verringert sich die Zeit der Übertragung, mithin der übertragene Potentialwert im Verhältnis der eigenen Geschwindigkeit des Potentials zu der aus ihr und der Geschwindigkeit der Massen bestehenden Summe, da das Potential in Bezug auf  $m$  diese Gesamtgeschwindigkeit hat.“ *Paul Gerber, Die räumliche und zeitliche Ausbreitung der Gravitation. Zeitschrift für Mathematik und Physik. 43, 1898.*

Laut Oppenheim ist die Idee für den ersten Faktor auf Neumann zurückzuführen:

„Die Voraussetzung, von der C. Neumann ausgeht, ist die, daß das Potential der gegenseitigen Anziehung zweier Teilchen... einiger Zeit bedarf, um von  $m_1$  zu  $m_2$  zu gelangen und daher dort nicht zur Zeit  $t$ , sondern

etwas später ankommt, ebenso wie das zur Zeit  $t$  in  $m_1$  angekommene und von  $m_2$  ausgesandte Potential von dort etwas früher ausging.“ *Oppenheim, S.: Zur Frage nach der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation. In: Annalen der Physik. 53, 1917.*

Daraus ergibt sich die Formel für den ersten Faktor:

$$\frac{1}{1 - \frac{v_r}{c}},$$

wobei  $v_r$  die radiale Geschwindigkeit ist, mit der sich die Massen relativ zueinander bewegen.

Für den zweiten Faktor gab es anscheinend keine vorangehende Hypothese: Die Gravitationswechselwirkung hat laut Gerber eine konstante Fortpflanzungsgeschwindigkeit, die vermutlich der Vakuumlichtgeschwindigkeit gleicht, relativ zur Masse, von der sie ausgeht. Dies führt zur größeren Einwirkdauer des Gravitationspotentials, wenn sich die Massen voneinander entfernen und umgekehrt.

Für das bessere Verständnis schauen wir uns Abb. 18 an. Wie viel Zeit braucht eine Änderung des Feldes von der Masse  $m_1$  an der Masse  $m_2$  mit dem Durchmesser  $d$  vorbei zu laufen?

In der Ruhe:

$$\Delta t_0 = \frac{d}{c}.$$

Bei der Annäherung:

$$\Delta t = \frac{d}{c + v_r}.$$

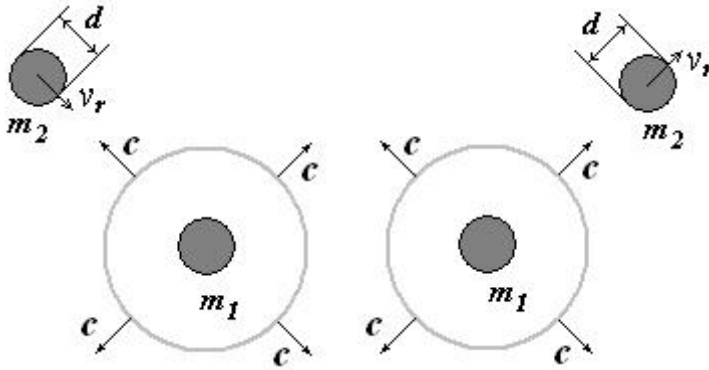


Abb. 18. Annäherung (links) und Entfernung (rechts) der Massen aus der Sicht der Masse  $m_1$ .

Während der Entfernung:

$$\Delta t = \frac{d}{c - v_r}.$$

Offensichtlich gilt dasselbe symmetrisch für die Feldänderung der Masse  $m_2$  bei der Masse  $m_1$ .

Weil die radiale Geschwindigkeit bei der Annäherung negativ ist, bekommen wir den Ausdruck für den zweiten Faktor:

$$\frac{\Delta t}{\Delta t_0} = \frac{1}{1 - \frac{v_r}{c}}.$$

Die Berücksichtigung von diesen zwei Faktoren führt zum folgenden Gravitationspotential:

$$V = \frac{\mu}{r \left(1 - \frac{v_r}{c}\right)^2}, \mu = G(m_1 + m_2).$$

Wie gesagt: Damit konnte Paul Gerber 1898 die anomalen Perihelverschiebungen der Planeten genau berechnen.

1982 schrieb Roseveare, dass Gerbers Theorie nie offiziell widerlegt wurde, sondern schlicht „vergessen“ (Roseveare, N. T: Mercury's perihelion from Leverrier to Einstein. Oxford: University Press 1982).

## Gravitationswellen

Für den sogenannten indirekten Nachweis von den Gravitationswellen bekamen die zwei amerikanischen Astronomen Taylor und Hulse 1993 den Nobelpreis. Seitdem ist es nicht gelungen, die Gravitationswellen direkt nachzuweisen. Für mich ist das kein Wunder. Vom Scheitern des Vorhabens war ich gleich überzeugt.

„Newsgroups: de.sci.physik  
Von: walter.or...@freenet.de (W.O.)  
Datum: 19 Aug 2002 12:48:25 -0700  
Lokal: Mo 19 Aug. 2002 21:48  
Betreff: GEO600  
[...]

Als ich vor ungefaehr zweieinhalben Jahren vom Bau GEO600 gelesen hatte, dachte ich, der Versuch wuerde platzen. Weil:

- 1) GEO600 ist ein 600-Meterlanger Michelson-Interferometer.
- 2) Die Gravitationswellen sind von Relativitätstheorie vorausgesagt.
- 3) Selbst die Relativitaetstheorie stützt sich auf Null-Resultat des Michelson-Marley-Versuches. Schlussfolgerung: Wir kriegen wieder eine NULL!“

Damals hielt ich eher das Einsetzen vom Michelson-Interferometer als Gravitationswellendetektor für falsch. Inzwischen denke ich, dass es prinzipiell egal, womit man das zu messen versucht, was gar nicht existiert. Das Resultat wird immer dasselbe sein – ein Null-Resultat!

Verzweifelt sind die Forscher schon bereit im Rauschen nach Gravitationswellen zu suchen.

„Simulationen von umeinander kreisenden Neutronensternen und Schwarzen Löchern sind deshalb so interessant, weil sie Einblicke in die mögliche Struktur von Gravitationswellensignalen ermöglichen, berichtete AEI-Sprecherin Susanne Milde gestern. ‚Sie stellen sozusagen einen Fingerabdruck der zu erwartenden Gravitationswellen zur Verfügung.‘ Diese Fingerabdrücke erleichtern bei der Auswertung der Gravitationswellen-Daten die Arbeit: Die Forscher erhalten eine klare Beschreibung jener Signale, die sie im riesigen ‚Datenschwungel‘ finden wollen.“ *Märkische Allgemeine. AEI: Forscher stellen Modell vor. Verschmelzende Neutronensterne.*

Doch im Rauchen können x-beliebige Muster x-beliebig mal vorkommen! Wollen die Wissenschaftler dann wirklich einen direkten Nachweis melden, wenn ein paar Übereinstimmungen vorkommen?

Allmählich entwickelt sich die Gravitationswellenforschung zu einem echten Desaster. Mit der vermeintlichen Entdeckung von den Spuren der Urknall-Gravitationswellen im Kaffeesatz... Entschuldigung... in der kosmischen Hintergrundstrahlung wollten die Forscher eigentlich eine Sensation machen.

„Wir sehen wahrscheinlich das erste Mal Gravitationswellen am Himmel – und sie geben uns einen Einblick in das ganz frühe Universum.“ *John Kovac vom Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics.*

Doch hat sich das Blatt gewendet. Die Kritik wurde laut sogar in den eigenen Reihen – der galaktische Staub könnte die gleichen Muster erzeugen. Die öffentliche Presse reagierte diesmal sogar ein wenig gereizt.

„Nachdem die Öffentlichkeit jahrelang gefordert hat, dass die Wissenschaft aus ihrem Elfenbeinturm treten möge, sollte niemand überrascht sein, dass die Wissenschaft genau das tut... Vielen Forschern gefällt das

nicht: Sie möchten die Kontrolle über ihre Ergebnisse behalten. Sie erläutern zwar ihre Arbeit beim Tag der offenen Tür ihres Instituts, doch es soll ein Belehren bleiben und kein Diskutieren werden. Zur Kritik sind nur die ausgewiesenen Fachkollegen berechtigt. Die Kontrolle zu behalten, dürfte nach meiner Einschätzung aber schwieriger werden.“ *Stuttgarter Zeitung. Alexander Mäder. Streit in der Kosmologie: Physiker im Zwielficht.*

In der Tat kann die erfolglose Suche nach den Gravitationswellen die Physiker schließlich in Verruf bringen. Wie lange wollen sie noch an Einstein haften und die Grundlagenforschung in die falsche Richtung lenken?

## **Einsteins Gedankenwelt und Praxis**

Die Gedankenexperimente waren das Hauptwerkzeug von Einstein. Wie schön und logisch sie auch aussehen mögen, können sie die Realität im besten Fall nicht mehr als eine grobe Näherung darstellen und sonst täuschen sie diese nur vor. Damit wurde er sogar selbst konfrontiert.

Selbstverständlich betraf das nicht seine Relativitätstheorie. Damals konnte sie überhaupt nicht direkt überprüft werden und die späteren Experimente wurden zur ihr ohne „wenn“ und „aber“ adaptiert. Einst versuchte er sich jedoch als Erfinder zu behaupten und war ganz daneben.

„Im August 1916 hatte er die kleine Arbeit ‚Elementare Theorie der Wasserwellen und des Fluges‘ veröffentlicht und dabei wohl die Idee für eine günstige Form des Flugzeugflügels in der Art eines ‚Katzenbuckels‘ entwickelt. Die mit Flugzeugbau beschäftigte Firma ‚Luftverkehrsgesellschaft Berlin-Johannisthal‘ hatte die akademische Gemeinschaft um Mithilfe bei der technischen Verbesserung der Luftwaffe aufgerufen. An sie schickte Einstein seinen Entwurf, und ein Versuchs-Doppeldecker wurde

entsprechend umgerüstet. Zwei Testpiloten mühten sich, in die Lüfte zu steigen; es gelang ihnen auch, vom Boden wegzukommen, danach ‚wie eine schwangere Ente‘ in der Luft zu hängen und mit nicht geringer Erleichterung dann wieder Boden unter die Räder zu bekommen. Einstein hat später seine Blamage humorvoll anerkannt; in der Tat hatte er zu diesem Zeitpunkt weder die physikalischen Grundlagen des Fliegens völlig verstanden noch die aerodynamische Fachliteratur gelesen, in der alles genau auseinander gesetzt worden war.“ *Einstein in Berlin 1914-1933 von Hubert Goenner.*

Einstein selbst war allerdings der anderen Meinung. In gehobener Sprache schrieb er in seiner Arbeit:

„Worauf beruht die Tragfähigkeit der Flügel unserer Flugmaschinen und der im Gleitflug durch die Luft dahingleitenden Vögel? Über diese Frage herrscht vielfach Unklarheit; ja ich muß sogar gestehen, daß ich ihrer einfachsten Beantwortung auch in der Fachliteratur nirgends begegnet bin.“ *Elementare Theorie der Wasserwellen und des Fluges, A. Einstein, Die Naturwissenschaften, 1916.*

Die ganze Angelegenheit ist ziemlich peinlich. Im Prinzip sieht die Sache mit der Relativität nicht anders aus. Eigentlich sollte das Relativitätsprinzip die Annahme der Existenz eines Äthers für überflüssig erklären. Und jetzt...

„In der theoretischer Physik ist der Begriff ‚Äther‘ wegen seiner früheren Verbindung mit der Opposition gegen die Relativität extrem negativ besetzt. Das ist bedauerlich, weil er ohne diese Konnotationen relativ gut einfängt, wie die meisten Physiker über das Vakuum denken... Als die Relativität allmählich akzeptiert wurde, zeigten Untersuchungen der Radioaktivität nach und nach, dass das leere Vakuum eine spektroskopische Struktur besitzt, die jener der normalen Quantenfestkörper und Quantenflüssigkeiten gleicht. Aufgrund nachfolgender Studien mit großen Teilchenbeschleunigern verstehen wir inzwischen, dass der Raum eher einem Stück Fensterglas als der idealen newtonschen Leere ähnelt. Er ist mit einem normalerweise transparenten ‚Stoff‘ erfüllt, der aber sichtbar gemacht werden kann, wenn man so hart trifft, dass ein Teil

herausgeschlagen wird.“ *Robert B. Laughlin. Abschied von der Weltformel.*

Aus meiner Sicht gibt es tatsächlich ein bevorzugtes Koordinatensystem auf der Erde und zwar die Erde selbst. Allein das Verhalten der Elektronen und der anderen geladenen Teilchen in den Beschleunigern ist ein eindeutiger Beweis dafür. Hier ergibt die Rechnung nur dann einen physikalischen Sinn, wenn die Beschleunigeranlage als ein absolutes Ruhesystem betrachtet wird.

Im Allgemeinen würde ich behaupten, dass das Gravitationsfeld auf das bevorzugte Bezugssystem zeigt.

Ob diese Auswahl mit dem feinen Stoff Namens Äther irgendwas zu tun hat, wage ich nicht zu beurteilen. Aber eins ist mir sicher:

**Einsteins Relativität funktioniert nicht!**