

Risse im Fundament

Walter Orlov

Risse im Fundament

Physik und Kosmologie

Dipl.-Ing. (FH) Walter Orlov

Risse im Fundament, Physik und Kosmologie / Walter Orlov

Copyright: © 2011 Walter Orlov

Inhalt

„Dunkles Mittelalter“	1
Falsche Deutung des Photoeffekts durch Einstein	2
Klassische Erklärung für Compton-Effekt	8
Maxwells Strahlungsdruck	11
Irrtum um Wellen und Teilchen	13
Plancks fehlerhafte Herleitung des Strahlungsgesetzes	18
Zerstückelte Quanten	21
Machenschaften um die Relativitätstheorie	23
Vollständige relativistische Periheldrehung	31
Makel des Äquivalenzprinzips	37
Scheitern der Lorentz-Einstein-Elektrodynamik	40
Gravitation und bevorzugtes Bezugssystem	46
Gerbers Gravitationstheorie	48
Lichtablenkung: Vergleichstest der Theorien	58
Kosmologische Spekulationen über Gravitationslinsen	68
Oszillierende Rotationskurven der Galaxien	73
Gestein und Wasser	79
Entstehung und Zusammensetzung der Sterne	84
Aufwickeln der Spiralarme und Alter der Galaxien	86
Literatur	94

„Dunkles Mittelalter“

„Dunkles Mittelalter“ dürfte die Entwicklung der Wissenschaft um 200 - 300 Jahre verzögern. – Durchaus möglich. Dafür wird die Kirche verantwortlich gemacht. Was stört aber jetzt den Fortschritt? Die aufwendigen Experimente jüngster Zeit versagen ein nach dem anderen: Gravitationswellen werden nicht registriert, Mini-Schwarzlöcher werden nicht erzeugt, neue Teilchen werden nicht entdeckt usw. Wieder trägt die Kirche Schuld? Offensichtlich nicht. Die Wissenschaftler sind schon längst sich selbst überlassen und bestimmen, wo geforscht wird, und das Geld haben sie mehr als genug zur Verfügung. Trotzdem bleiben nicht nur Durchbrüche aus, sondern, sogar umgekehrt, neu gewonnene Erkenntnisse bringen mit sich immer mehr Verwirrung als Klarheit.

Zugegeben wird es zur Zeit anscheinend zum Trend, theoretische Physik zu kritisieren. Allerdings werden dabei lediglich die Spekulationen angegriffen aber deren Ursprung – Quantenmechanik und Relativitätstheorie – bleibt weiterhin unberührt. Die hübsche Fassade hat aber Risse. Die etablierten Theorien sind nicht mit angebrachter Sicherheit belegt. Weil es aber keine unabhängige Kontrolle gibt, werden die Daten zu Gunsten der favorisierten Theorien nun stets so präpariert, dass sie immer und wieder durch das Experiment quasi bestätigt werden. Auf diese Weise wird von den Theoretikern eine Phantasie-Welt kreiert, die nicht mal billig ist und mit der Realität nicht viel zu tun hat. Vor allem werden die Astronomen zu den Geiseln der Theorien. Die Optik wird immer besser, aber die „Sterngucker“ sind quasi blind geworden, denn sie ignorieren viele feine Details auf den Aufnahmen, wenn sie in das gewöhnliche Schema nicht passen.

Das Andersdenken wird allerdinks nicht toleriert. Jede Art Kritik, sogar nur am Rande, empfinden die Wissenschaftler wie eine persönliche Beleidigung. Die Opponenten werden für geistesgestört erklärt und aus den öffentlichen Diskussionen vertrieben.

Die schiefe Lage war dem breiten Publikum die ganze Zeit kaum bekannt. Die kleinen Erfolge wurden in bunten Farben präsentiert und erweckten beruhigenden Eindruck des permanenten und erfolgreichen Fortschritts. Die Aufdeckung der Plagiatsaffären haben allerdings ein anderes Gesicht der Wissenschaftler gezeigt, besonders, wenn man bedenkt, dass selbst der Genie aller Zeiten – Einstein – mehrmals unter Plagiatsverdacht stand. Deshalb wurde auf einmal klar, dass der wissenschaftliche Betrieb weit nicht so perfekt funktioniert, wie es ausgeklügelte Propaganda vortäuscht.

Falsche Deutung des Photoeffekts durch Einstein

Wird die Metalloberfläche beleuchtet, können dabei manche Elektronen das Metall verlassen. Die Erscheinung wird „Photoeffekt“ genannt. Dafür muss aber die Frequenz der Strahlung hoch genug sein. Um experimentelle Befunde zu erklären, postulierte Einstein 1905 die Existenz der Lichtquanten – Photonen ^[1]. Jedem einzelnen Photon soll die Energieeinheit $E=h\nu$ entsprechen, hier sind h Planck-Konstante und ν Frequenz des Lichtes. Sonst ist es von den Photonen so gut wie nichts bekannt. Offensichtlich verstand Einstein selbst nicht ganz, was er da postuliert hatte. So schrieb er:

„Jeder Lump meint heute, er habe verstanden, was ein Photon ist – aber er irrt sich.“ ^[2]

Unter Lumpen meinte er wohl ganz normale Wissenschaftler, sein verärgelter Ton verrät jedoch, dass er selbst auch nicht besonders viel begriff.

Dringt ein Photon in das Metall ein, könnte es seine ganze Energie an ein Elektronen übergeben. Berücksichtigt man noch die Austrittsarbeit W , ergibt sich dann die kinetische Energie des

raus gelösten Elektrons:

$$E_{kin} = h\nu - W.$$

Und tatsächlich gibt es in dieser Hinsicht ganz gute Übereinstimmung mit dem Experiment. Für die Deutung des Photoeffektes erhielt Einstein den Nobelpreis ^[3].

Das Bild ist aber nicht vollständig. Um das Prinzip vom Photoeffekt zu erläutern, wird der Demonstrationsversuch mit sogenannter Gegenfeldmethode durchgeführt: An die Anode einer Photozelle wird negative Spannung angelegt. Diese wird so weit erhöht, bis durch das einfallende Licht bedingter Photostrom nicht mehr fließt. Auf diese Weise wird die kinetische Energie von den Elektronen bestimmt. Führt man die Messungen für verschiedene Frequenzen aus, können noch Austrittsarbeit und Planck-Konstante bestimmt werden.

Im Normalbetrieb wird die Vakuumphotozelle allerdings richtig gepolt, d.h. an die Anode wird positive Spannung angelegt (Abb. 1). Sie wird so hoch eingestellt, dass der Photostrom in die Sättigung geht. So erreichen alle raus geschlagenen Elektronen die Anode. Rechnen wir nach. Eine Vakuumphotozelle vom Typ 90AV (Philips) hat die Empfindlichkeit von $45 \mu A/lm$ und ist blau empfindlich ^[4].

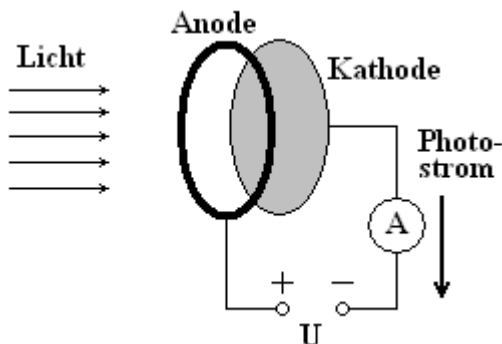


Abb. 1. Normalbetrieb der Vakuumphotozelle.

Mithilfe dieser Angaben können wir die Wirkungsgrad der Photozelle im Sinne der Lichtquantenhypothese berechnen. Photometrisches Strahlungsäquivalent für blaues Licht mit der Wellenlänge 470 nm ist

$$K(\lambda) = K_m V(\lambda) = 683 \frac{\text{lm}}{\text{W}} \cdot 0.1 = 68.3 \frac{\text{lm}}{\text{W}}.$$

Daher gilt für das monochromatische blaue Licht:

$$1\text{ W} = 68.3\text{ lm} \Rightarrow 1\text{ lm} = 0.01464\text{ W}.$$

Also, die Lichtleistung von 0.01464 W liefert den elektrischen Strom von $45\text{ }\mu\text{A}$. Das entspricht der Anzahl der Elektronen, die die Kathode in einer Sekunde verlassen:

$$N_{el} = \frac{I \cdot 1\text{ s}}{e} = \frac{45 \cdot 10^{-6}\text{ A} \cdot 1\text{ s}}{1.602 \cdot 10^{-19}\text{ C}} = 2.81 \cdot 10^{14}.$$

Währenddessen ist die Anzahl der Photonen:

$$N_{ph} = \frac{P \cdot 1\text{ s}}{h c / \lambda} = \frac{0.01464\text{ W} \cdot 1\text{ s} \cdot 470 \cdot 10^{-9}\text{ m}}{6.626 \cdot 10^{-34}\text{ J s} \cdot 3 \cdot 10^8\text{ m/s}} = 3.46 \cdot 10^{16}.$$

Darüber hinaus haben wir, dass ca. 120 Photonen nur ein Elektron aus dem Metall raus lösen. Das nennt man „Quantenausbeute“ und der typische Wert liegt tatsächlich bei etwa 1%. Wir können das aber auch anders interpretieren und sagen, dass sich das Licht nur zu 1% als Quant benimmt.

Selbstverständlich gibt es ein Schlupfloch – die Ineffizienz der Apparatur sei für schlechtes Ergebnis verantwortlich. Das scheint tatsächlich ein gravierendes Problem für die quantenmechanischen Messungen zu sein. Sogar können relativ neue Versuche zur sogenannten Photonenteleportation nicht endgültig anerkannt werden, weil die meisten in der Apparatur erzeugten Photonen von den Detektoren nicht erfasst werden ^[5].

Die Sache ist aber noch schlimmer. Es gibt zwar die Abhängigkeit

der Quantenausbeute von der Frequenz der Strahlung: Je höher ist die Frequenz, desto größer ist die Ausbeute. Für ultraviolettes Licht kann die Effizienz sogar 20% erreichen. Das Phänomen ist aber von rein rechnerischer Natur – der Photostrom bleibt für verschiedene Frequenzen praktisch gleich.

Bei gleicher Intensität der Strahlung I fällt die Konzentration der Photonen, die in einer Sekunde gegen Metall prallen, mit der wachsenden Frequenz ab: $n_{ph} = I/h\nu$. Entsprechend sollte dann auch der Photostrom, also die Zahl der durch die Photonen raus gelösten Elektronen, synchron sinken. Deshalb ist es zu erwarten, dass die Kennlinien des Photostroms ungefähr so verlaufen würden:

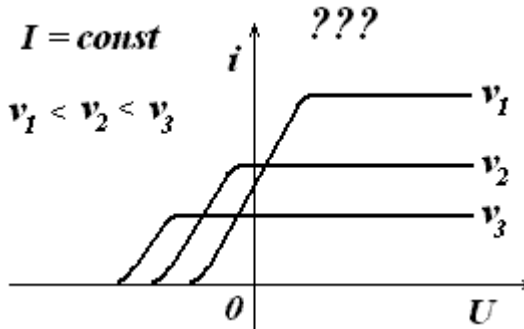


Abb 2. Logischer Verlauf der Kennlinien vom Photostrom nach Photonenhypothese.

Und das passiert eben nicht – in der Sättigung ist der Photostrom für verschiedene Frequenzen bei unveränderlicher Intensität gleich bzw. annähernd gleich. Das wird normalerweise nirgends betont und Verlauf der Kennlinien wie auf dem nächsten Abbildung wird nun selten gezeigt.

Rechts sehen wir, dass der Photostrom für verschiedene Wellenlängen den gleichen Wert anstrebt. Obwohl hier nicht direkt angedeutet wird, dass die Lichtintensität dabei konstant bleibt, müs

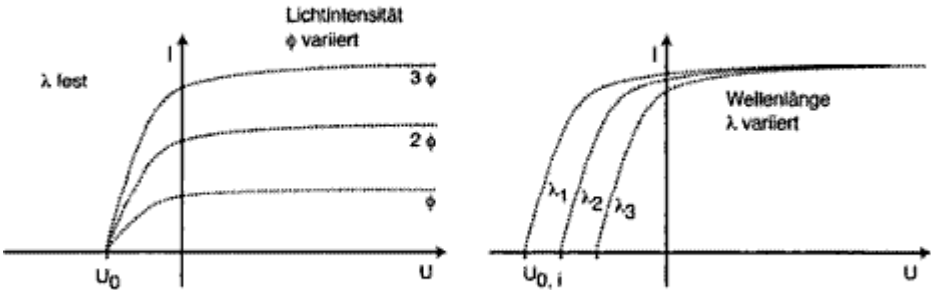


Bild 5.3: Photoeffekt: schematischer Verlauf des Stromes I als Funktion der Spannung U . Links: Lichtintensität variiert, rechts: Wellenlänge verändert sich.

Abb. 3. Verlauf der Kennlinien beim Photoeffekt ^[6].

sen wir dies logischerweise annehmen, wie für die linke Seite extra geschrieben wird, dass die Wellenlänge für verschiedene Lichtintensität unverändert („fest“) bleibt. Eine weitere Darstellung aus dem englischen Lehrbuch ^[7] macht diesen Zusammenhang sogar noch deutlicher (Abb. 4).

Irritierend wird der Photostrom in grafischen Darstellungen oft durch die Quantenausbeute QE ersetzt. Sie ist allerdings schon nach der Definition frequenzabhängig:

$$QE = \frac{N_{el}}{N_{ph}} = \frac{i/e}{I/h\nu} = \frac{i}{e} \frac{h}{I} \nu.$$

Also, wenn Photostrom und Lichtintensität gleich bleiben, wächst die Quantenausbeute linear mit der Frequenz $QE \sim \nu$. Deshalb dürfen steigende Kennlinien in diesem Fall nicht täuschen.

Dann bleibt noch die kleine Zone um die Grenzfrequenz herum zu untersuchen. Beim festgelegten Potential findet während des Passieren dieses Gebietes selbstverständlich starke Änderung des

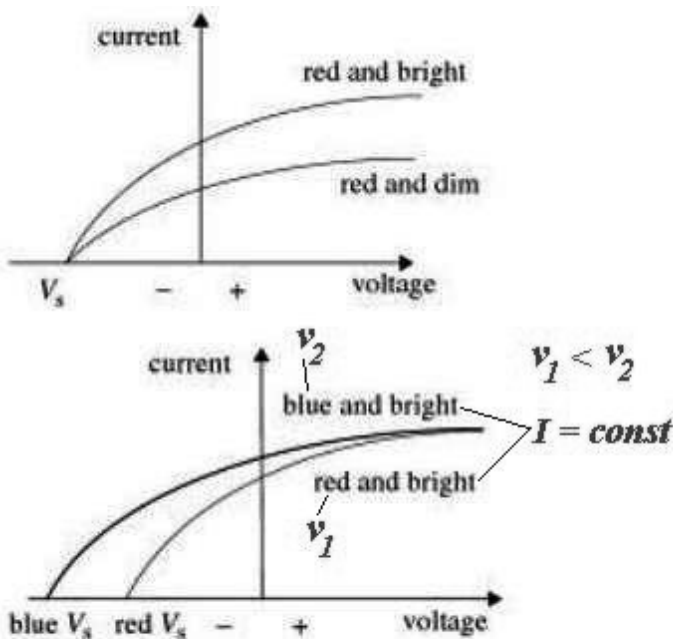


Figure 4.3 The photocurrent is larger for larger intensity light source. The stopping voltage depends on the frequency not the intensity.

Abb. 4. Gleicher Photostrom in der Sättigung bei gleicher Lichtintensität und verschiedenen Frequenzen (untere Kurve). Originalbild aus ^[7].

Photostroms statt, denn unter der Grenzfrequenz gibt es keinen Strom und oberhalb der Grenze beginnt der Strom schon zu fließen. Wir wollen aber unsere Betrachtung mit den Übergangsprozessen nicht belasten, deshalb untersuchen wir nur den Fall für $\nu > \nu_{min}$ und hier ergibt sich in der Sättigung stets frequenz-unabhängiger Photostrom. Offensichtlich steht dies aber im direkten Widerspruch mit der Lichtquantenhypothese.

Merkwürdig ist die Tatsache, dass für falsche Deutung des Photoeffekts noch der Nobelpreis erteilt wurde. Die Division wird doch noch in der Grundschule unterrichtet. Warum nun konnte damals

keiner im Nobelpreiskomitee einfache arithmetische Aufgabe – Intensität geteilt durch die Energie einzelnes Photons – bewältigen? Jedenfalls braucht der Photoeffekt immernoch eine richtige Erklärung.

Die Verfehlung ist inzwischen wohl erkannt worden, sonst hätten die Wissenschaftler nicht nach den Schlupflöchern gesucht. So meint Prof. Gross:

„Für Anwendungen sollte die Quantenausbeute möglichst hoch sein. Sie liegt für sichtbares Licht im Bereich von 10^{-4} bis 10^{-2} und ist stark frequenzabhängig. Dabei steigt die Quantenausbeute im Normalfall mit der Frequenz an, was dadurch erklärt werden kann, dass hochenergetische Elektronen eine höhere Wahrscheinlichkeit besitzen, das Metall zu verlassen.“^[8]

In Wirklichkeit spielt erwähnte Wahrscheinlichkeit in Rahmen der Quantenmechanik eine Rolle nur dann, wenn die Teilchenenergie kleiner ist als die Höhe der Potentialbarriere, sonst ist die Überwindung der Barriere genauso wie im klassischen Fall 100% gesichert.

Klassische Erklärung für Compton-Effekt

Rayleigh-Gesetz beschreibt die Streuung des Lichtes an einzelnen Gas-Molekülen oder Atomen, die als ruhend betrachtet werden. In Festkörpern wie Metallen erscheinen jedoch die Leitelektronen, die sich quasi frei bewegen. So werden die Röntgenstrahlen hauptsächlich von diesen Elektronen gestreut. Die Elektronen sind allerdings viel leichter als Atome oder Moleküle und können von der elektromagnetischen Strahlung gerade noch während der Streuung beschleunigt und auf eine bestimmte Fluchtgeschwindigkeit, d.h. durch den Strahlungsdruck bediente Driftgeschwindigkeit, gebracht werden. Deshalb dürfen sie nicht mehr ruhend an-

gesehen werden. Im Weiteren werden wir nur den realen Fall für $v \ll c$ betrachten. Wenn die Leitelektronen von der elektromagnetischen Welle mit der Geschwindigkeit v fluchten, erscheint sie bei ihnen mit geringer Frequenz:

$$\nu = \nu_0 \left(1 - \frac{v}{c} \right),$$

ν_0 ist die Original-Frequenz elektromagnetischer Welle. Entsprechend werden die Elektronen mit geringer Frequenz hin und her geschaukelt und nach Rayleigh-Gesetz mit gleicher Frequenz die Wellen abstrahlen. Weil aber die Wellen von den ruhenden Detektoren empfangen werden, ergeben sich folgende Frequenzen:

In Fahrriichtung:

$$\nu_1 = \nu \left(1 + \frac{v}{c} \right) = \nu_0 \left(1 - \frac{v}{c} \right) \left(1 + \frac{v}{c} \right) = \nu_0 \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right) \approx \nu_0.$$

Entgegen: $\nu_2 = \nu \left(1 - \frac{v}{c} \right) = \nu_0 \left(1 - \frac{v}{c} \right)^2 \approx \nu_0 \left(1 - 2 \frac{v}{c} \right).$

Allgemein: $\nu' = \frac{\nu}{1 - \frac{v}{c} \cos \theta} = \nu_0 \frac{1 - \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c} \cos \theta}.$

θ ist der Winkel zur Fahrriichtung. Und solch eine Spaltung der Frequenz beobachtet man beim Compton-Effekt: In Fahrriichtung wird hauptsächlich die Strahlung mit Originalfrequenz registriert und in entgegengesetzte Richtung wird vorwiegend die Strahlung mit geringer Frequenz gestreut. Obwohl Compton selbst den Effekt mithilfe der Lichtquanten-Hypothese erklärte, kann seine Formel

$$\Delta \lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \theta).$$

offensichtlich auch klassisch hergeleitet werden. Also

$$\Delta \lambda = \frac{c}{v'} - \frac{c}{v_0} = \frac{c}{v_0} \frac{1 - \frac{v}{c} \cos \theta}{1 - \frac{v}{c}} - \frac{c}{v_0} =$$

$$\lambda_0 \frac{1 - \frac{v}{c} \cos \theta}{1 - \frac{v}{c}} - \lambda_0 = \lambda_0 \frac{v}{c} \frac{(1 - \cos \theta)}{1 - \frac{v}{c}}.$$

bzw. ganz grob

$$\Delta \lambda \approx \lambda_0 \frac{v}{c} (1 - \cos \theta).$$

Um jetzt zur Compton-Formel zu gelangen, müssen wir annehmen, dass die Fluchtgeschwindigkeit der Elektronen mit der Frequenz einfallender Strahlung steigt:

$$\frac{h}{m_e c} = \lambda_0 \frac{v}{c},$$

$$v = \frac{h}{m_e \lambda_0} = \frac{h}{m_e c} v_0 = \Delta \lambda_C v_0,$$

$\Delta \lambda_C = h / (m_e c)$ – Compton-Wellenlänge – ist der Proportionalfaktor. Zwar gib klassische Elektrodynamik keine theoretische Begründung dafür, was offensichtlich der Grund war, warum sich die quantenmechanische Deutung durchgesetzt hat, aber die Thermodynamik hat offensichtlich auch was zu sagen. So ging etwa Wien bei der Herleitung des Strahlungsgesetzes davon aus, dass die Frequenz der Strahlung von der Geschwindigkeit der strahlenden Teilchen direkt abhängt: "Da die Wellenlänge λ der von einem Molecül ausgesandten Strahlung eine Function von v ist, so ist auch v eine Function von λ " ^[9]. Wie dies genau zu Stande kommen kann, ist allerdings vorerst unklar, aber man kann diese Denkrichtung im Auge behalten.

Maxwells Strahlungsdruck

Ferner ist auch Maxwells klassische Erklärung für den Strahlungsdruck nicht unbedingt einwandfrei. Seine Idee ist folgende. Nehmen wir an, eine Punktladung, zum Beispiel ein Elektron, befindet sich unter dem Einfluss elektromagnetischer Welle. Von elektrischer Komponente der Welle wird Elektron senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der Welle beschleunigt $a = eE/m_e$ und somit in die Zeit Δt auf die Geschwindigkeit $v = a\Delta t$ gebracht. Weil sich das Elektron gleichzeitig im Magnetfeld der Welle befindet, wirkt auf es noch die Lorentz-Kraft $F_L = e\vec{v} \times \vec{B}$, die es in die Ausbreitungsrichtung elektromagnetischer Welle d.h. Nach vorn ablenkt. Handelt es sich um die Ladungsträger in einem Festkörper, sollte deren Ablenkung wie Druck wirken... Doch es gibt eine Komplikation.

Im feldfreien Raum ist ein Atom neutral. Im elektrischen Feld verschieben sich die Elektronen gegen Atomkern, sodass ein induziertes Dipolmoment entsteht, wodurch äußeres Feld innerhalb des Atoms kompensiert wird. In diesem Punkt bleiben die Elektronen stehen. Die Kraft des Außenfeldes wird durch die Anziehungskraft des Atomkerns gerade so ausgeglichen, dass es keine weitere Bewegung von den Elektronen möglich.

Dieselbe Situation ist zu erwarten, wenn z.B. elektrische Komponente elektromagnetischer Welle ihr Maximum erreicht (Abb. 5).

Selbstverständlich kann magnetische Komponente in diesem Fall nichts bewirken – die Geschwindigkeit der Elektronen und entsprechend die Lorentz-Kraft sind gleich Null. Deshalb sollte es eigentlich keinen Strahlungsdruck geben.

Ja, solange sich elektrische Feldstärke ändert, bewegen sich die Elektronen, also die Lorentz-Kraft ist nicht gleich Null. Das hilft aber nicht viel, weil sich die Elektronen bei wachsender Feldstär

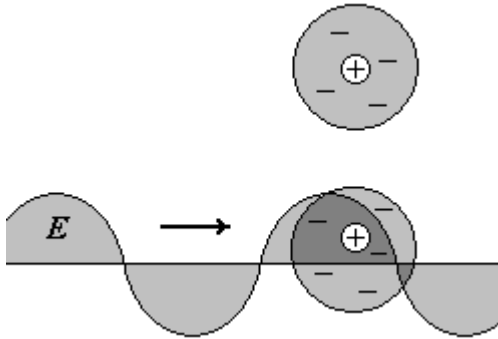


Abb. 5. Neutrales Atom oben und durch elektromagnetische Welle induzierter Dipol unten.

ke in eine Richtung und bei abfallender Feldstärke in entgegengesetzte Richtung bewegen, während die Ausrichtung des Magnetfeldes dieselbe bleibt. Also, der Druck nach vorn in erster Viertelperiode wird durch das Ziehen nach hinten in zweiter Viertelperiode kompensiert usw.

In den Leitern sind die Leitelektronen zwar nicht an den Atomen festgebunden, aber wenn sie in eine Richtung durch das Außenfeld bewegt werden, bilden sich schnell die Potentialunterschiede, die das Außenfeld kompensieren und die Elektronen schließlich abbremsten. Logischerweise ist das Ergebnis dasselbe wie oben beschrieben.

Maxwells Modell für den Strahlungsdruck dürfte also in festen Körpern gar nicht funktionieren... Den Strahlungsdruck gibt es aber doch!

(Aus meiner Sicht soll das Phänomen eher mechanisch verstanden werden. Sowohl beim induzierten Dipolmoment als auch beim Skin-Effekt wirken die induzierten Felder seiner Ursache entgegen. Auf diese Weise verdrängen sie elektromagnetische Wellen aus den Festkörpern. Als Folge findet nach Prinzip „Actio = Reactio“ die Impulsübertragung von der Welle an den Körper statt.)

Irrtum um Wellen und Teilchen

Die Idee des Wellen-Teilchen-Dualismus gehörte Thomas Young. Mit seinen Interferenz-Experimenten konnte er beweisen, dass das Licht aus Wellen besteht. Doch er wagte nicht der Newtons Autorität zu widersetzen. Newton legte fest, dass das Licht aus kleinsten Teilchen (Korpuskeln) besteht. Nun stand Young vor dem scheinbar unüberwindlichen Dilemma. Er suchte nach einem Schlupfloch und fand es, indem er die doppelte Natur des Lichtes vorschlug: Das Licht sei sowohl Teilchen als auch Wellen. Bis jetzt versteht es keiner, wie es funktionieren soll, trotzdem war diese Annahme schließlich akzeptiert und in der Quantentheorie voll ausgenutzt.

An die Spitze getrieben, wird heute vom gleichzeitigen Passieren eines Teilchens durch zwei Spalten erzählt. Danach interferiere es mit sich selbst, wenn es nicht beobachtet wird, bzw. verhalte sich wie ein gewöhnliches Teilchen, wenn es nah an einem der Spalten erwischt wird... Als ob es noch nicht irrsinnig genug wäre, beschreibt man ausführlich, wie eine Katze am grausamsten hingerecht werden könnte...

Um die Welleneigenschaften von den Teilchen zu demonstrieren, wird speziell präparierte Elektronenröhre verwendet: Der Elektronenstrahl dringt den polykristallinen Graphit durch und auf dem Fluoreszenzschirm erscheint ein Interferenzmuster im Form der Ringe. Die „Wellenausbeute“ wird jedoch nicht verraten. Nun wenn wir jetzt das Beugungsbild betrachten (nächste Abbildung), fällt uns sofort äußerst heller Fleck in der Mitte auf (übrigens wird er oft mit pechschwarzer Farbe vom Außen übermalt). Das sind die Elektronen, die keine Beugung erfahren. Die Hitergrundbeleuchtung ist offensichtlich auch nicht auf gebeugte sondern auf gestreute Elektronen zurückzuführen.

Die Menge der nicht gebeugten Elektronen ist somit viel größer

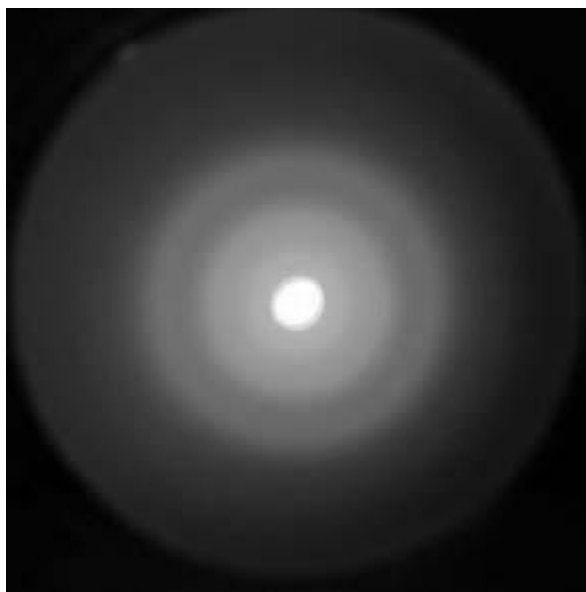


Abb. 6. Beugung der Elektronen am
polykristallinen Graphit.

als Zahl der gebeugten Elektronen. Dabei kann der Intensitätsunterschied durchaus mehrere Großordnungen betragen. Wir können also behaupten, dass die Teilchen nur geringfügig ihre Welleneigenschaften erweisen, d.h. sehr kleiner Anteil der gebeugten Elektronen könnte durchaus etwa wie ein Nebenprodukt sein.

Ich kann mir z.B. das folgende Szenarium vorstellen. Ein Teil der Elektronen wird stark abgebremst, wodurch innerhalb der Kristalle die Röntgenstrahlen erzeugt werden. Sie interferieren miteinander im Kristallgitter. Gleichzeitig gelangen die abgebremsten Elektronen wegen der Abstoßung auf die Oberfläche und verstopfen alle Ausgänge des Kristalls. Zwangsläufig wird der Impuls von elektromagnetischen Wellen an Elektronen übergeben und diese werden in die Richtungen geschleudert, wohin die Röntgenstrahlen selbst gelangen hätten, wenn die Elektronen ihnen den Weg nicht versperrten. Bemerkenswert sind die Beugungsbilder von

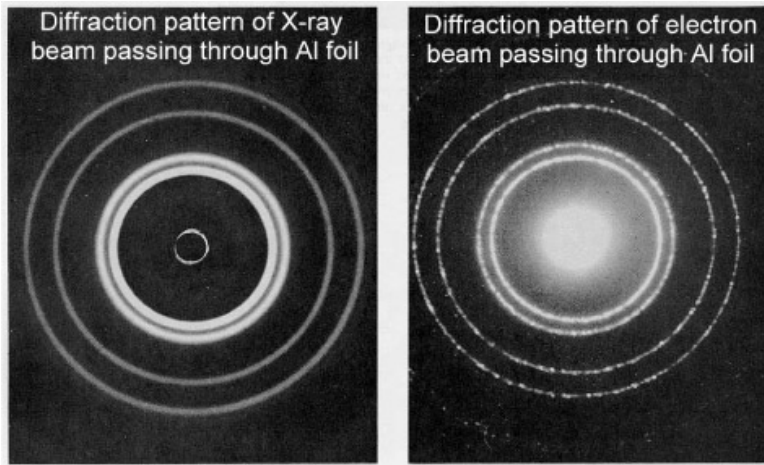


Abb. 7. Beugung von Röntgenstrahlen links und Elektronen rechts an Alu-Folie ^[10].

Elektronen und Röntgenstrahlen fast identisch (Abb. 7) mit der Ausnahme, dass die Röntgenstrahlen keinen hellen Fleck in der Mitte bilden, d.h. die sämtlichen Röntgenstrahlen werden gebeugt, was eigentlich auch von den Wellen zu erwarten ist.

Was mich aber lange Zeit wunderte, waren fast perfekte Interferenz-Bilder von der Beugung der Elektronen am Doppelspalt (Abb. 8).

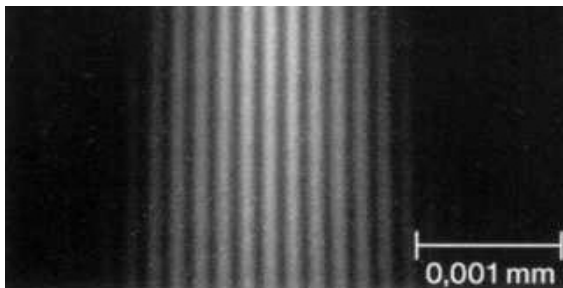


Abb. 8. Jönssons Foto der Elektroneninterferenz am Doppelspalt ^[11].

Es sieht also so aus, als ob sämtliche Elektronen gebeugt wären. Und man muss dabei bedenken, dass sowohl die Breite von den Spalten als auch der Abstand zwischen ihnen um mehrere Größenordnungen die de Broglie-Wellenlänge von den Elektronen $\lambda = h/p$ übertreffen. Also wir haben ein Paradoxon: Am Kristallgitter, wo der Abstand zwischen den Atomen exakt der de Broglie-Wellenlänge von den Elektronen entsprechen kann, wollen die meisten Elektronen nicht beugen und ausgerechnet am Doppelspalt, wo der gewaltige Unterschied zwischen Maßstäben des Doppelspalts und der de Broglie-Wellenlänge existiert und eine Interferenz fast nicht zu erwarten ist, werden dagegen alle Elektronen gebeugt.

Die Lösung ist allerdings ganz einfach: Der Hauptstrahl wird vom Metallstreifen zwischen den Spalten aufgenommen, denn laut Jönsson, der das erste Experiment 1961 durchführte ^[11], war die Breite der Elektronenquelle 40 Mal kleiner als der Abstand zwischen den Spalten. Dementsprechend handelt es sich bei der Elektroneninterferenz eher um einen Nebeneffekt.

Inzwischen wurden die Interferenzen am Doppelspalt von neutralen Objekten wie Neutronen und Molekülen beobachtet. Aber von den Teilen der Apparatur und vor allem vom Streifen zwischen den Spalten zerstreut, können sie eine Art Gas innerhalb der Versuchsanordnung bilden, das selbstverständlich die Wellen leiten kann, also das Kollektivverhalten von den Teilchen kann schon durchaus die Welleneigenschaften aufweisen.

Die Interferenz von (angeblich) einzelnen Photonen hat anscheinend auch ihr Makel. Manchmal kann ich auf den Aufnahmen die Streifen erraten, noch bevor sie wirklich entstehen (Abb. 9). Vermutlich wird der Fluoreszenzschirm von Anfang an von interferierten Lichtwellen beleuchtet. Die Erscheinung der leuchtenden Punkten kann auf Eigenschaften vom Fluoreszenzstoff, etwa auf Unregelmäßigkeiten in seiner Struktur, zurückgeführt werden und

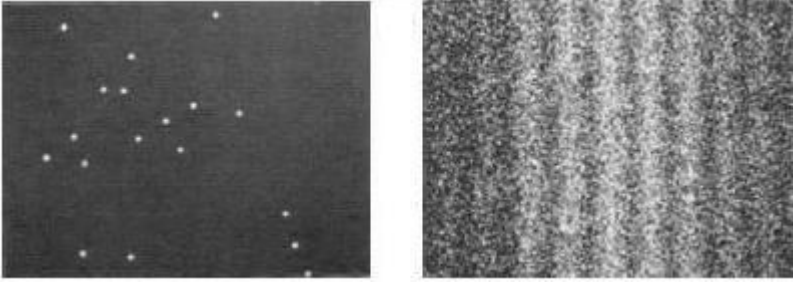


Abb. 9. Interferenz von (angeblich) einzelnen Photonen ^[8].

zwar führe schwache aber lange Beleuchtung zu den spontanen lokalen Aufleuchtungen des Stoffes.

Man kann einen ähnlichen Vorgang aus dem Bereich der Hochspannungstechnik nennen – Teilentladung. Sie findet z.B. in den Hochspannungstransformatoren zwischen Primär- und Sekundärwicklungen statt. Die Isolation ist so ausgelegt, dass sie die Betriebsspannung sogar mehrfach halten kann, doch ab gewisser Grenze passieren hier und da Mikrodurchschläge. In dieser Hinsicht darf auch der sogenannte Tunneleffekt nicht besonders mystisch und geheimnisvoll erscheinen.

Der helle Fleck auf dem Bildschirm wird vielleicht auch deswegen oft übermalt, weil er offensichtlich die Idylle der Wellenmechanik zerstört.

Einem Teilchen wird eine Wellenfunktion zugeordnet. Beim passieren vom Doppelspalt spaltet sich diese in zwei Wellenfunktionen, deren Überlagerung führt zur Entstehung der Interferenzen. Quadrat der Summe der beiden Wellenfunktionen liefert die Wahrscheinlichkeit, das Teilchen am bestimmten Ort zu finden ist:

$$P = (\Psi_1 + \Psi_2)^2 = \Psi_1^2 + \Psi_2^2 + 2\Psi_1\Psi_2.$$

Der Unterschied zum rein Teilchenverhalten bestimmt allein Interferenz-Term $2\Psi_1\Psi_2$. Nun muss er der Realität entsprechend einen zusätzlichen Faktor enthalten, welcher seine Wirkung drastisch mindert:

$$P = (\Psi_1 + \Psi_2)^2 = \Psi_1^2 + \Psi_2^2 + K(2\Psi_1\Psi_2), K \ll 1.$$

In dem Fall lässt sich aber dieser Ausdruck nicht mehr in die hübsche ursprüngliche Form $P = (\Psi_1 + \Psi_2)^2$ zurück verwandeln. Und das ist wohl ein schwerwiegendes Problem.

Man findet die Ausrede in der Definition der Wahrscheinlichkeit, da es sich bei dieser Gleichung lediglich um die Berechnung der Wahrscheinlichkeit handelt. Deshalb dürfen die Beugungsbilder nicht unbedingt perfekt sein. Doch es geht nicht einfach um perfekte Beugungsmuster, sondern darum, dass die meisten Teilchen überhaupt nicht beugen. Das ist die Regel und die Wellenerscheinungen sind nur ein verhältnismäßig kleines Begleitphänomen. Außerdem lassen sich die Gleichungen der Wahrscheinlichkeitsrechnung, wie im Prinzip alle mathematischen Gleichungen, präzisieren. Das habe ich gerade mit der Einführung vom zusätzlichen Faktor $K \ll 1$ gemacht.

Das Problem hat nicht nur Schrödingers Wellenmechanik, sondern auch die Lichtquantenhypothese von Einstein und Hypothese der Materiewellen von de Broglie, die ihr zugrunde liegen. Nur geringfügig können sie für gültig gehalten werden, d.h. sie beschreiben unmöglich den wahren Stand der Dinge. Die Energiequanten-Hypothese von Planck scheint erst von diesem Konflikt kaum betroffen, aber schauen wir genauer hin.

Plancks fehlerhafte Herleitung des Strahlungsgesetzes

Bekanntlich erriet Max Planck 1900 erst die richtige Formel für

die Strahlung des Schwarzen Körpers ^[12]:

„Als am Sonntag, dem 7. Oktober 1900 Rubens mit seiner Frau bei Planck einen Besuch machte, kam das Gespräch auch auf die Messungen, mit denen Rubens beschäftigt war. Er erzählte, dass bei seinen längsten Wellen das kürzlich von Lord Rayleigh aufgestellte Gesetz... gelte. Eine allgemeingültige Strahlungsformel müsse jedenfalls für große T in diese Form übergehen. Dies wurde zum Wendepunkt für Plancks theoretische Forschungen zum Wärmestrahlungsproblem, fand er doch noch am sel ben Abend die 'glücklich erratende' Interpolationsformel für die Messergebnisse seiner Kollegen und teilte diese Rubens umgehend auf einer Postkarte mit, die dieser am nächsten Morgen erhielt. Ein oder zwei Tage darauf ging Rubens wieder zu Planck und konnte ihm die Nachricht bringen, dass die neue Formel vorzüglich mit seinen Beobachtungen stimme.“

Danach suchte er krampfhaft nach der theoretischen Begründung dieser Formel. Monate später fand er die Lösung ^[13]. Dies wird als Geburtsstunde der Quantenmechanik betrachtet. Doch seine Rechnung soll falsch sein... Das wusste ich gar nicht bis in John Gribbin Buch "Auf der Suche nach Schrödingers Katze" ^[5] las:

"Im Jahre 1900 fand er [Max Planck] den Durchbruch, nicht durch eine kühle, ruhige und logische wissenschaftliche Überlegung, sondern durch einen Akt der Verzweiflung, bei dem sich Geschick und Einsicht glücklicherweise mit einem Mißverständnis eines der von ihm benutzten mathematischen Hilfsmittel verbanden... Die Ironie der Geschichte wird jedoch noch dadurch gesteigert, daß Planck die Gleichungen Boltzmanns, mit denen er nicht sehr vertraut war, unsachgemäß anwandte. Er fand die richtige Antwort, aber auf dem falschen Wege, und erst als Einstein sich der Sache annahm, wurde die wirkliche Bedeutung von Plancks Arbeit sichtbar."

Leider erläutert Gribbin nicht, woran Plancks Fehler genau bestanden, deshalb forschte ich weiter. So fand ich in „Kulturgeschichte der Physik“ von Karoly Simonyi ^[14] weitere Enthüllungen:

„...Nach dem Gesagten sollten wir annehmen, daß die Plancksche Theorie bereits bei ihrer ersten Veröffentlichung allgemein akzeptiert worden ist. Das ist jedoch nicht so gewesen. So wird in einer zusammenfassenden Darstellung der im Jahre 1900 erzielten Ergebnisse, die in den 'Fortschritten der Physik' veröffentlicht wurde, die Plancksche Arbeit nur in großen Zügen wiedergegeben. Plancks großer Rivale, Jeans, erwähnt in seinem 1904 erschienen Buch 'Dynamical Theory of Gases' die Plankische Formel nicht. Lorentz hingegen wirft noch 1909 Planck vor, daß er die Gültigkeit der seiner Theorie zugrundlegenden Annahmen nicht untersucht habe... Man war aber nicht nur wegen der Einführung solch ungewohnter Größen wie der diskreten Energiequanten abgeneigt, die Theorie zu akzeptieren, sondern auch wegen der in der Ableitung enthaltenen heterogenen Elemente, auf die auch Einstein 1906 hingewiesen hat. So hat Planck unter Verwendung der Gleichungen der klassischen Elektrodynamik und unter der Annahme, daß die Energie stetig veränderlich ist, einen Zusammenhang zwischen der mittleren Energie der Oszillatoren und der Feldenergie hergeleitet. Gleichzeitig aber hat er gefordert, daß die Energie der Oszillatoren gequantelt sein soll. Noch eine weitere Inkonsistenz ist in Plancks Gedankengang enthalten. Boltzmann hat die zum Gleichgewichtszustand gehörige Verteilung aus der Forderung abgeleitet, daß diese Verteilung die thermodynamische Wahrscheinlichkeit zu einem Maximum machen soll. Planck hat ein anderes Abzählverfahren benutzt und ist zu seiner Endformel nicht über die Berechnung eines Maximums der thermodynamischen Wahrscheinlichkeit gelangt.“

Folgende Bemerkung im Buch hat mich aber besonders beeindruckt:

„In den meisten modernen Lehrbüchern ist die von Debye (1910) gegebene Herleitung zu finden.“

Üblicherweise wird darauf gar nicht hingewiesen: Zuerst erläutert man die Plancks Energiequanten-Hypothese und gleich danach wird die Herleitung präsentiert, sodass der Eindruck entsteht, als ob sie von Planck stammte. In Wirklichkeit wird er unbemerkt für die Leser mit der Arbeit eines Anderen geschmückt.

Jedenfalls kommt es ans Licht und wird auf einmal zugegeben, dass die Arbeit, für die Max Planck im Prinzip den Nobelpreis bekam ^[15], fehlerhaft ist und die Existenz der von ihm postulierten Energiequanten nicht begründet.

Zerstückelte Quanten

Auch wenn zur Zeit die Herleitung Plancks Strahlungsformel mit Hilfe der Lichtquantenhypothese von Einstein verfeinert wurde, kann diese Deutung keinesfalls richtig sein. Wenn man mit der Herleitung so weit ist, vergisst man offensichtlich, welches physikalische Modell im Ursprung war. Zwar wird ein abgeschlossener Kasten mit spiegelnden Wänden untersucht. Innen drinnen können stehende Wellen verschiedener Frequenz entstehen. Laut Thermodynamik kann jede von ihnen mittlere Energie kT besitzen. Nun solange $h\nu < kT$ gilt, gibt es offensichtlich keine Schwierigkeiten, denn eine stehende Welle kann aus mehreren Lichtquanten bestehen. Für $h\nu > kT$ haben wir aber das Problem, dass ein einzelnes Photon nicht mehr in eine stehende Welle hineinpasst. So sollte er eigentlich teils auf eine andere stehende Welle übergreifen, aber sie ist schon von anderer Frequenz!

Ja, man kann anstatt kT die mittlere Photonenenergie in Betracht ziehen (sozusagen sich vom klassischen Fall entfernen)

$$\bar{E} = \frac{h\nu}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

Das hilft allerdings nicht, weil mittlere Photonenzahl

$$\bar{n} = \frac{1}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

bei $h\nu > kT$ kleiner als 1 wird. Was sollen wir aber mit den Bruchteilen von den Photonen in einem Kasten anfangen? Außerdem dürfen die Photonen, genauso wie Teilchen nach der Definition, nicht geteilt werden.

So bleibt Plancks Strahlungsformel, wie sie auch anfangs war, vor allem nur eine empirische Annäherung.

Man muss aber nicht denken, dass ich diesen Fehler gerade jetzt auf einmal aufgedeckt habe. Warum die Wissenschaftler von damals die Quantentheorie unbedingt haben wollten, weiß ich nicht, aber sie waren wohl erleichtert als Max Born 1926 die Wahrscheinlichkeitsinterpretation anbot. Wenigstens bräuchte man danach nicht mehr an zerkleinerte Photonen denken, sondern handelt es sich seitdem um die Wahrscheinlichkeiten, dass diese Photonen im Kasten vorhanden sind.

Im Großen und Ganzen ist das ein Missbrauch der mathematischen Mitteln, um unphysikalische Beschreibung zu rechtfertigen. Eine Sache ist es, wenn man von der Wahrscheinlichkeit dafür spricht, dass sich alle Luftmoleküle nur in einer Hälfte des Zimmers sammeln. Zwar ist die Wahrscheinlichkeit sehr klein, aber der Vorgang selbst ist durchaus möglich, solange das Gesamtvolumen aller Moleküle kleiner als das Volumen der Hälfte des Zimmers ist. Und es ist vollkommen andere Sache, wenn man behauptet, dass z.B. ein Elefant aus Fleisch und Blut mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit in eine Schachtel Streichhölzer passen kann. Das ist physikalisch unmöglich. Doch faktisch dieser Trick bildet die Grundlage der Quantentheorie und erregt bei den Leu-

ten bis heute große Begeisterung (warum auch immer).

Machenschaften um die Relativitätstheorie

Angeblich ist die Relativitätstheorie durch das Experiment 100% bestätigt. So glaubte auch ich die ganze Zeit, bis ich über ein Schreiben aus dem Jahr 1932 stolperte:

„Die Potsdamer Expedition zur Beobachtung der Finsternis vom 9. Mai 1929 hat kürzlich die Beobachtungsergebnisse der 8,5m-Horizontal- Doppelkamera bezüglich der Lichtablenkung im Schwerfeld 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.“ ^[16]

Und nach einigen Manipulationen der Daten steht für Trümpfer fest:

„Lichtablenkung am Sonnenrande $E = 1'',75 \pm 0'',19$ (m. F.) Dieses Resultat ist mit der allgemeinen Relativitätstheorie völlig im Einklang 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 unsymmetrischen 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.“ ^[16]

Wir sehen also, dass damals, vor 80 Jahren, die Beobachtungsergebnisse nur dann „einiges Gewicht“ bekamen, wenn sie den Vorhersagen der allgemeinen Relativitätstheorie genau entsprachen. Und wenn es nicht der Fall war, wurden die Daten so geschickt präpariert, dass am Ende jedoch gewünschte Übereinstimmung herauskam. Ich forschte weiter. Und tatsächlich hält die Relativitätstheorie diesem Test in Wirklichkeit nicht stand.

1985 systematisierte Schmeidler die Beobachtungsergebnisse und schlug seine empirische Formel für die Lichtablenkung nah an der Sonne vor ^[17]:

$$\delta r = \frac{1''.75}{r} + \frac{0''.3}{r^2}$$

r wird in Sonnenradien angegeben. Er legte die Grenze von 5 Sonnenradien fest. Unter dieser Grenze wird Allgemeine Relativitätstheorie eindeutig verletzt.

Die Sonnenkorona in die Sache hineinzuziehen, kann für Allgemeine Relativitätstheorie allerdings ein Todesurteil bedeuten. Durch Lichtbrechung in der Sonnenkorona kann nicht nur die Anomalien nah am Sonnenrand erklärt werden, sondern auch der ganze „relativistische“ Zusatz zum klassischen Wert von 0.87“ ^[18].

Schließlich entschieden sich die Forscher für die Beobachtungen nur in den Gebieten weit weg vom Sonnenrand:

„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° und 133°. Die gemessenen Sternpositionen 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.“ ^[19]

Aber: Dem Sonnenradius entspricht $16' = 0.27^\circ$. Dem Blickwinkel von 47° entsprechen also grob $47^\circ/0.27^\circ = 176$ Sonnenradien und $176 \gg 5$. Welchen Sinn haben die Satellitenmessungen überhaupt, wenn sie das eigentliche Problem gar nicht berühren? – Man schaut buchstäblich weg!

Bei der Suche nach den Gravitationswellen greifen die Forscher schon wieder zum „harten“ Mittel. Letzte 6 Jahre, also seit Gravitationswellendetektoren GEO600 und LIGO ihre berechnete Empfindlichkeit erreichten, warte ich gespannt darauf, dass das Null-Resultat endlich akzeptiert wird. Es sollte so passieren wie es einst mit Michelson-Morley-Experiment geschah: Die Nichtexistenz der Gravitationswellen wird experimentell bewiesen und die Beteiligten bekommen den Nobelpreis... Offensichtlich habe ich mich gewaltig geirrt.

„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 ‘Datenschungel’ finden wollen.“ ^[20]

Die Forscher haben also vor im Rauschen nach bestimmten Mustern zu suchen und wenn diese auftauchen, wird wohl der direkte Nachweis von Gravitationswellen gemeldet... Doch im Rauschen können x -beliebige Muster x -beliebig mal vorkommen! Gleichwohl kann im Rahmen jeder Theorie eine gezielte Auswertung des Rauschens immer zu positiven Ergebnissen führen.

Andererseits, warum soll ich mich überhaupt wundern: Wenn es die ganze Zeit darum ging, experimentelle Daten zur Relativitätstheo-

rie anzupassen, wieso sollte es plötzlich anders ablaufen? Wunderlich ist eher es, dass die Wissenschaftler so lange im Ernst dachten, die Gravitationswellen auf ehrliche Art registrieren zu können. Anscheinend gab es eine Lücke bei der Übergabe des Wissens gewisser Art, sodass die moderne Generation der Physiker wirklich keine Ahnung hatte, mit welchen Mitteln die Relativitätstheorie einst durchgesetzt wurde. Jetzt kommen sie offensichtlich allmählich zur Besinnung und setzen alte „Tradition“ fort.

Schon bei der Lichtablenkung haben wir mit dem totalen Rauschen zu tun. In Wirklichkeit können die Messergebnisse laut Michailov ^[21] mit einer Gerade sogar sogar besser ausgeglichen werden, als mit der relativistischen Hyperbel (Abb. 10). Es ist unglaublich, aber solch ein Gewirr wird für unschlagbaren Beweis der Richtigkeit der Relativitätstheorie ausgegeben, – das einfache Volk wird

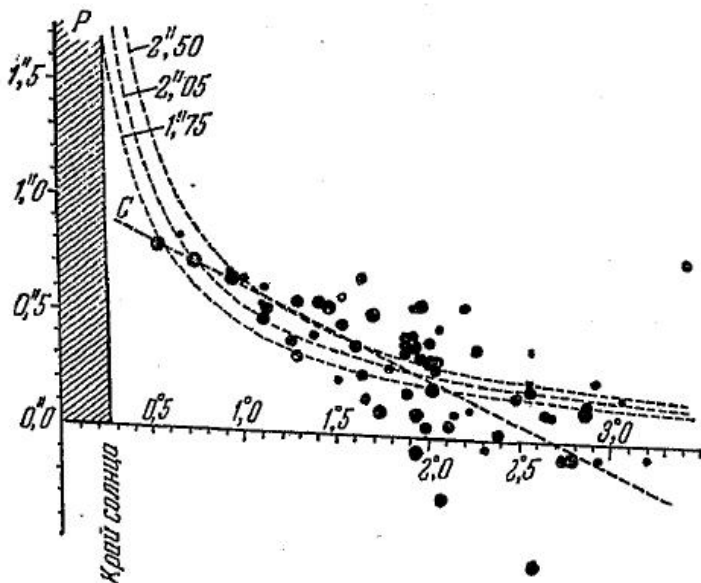


Abb. 10. Verschiebungen der Sterne während der Sonnenfinsternis am 21. September 1922 ^[21].

auf ganz gemeine Art reingelegt:

„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, nicht aber mit den auf der Newtonschen Physik basierenden Rechnungen vereinbar war. 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.“ ^[22]

Das Veralbern der unwissenden Menschen wird auch heute praktiziert. Z.B., im Internet-Video von PM-Magazin "Mit Gruber ins Labor: Stimmt die Relativitätstheorie?" bastelt hochrangiger Physiker mit Hilfe von Laserpoint, zwei kleinen Spiegeln, Stück Glas und einer Lupe eine primitive Nachahmung von Michelson-Inter

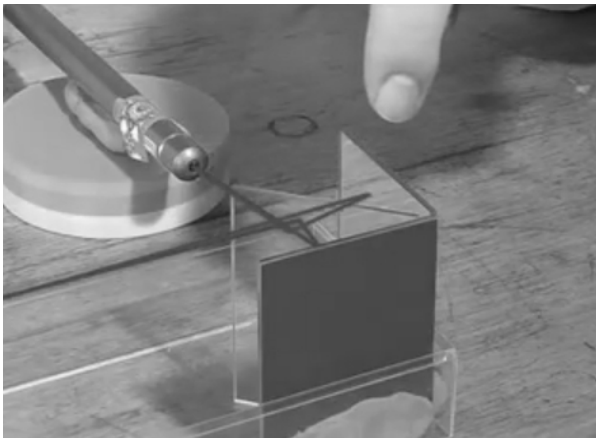


Abb. 11. Primitive Nachahmung von Michelson-Interferometer im Internet-Video.

ferometer, zeigt auf dem zitternden Blatt Papier das Interferenzmuster und, sogar ohne den Tisch zu drehen, behauptet einen Beweis für die Richtigkeit der Relativitätstheorie gerade jetzt vor den Augen der Zuschauer präsentiert zu haben...

Was für ein Unsinn! – Sogar die Armlänge vom gebastelten Interferometer beträgt nur ca. 3 m während Michelson und Morley 11 m hatten. Rechnen wir aber genauer nach. Für Hin- und Rückflug braucht der Lichtstrahl im Arm entlang dem Ätherwind

$$t_1 = \frac{l}{c-v} + \frac{l}{c+v} = \frac{2l}{c} \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} \approx \frac{2l}{c} \left(1 + \frac{v^2}{c^2} \right)$$

und senkrecht zum Ätherwind

$$t_2 = \frac{2l}{\sqrt{c^2-v^2}} \approx \frac{2l}{c} \left(1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} \right).$$

Der Unterschied beträgt also

$$\Delta t = t_1 - t_2 \approx \frac{l}{c} \frac{v^2}{c^2}.$$

Nach der Multiplikation mit der Lichtgeschwindigkeit ergibt sich der Wegunterschied von zwei Lichtstrahlen

$$\Delta l = c \Delta t = l \frac{v^2}{c^2},$$

der, geteilt durch die Wellenlänge des roten Laserpointers, die relative Verschiebung der Interferenzstreifen beim Drehen des Interferometers liefert:

$$\frac{l}{\lambda} \frac{v^2}{c^2}.$$

Im Video beträgt der Abstand zwischen den Interferenzstreifen

vielleicht ca. 2mm . Damit ist die erwartete Verschiebung der Interferenzstreifen

$$2\text{mm} \cdot \frac{3\text{cm}}{670\text{nm}} \frac{(30\text{km/s})^2}{(300000\text{km/s})^2} \approx 9 \cdot 10^{-7} \text{m}.$$

Mit den bloßen Augen ist die Verschiebung von weniger als $1\mu\text{m}$ wohl nicht zu erkennen. Sogar das Mikroskop hilft hier nicht, weil die Vibrationen im Raum einen viel größeren Fehler beibringen werden. Trotzdem sagt der Physiker zum Schluss:

"Das bedeutet, dass die Lichtgeschwindigkeit in alle Raumbereiche gleich groß ist. Bitte nicht vergessen: Auch die Erde bewegt sich jetzt mit über 30 Kilometern pro Sekunde um die Sonne, das heißt, in diese Richtung (zeigt mit dem Finger) muss es eigentlich schneller gehen, tut's aber nicht, *wie wir mit diesem Experiment gezeigt haben.*"

Nach Bewertung von 4.5 Sternen beurteilt, glauben ihm die Leute (schon über 80 Tausend) aufs Wort. Doch es handelt sich schlicht um blanken Betrug.

Ferner, am 4. Mai 2011 wurden die endgültigen Resultate der kosmischen Mission zur Prüfung Allgemeiner Relativitätstheorie von Einstein "Gravity Probe B" verkündigt. Mit Stolz wurden positive Ergebnisse präsentiert und sogleich der Versuch unternommen, die Kritiker einzuschüchtern:

"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." [23]

Man geht wohl davon aus, dass die Kritiker keine Ahnung vom wirklichen Stand der Dinge haben. Währenddessen ist die Mission gleich schief gelaufen:

"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." [24]

Wie schlimm die Lage tatsächlich war, verrät uns der folgende Text:

"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.'" [25]

Der Fehler betrug also das 100-fache des erwarteten Effekts!

Sogar für die Laie ist es offensichtlich, dass das Projekt von Anfang an gescheitert war. Zwar fühlen sich die Forscher jetzt offensichtlich wie Helden, die trotz allen Hindernissen der Relativitätstheorie treu geblieben sind, doch der heutige Jubel über angeblich experimentelle Bestätigung ist in Wirklichkeit nur ein Spott über den menschlichen Verstand.

Außerdem, elektrische Ladung auf dem Gyroskop hat keiner gemessen. Es war nur reine Vermutung, dass sie die Ursache für anomale Abweichungen sein könnte. Doch dies könnte genauso

gut gravitative oder inertielle Erscheinung sein. Dann haben die Forscher eine großartige Entdeckung eben verpasst! Sie haben sie quasi per geschickte Rechnung eliminiert...

Wie wir sehen, werden die meisten experimentellen Beweise für die Allgemeine Relativitätstheorie durch zielgerichtete Auswertung fast chaotischer Verteilung der Messwerten gewonnen. Streng genommen können sie als Beweise nicht dienen, auch wenn es um gewaltige Investitionen bei der Forschung ginge. Auf diese Weise kann so gut wie jede Theorie bewiesen werden, denn stark verstreute Messpunkte können prinzipiell mit vielen verschiedenen Kurven ausgeglichen werden. Entscheidend ist es, welche Theorie die Forscher selbst bevorzugen. Schließlich können nicht nur die favorisierten Theorien immer und wieder „bestätigt“ werden, sondern auch die Ergebnisse beliebig manipuliert werden. Und diese beiden Möglichkeiten werden offensichtlich voll ausgenutzt.

Vollständige relativistische Periheldrehung

Für die Berechnung der Planetenbahnen wird die Schwarzschild-Metrik angewendet. In großer Entfernung von den schweren Massen vereinfacht sie sich zur Minkowski-Metrik. Deswegen wird immer gemeint, dass die Effekte Spezieller Relativitätstheorie in Allgemeiner Relativitätstheorie automatisch berücksichtigt sind. Im allgemeinen Bild darf es ja stimmen.

Wenn wir aber uns eine konkrete Rechnung genauer anschauen, entdecken wir, dass es zusätzliche Annahmen vonnöten sind und zwar diese zerstören schon erwähnte Allgemeinheit. So wird für die Lösung des relativistischen Kepler-Problems die Eigenzeit eingesetzt – d.h. die Zeit im Bezugssystem des Planeten: „Dann ist der Bahnparameter s die Zeit τ , die eine mitgeführte Uhr anzeigt“, Prof. Norbert Dragon^[26] – sodass die Lorentz-Faktoren für

Energie und Drehimpuls wegfallen:

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

Auf diese Weise bekommt man

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

und aus

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

ergibt sich

$$L = m_0 [\vec{r} \times \vec{v}] \frac{dt}{d\tau} = m_0 r^2 \frac{d\varphi}{dt} \frac{dt}{d\tau} = m_0 r^2 \frac{d\varphi}{d\tau}.$$

Die Effekte Spezieller Relativitätstheorie werden also aus der Rechnung schlicht entfernt und übrig bleibt einfacher Energiesatz ohne Lorentz-Faktoren:

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

Man behaupte, dass das Wegfallen von den Faktoren Spezieller Relativitätstheorie keine Auswirkung auf Endergebnis hat. Das Gute an einer Metrik sei also es, dass das Wechseln von den Bezugssystemen die Qualität der Gleichungen nicht ändert. Man erwartet deshalb dasselbe Ergebnis z.B. im Bezugssystem des Schwerpunktes. Man führe die Rechnung nicht dort, weil sie ein-

fach zu kompliziert gewesen wäre. All das stimmt allerdings nicht. Anomale Periheldrehungen der Planeten werden durch die Beobachtungen für das Bezugssystem des Schwerpunktes bestimmt. Ferner findet die Lösung des Keplerproblems für die Bewegung der Himmelskörper prinzipiell im Bezugssystem des Schwerpunktes statt. Zweikörperproblem wird zu den zwei Einkörperproblems umgewandelt: 1. Bewegung des Schwerpunktes als Ganzes passiert ohne Beschleunigung, deshalb wird schlicht ignoriert; 2. (Eigentliche Rechnung) Bewegung eines Körpers mit reduzierter Masse $\mu = m_1 \cdot m_2 / (m_1 + m_2)$ im Außenpotential $V = G(m_1 + m_2)/r$, das sich mit dem Schwerpunkt mitbewegt.

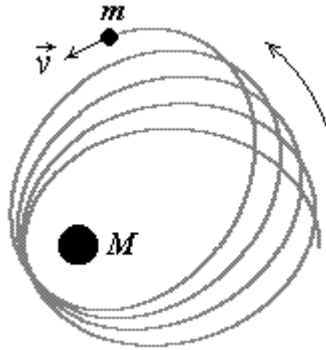


Abb. 12. Periheldrehung.

Ferner ist die Berücksichtigung relativistischer Masse nicht so schwierig, wie es gemeint wird. Wir gehen davon aus, dass der klassische Energiesatz mit r^{-3} -Term laut Allgemeiner Relativitätstheorie etwa für Merkur bereits $43''$ liefert. Verhältnismäßig ist die Perihelverschiebung zum ganzen Drehen sehr klein. Deshalb können wir lediglich nur den Zusatz berechnen, indem wir r^{-3} -Term weg lassen, aber relativistische Energie und Drehimpuls einsetzen (um später diesen Zusatz zu $43''$ zu addieren):

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

Mit der Lösung der Gleichung befasst sich z.B. Prof. Schnizer^[27] und im Prinzip machen wir jetzt dasselbe. Den Lorentz-Faktor können wir durch den Drehimpuls ausdrücken und danach in den Energiesatz einsetzen:

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

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

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

Mit neuer Variable

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

bekommen wir

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

und schließlich

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

Diesen Ausdruck setzen wir jetzt in den Energiesatz ein:

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

Daraus ergibt sich

$$\begin{aligned} (E + G M m_0 s)^2 &= m_0^2 c^4 \left[1 + \left(\frac{L}{m_0 c} \right)^2 (s'^2 + s^2) \right], \\ E^2 + 2 E G M m_0 s + (G M m_0)^2 s^2 &= m_0^2 c^4 + L^2 c^2 s'^2 + L^2 c^2 s^2, \\ s'^2 &= \left(\frac{E}{L c} \right)^2 - \left(\frac{m_0 c}{L} \right)^2 + \frac{2 E G M m_0}{L^2 c^2} s - s^2 \left[1 - \left(\frac{G M m_0}{L c} \right)^2 \right]. \end{aligned}$$

Jetzt setzen wir ein

$$\lambda^2 = \left[1 - \left(\frac{G M m_0}{L c} \right)^2 \right].$$

So folgt

$$\begin{aligned} \left(\frac{ds}{d\varphi} \right)^2 &= \left(\frac{E}{L c} \right)^2 - \left(\frac{m_0 c}{L} \right)^2 + \frac{2 E G M m_0}{L^2 c^2} s - s^2 \lambda^2, \\ \lambda d\varphi &= \frac{ds}{\sqrt{\left(\frac{E}{L c \lambda} \right)^2 - \left(\frac{m_0 c}{L \lambda} \right)^2 + \frac{2 E G M m_0}{L^2 c^2 \lambda^2} s - s^2}}. \end{aligned}$$

Bevor wir mit der Integration beginnen, kehren wir erst zur Variable r zurück

$$s \sqrt{\left[\left(\frac{E}{L c \lambda} \right)^2 - \left(\frac{m_0 c}{L \lambda} \right)^2 \right] \frac{1}{s^2} + \frac{2 E G M m_0}{L^2 c^2 \lambda^2} \frac{1}{s} - 1} =$$

$$d \frac{1}{r} = \frac{1}{r} \sqrt{\left[\left(\frac{E}{L c \lambda} \right)^2 - \left(\frac{m_0 c}{L \lambda} \right)^2 \right] r^2 + \frac{2 E G M m_0}{L^2 c^2 \lambda^2} r - 1} ,$$

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

Mithilfe der Integraltafel bekommen wir

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

Ja, wir können rechte Seite weiter umformen und vereinfachen und schließlich genau ausrechnen. Das hat allerdings keinen großen Sinn. Schon die Definition von den Arc-Funktionen verrät uns, dass das Pendeln vom Perihel nach Aphel und zurück rechts 2π liefert. Folglich gilt

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

Das ist der Winkel von einer ganzen Umdrehung zusammen mit relativistischer Verschiebung. Nun entfernen wir den Winkel der Umdrehung 2π , um die Verschiebung zu ermitteln:

$$\Delta \varphi = \frac{2\pi}{\lambda} - 2\pi = 2\pi (\lambda^{-1} - 1) =$$

$$2 \pi \left[\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{G M m_0}{L c} \right)^2}} - 1 \right] \approx \pi \left(\frac{G M m_0}{L c} \right)^2.$$

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 mit Hilfe von Allgemeiner Relativitätstheorie gehört zu einer der genauesten überhaupt und ist der wichtige Beweis für die Gültigkeit dieser. Doch in Wirklichkeit liefert vollständige Rechnung anstatt 43" den um 7" größeren Wert und zwar 50". Auf diese Weise handelt es sich nur um das Resultat in gleicher Großordnung wie beobachtende Größe und eindeutig um keinen experimentellen Beweis für Allgemeine Relativitätstheorie.

Makel des Äquivalenzprinzips

Allgemeine Relativitätstheorie hat Probleme nicht nur mit dem Experiment, sondern nistet der Fehler schon in ihrem Grundprinzip.

Das Äquivalenzprinzip von Einstein sieht Newtons sechster Folgerung (Zusatz) verblüffend ähnlich aus. Um darauf zu kommen, reicht es einfach zu vergleichen:

Newton ^[28]:

„Zusatz 6. Wenn Körper sich unter einander auf irgend eine 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 Verhältniss 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.“

Einstein ^[29]:

„Dann stieß ich auf den glücklichsten Gedanken meines Lebens, und zwar in der folgenden Form. Wie das elektrische Feld, das von der magnetoelektrischen Induktion hervorgerufen wird, besitzt auch das Gravitationsfeld nur eine relative Existenz. 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.“

Im Einsteins Prinzip spielt die Gravitation die Rolle von „gleichen beschleunigenden Kräften auf parallelen Linien“, somit ist es nur ein Sonderfall von Newtons Folgerung. Aber Einstein wollte mehr und zwar beweisen, dass es eine Äquivalenz zwischen Ruhezustand im Gravitationsfeld und beschleunigter Bewegung im Leerraum bestehe. Dies kann ja tatsächlich eine Folge Newtons Folgerung sein, aber nur für rein mechanische Vorgänge, nämlich scheitert sie schon beim Licht. Das ist wiederum mit einem Gedankenexperiment leicht zu zeigen.

Im Erdlabor wird ein Lichtstrahl in horizontale Richtung geschickt. Dasselbe macht man im Weltraumlabor, das mit Hilfe vom Düsenantrieb beschleunigt wird. Durch die Wechselwirkung mit dem Gravitationsfeld wird der Lichtstrahl im Erdlabor zum Boden abgelenkt (Abb. 13, Labor I). Man erwartet gleiche Erschei

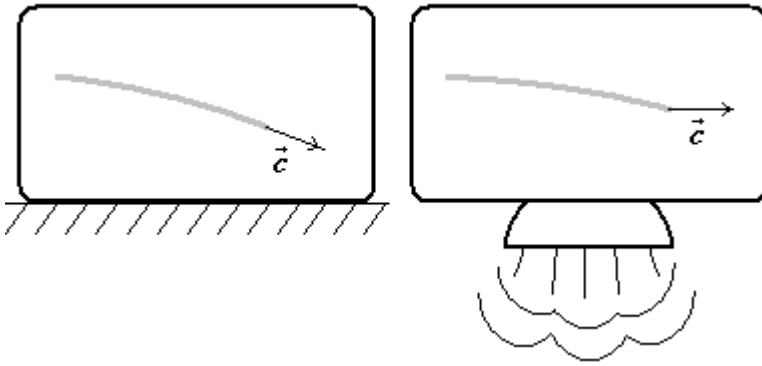


Abb. 13. Erdlabor links und beschleunigtes
Weltraumlabor rechts.

nung in beschleunigtem Weltraumlabor. Das stimmt zwar, aber nicht exakt.

Während der Lichtstrahl im Erdlabor permanent mit dem Gravitationsfeld wechselwirkt, finden für den Lichtstrahl im Raumlabor nur zwei Ereignisse statt: Senden und Empfangen. Für den Augenblick, in dem der Lichtstrahl emittiert wird, können wir das Raumlabor annähernd als Inertialsystem betrachten. In diesem System breitet sich der Lichtstrahl mit der Lichtgeschwindigkeit horizontal aus. Bis er den Empfänger erreicht, merkt er nicht, dass sich das Labor immernoch beschleunigt. Deshalb wird seine horizontale Geschwindigkeitskomponente weiterhin dem Wert der Lichtgeschwindigkeit gleichen. Folglich wird dieser Strahl weniger gebogen als der Strahl im Erdlabor (Abb. 13, Labor II).

Das Gedankenexperiment mit dem Aufzug wurde also von Einstein nicht bis zum Ende durchgedacht. Ferner wurde es durch keinen realen Versuch je überprüft.

Scheitern der Lorentz-Einstein-Elektrodynamik

1898 berechneten Lienard und zwei Jahre später Wiechert unabhängig voneinander elektrische und magnetische Felder bewegter Ladung. Und ausgerechnet diese Gleichungen, die aufgrund noch altertümlicher Version der Äthertheorie hergeleitet wurden, lieferten später richtige Verhältnisse für die Strahlung geladener Teilchen in den Teilchenbeschleunigern ^[30].

Die Struktur von Lienard-Wiechert-Feldern ist aber ganz anders als von den Feldern mit Lorentz-Kontraktion: Die Lorentz-Felder sind senkrecht zur Bewegungsrichtung abgeplattet (Abb. 14, links), die Lienard-Wiechert-Felder bündeln sich dagegen in Bewegungsrichtung (Abb. 14, rechts).

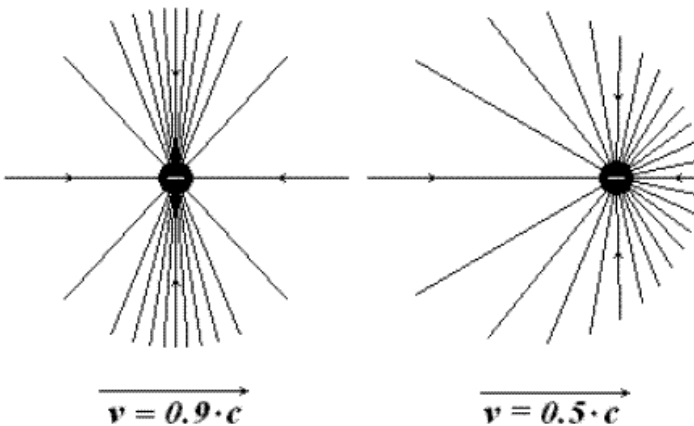


Abb. 14. Elektrisches Feld bewegter Ladung nach Lorentz links und Lienard und Wiechert rechts.

Selbstverständlich sehen mathematische Ausdrücke für diese Felder auch verschieden aus. Während die Lorentz-Kontraktion etwa des elektrischen Feldes durch folgende Formel gegeben ist:

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

entspricht dem elektrischen Feld nach Lienard und Wiechert die Gleichung

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

Zum besseren Vergleich können wir beide Formeln für zwei Richtungen vereinfachen.

In Bewegungsrichtung:

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

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

Senkrecht zur Bewegungsrichtung:

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

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

Jetzt fragen wir uns: Welche aus diesen Feldern sind nun real?

Die Theoretiker der Relativitätstheorie meinen, dass es hier angeblich kein Widerspruch vorliegt: Rechnet man die Lienard-Wiechert-Felder von retardierter zu momentaner Zeit um, bekommt man wiederum den relativistischen Ausdruck für die Feldkontraktion. Solche Rechtfertigung überrascht mich allerdings, da diese Umrechnung vollkommen sinnlos ist!

Ja, elektrische und magnetische Felder werden aufgrund früherer zur retardierten Zeit t' Lage der Ladung berechnet. So wird zwar endliche Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wechselwirkung berücksichtigt. Doch die Größe des Betrages wird zur momentanen Zeit bestimmt. Genauso wird der Feldvektor bezüglich momentaner Lage der Ladung ausgerichtet (Abb. 15).

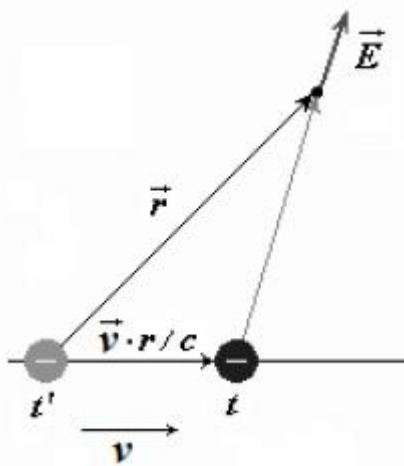


Abb. 15. Zur Bestimmung der elektrischen Feldstärke nach Lienard und Wiechert.

Die Lienard-Wiechert-Felder sind also bereits aktuell und brauchen deshalb keine zusätzliche Umrechnung zu den Lorentz-Feldern. Die Synchrotronstrahlung bestätigt dies experimentell.

Um den Mechanismus der Abstrahlung zu veranschaulichen, wird

oft das Thomson-Modell der Strahlung angewendet (mit dessen Hilfe kann z.B. die Larmor-Formel für die Dipol-Strahlung direkt hergeleitet werden). 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 elektrischen Feldes und sie präsentiert das Strahlungsfeld ^[31].

Verwenden wir nun diese Abhandlung für abgeplattetes elektrisches Feld von Lorentz und Einstein, kommt es hauptsächlich zur seitlichen Strahlung im Bezugssystem des Kreisbeschleunigers, wie es auf Abb. 16 zu sehen ist.

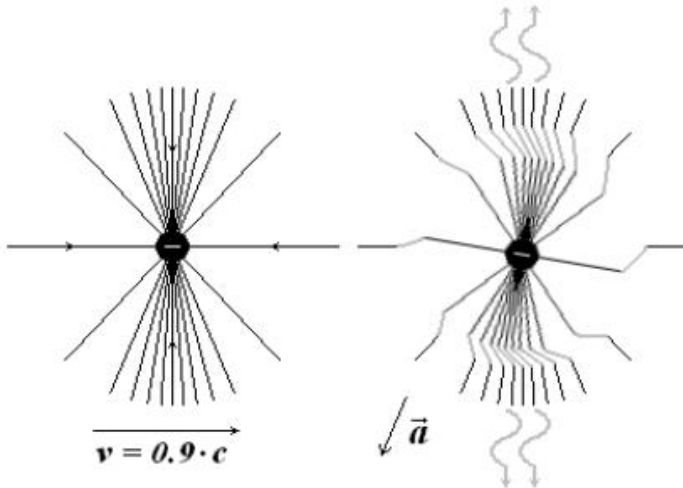


Abb. 16. Seitliche Strahlung der Lorentz-Felder.

In Wirklichkeit bündeln sich die Strahlen aber in Fahrtrichtung und gerade zum gleichen Ergebnis führt die Anwendung des Thomson-Modells für Lienard-Wiechert-Felder (Abb. 17). Darüber hinaus können nur Lienard-Wiechert-Felder real sein. Lorentz-Einstein-Felder sind deshalb reines Phantasie-Gebilde.

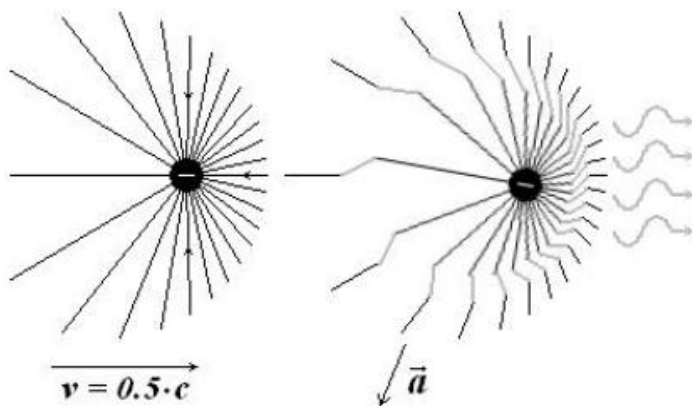


Abb. 17. Gebündelte Strahlung der Lienard-Wiechert-Felder.

Berühmt sind Einsteins populistische Worte: „Keine noch so große Zahl von Experimenten kann beweisen, daß ich recht habe; ein einziges Experiment kann beweisen, daß ich unrecht habe.“ Seit 1947, d.h. seit der Entdeckung der Synchrotronstrahlung, existiert dieses Experiment. Doch sowohl Einstein selbst als auch seine Nachfolger taten so, als ob es nichts geschah. Anstatt eigenen Irrtum zu zugeben, eigneten sie kurzerhand die Lienard-Wiechert-Gleichungen an und erklärten diese für relativistisch.

Damit die Täuschung besonders gut klappt, wird oft der Faktor $1 - v^2/c^2$ in Lienard-Wiechert-Gleichungen durch relativistischen Ausdruck $1/\gamma^2$ ausgetauscht, obwohl jener weder die Zeitdilatation noch die Längekontraktion noch die Massenzunahme zugrunde hat, sondern die „Einwirkdauer“ bewegter Ladung auf die Potentiale im Raum.

Anscheinend lässt sich vielleicht jeder Faktor mit mathematischen Tricks zum Lorentz-Faktor transformieren. Wie es so gemacht wird erfahren wir aus Wikipedia ^[32]:

Synchrotronstrahlung [Bearbeiten]

Hierbei bewegt sich das Teilchen auf einer Kreisbahn mit einer Geschwindigkeit v nahe der Lichtgeschwindigkeit c . Der geschwindigkeitsabhängige Faktor nimmt dann bei jedem Umlauf einen hohen Spitzenwert an. Denn wenn die tangentielle Richtung der Geschwindigkeit mit der Richtung zum Beobachter übereinstimmt, d.h. wenn $\vec{R}$ parallel zu $\vec{n}$ ist, dann gilt mit $v \approx c$

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

wobei γ den Lorentzfaktor bezeichnet. Die Potentiale und Feldstärken sind damit proportional zu γ^2 . Weil die Feldstärken quadratisch in die Strahlungsenergie eingehen (siehe Poynting-Vektor) wird die Energie der Synchrotronstrahlung proportional zu γ^4 .

Also, man multipliziert einfach den Faktor aus Lienard-Wiechert-Gleichungen mit einem anderen Faktor, der zwar mit den Gleichungen nichts zu tun hat (außer, dass er rein mathematisch bei $v=c$ gleich 1 ist), aber erlaubt eine Art relativistischen Äquivalents zu kreieren.

Diese Transformation ist aber ohne physikalische Bedeutung. Zwar bekommt man am Ende einen Ausdruck mit dem Lorentz-Faktor, aber ursprünglich geht es um ganz andere Art Abhängigkeit, die auch andere physikalische Vorgänge zugrunde hat. Das stört die Verfechter der Relativitätstheorie offensichtlich nicht besonders und so verwandeln sie alles möglichen zu relativistischen Gleichungen und schließlich sehen relativistische Effekte dort, wo es sie gar nicht gibt.

Gravitation und bevorzugtes Bezugssystem

Wie es die Verfechter der Relativitätstheorie üblicherweise so darstellen, bewiesen Michelson und Morley die Nichtexistenz des Äthers experimentell und endgültig. Doch das Äther-Problem bleibt weiterhin bestehen und etwa Robert B. Laughlin erläutert es folgendermaßen ^[33]:

„In der theoretischen 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.“

Nehmen wir an, dass das Gravitationsfeld auf ein bevorzugtes Bezugssystem zeigt, wo sich die elektromagnetischen Wellen mit der Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. Wie es dazu kommt, bleibt vorerst ungeklärt. Das wäre aber schon genug alle Experimente und Beobachtungen, die angeblich die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit untermauern, im anderen Licht erscheinen zu lassen.

So wäre das Null-Resultat von Michelson-Morley-Experiment selbstverständlich. Auch die Tatsache, dass die Synchrotronstrahlung durch die Gleichungen in absoluten Raum und Zeit von Lienard und Wiechert beschrieben wird, wäre offensichtlich. Der Sagnac-Effekt untermauert diese Annahme sogar experimentell: Ein

Sagnac-Interferometer registriert die Verschiebung der Interferenzstreifen, wenn es im Gravitationsfeld der Erde zu rotieren beginnt. Ferner gäbe es keinen Widerspruch mit der Funktion vom Navigationssystem, weil dessen Satelliten die Erde durch die Gravitationswirkung sowieso als bevorzugtes Bezugssystem haben.

Die Radiowellen von erdgebundenen Sendern sind ohnehin an der Erdoberfläche gekoppelt ^[34]. Das findet in der Funktechnik intensive Anwendung: An Stelle von den Dipolantennen wird oft nur die Hälfte eingesetzt; die Vervollständigung des Dipols passiert durch die Erdung (Marconi-Antenne).

Sogar im Rahmen Spezieller Relativitätstheorie wird die Erde für praktische Rechnungen oft als Hauptbezugssystem gewählt, auch wenn das nicht gleich zu erkennen ist. Dies geschieht z.B. bei theoretischer Betrachtung des Gangunterschiedes von Atomuhren in den Flugzeugen, die die Erde in Gegenrichtungen umkreisen. Man führt die ganze Rechnung im Bezugssystem eines hypothetischen Beobachters, der über dem Äquator schwebt und von der Rotation der Erde nicht mitgenommen wird ^[35]. So entspricht sein Bezugssystem dem Bezugssystem des Erdzentrums und damit dem Bezugssystem des Gravitationsfeldes der Erde.

Ferner wäre dadurch erklärt, warum die Lichtstrahlen von den Doppelsternen uns gleichzeitig erreichen ^[36]. Bei der Emission werden die Geschwindigkeiten vom Stern und Licht zwar addiert, doch ab den Entfernungen mehr als Abstand zwischen den Sternen, die einander umkreisen, käme schon das Gravitationsfeld des in Gegenrichtung bewegten Nachbarsterns in das Spiel, sodass die Strahlen von beiden Sternen die Lichtgeschwindigkeit nicht relativ zum jeden einzelnen Stern besitzen werden, sondern zum Doppelstern-System als Ganzen.

Auf diese Weise würde also die weit geholten Prinzips der Relativität und Konstanz der Lichtgeschwindigkeit einfach überflüssig

und klassische Elektrodynamik könnte durchaus wieder als allgemeingültig gelten.

Gerbers Gravitationstheorie

Lange Zeit hielt ich Gerbers Arbeit ^[37] für unseriös. Zwar wunderte ich mich, dass man auch auf solch einem Irrweg ein richtiges Ergebnis kriegen kann, aber die theoretische Begründung erschien mir immer physikalisch unverständlich... bis ich erfahren habe, dass die Lichtablenkung im Gravitationsfeld bei ihm größer ausfallen würde als bei Einstein ^[38]. Das hat mich nachdenklich gemacht, denn ich wusste bereits, dass wirklich nah an der Sonne die beobachtende Biegung der Lichtstrahlen deutlich größer ist als von der Relativitätstheorie vorausgesagt wird.

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

„Erstens muss zwar im Abstände $r - \Delta r$ der Massen, wo Δr 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 Δt 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.“^[37]

So wie ich das jetzt lese, glaube ich den Gedankengang von Paul Gerber jedoch zu verstehen.

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.“^[39]

Dieser Faktor allein

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

($v_r = dr/dt$ ist radiale Geschwindigkeit) könnte allerdings nur etwa drittel von beobachteter Periheldrehung des Merkur liefern.

Der zweite Faktor ist offensichtlich schon die Entdeckung von

Gerber selbst. Anscheinend gab es sogar keine vorangehende ähnliche Hypothese. Trotzdem war er nicht allein mit seiner Idee. Im selben Jahr (1898) erschienen Lienards Potentiale bewegter Ladung, zwei Jahre später kam zum selben Gleichungen auch Wiechert. Wichtigster Faktor in ihren Gleichungen war die „Einwirkdauer“ der Potentiale. Allerdings gingen sie davon aus, dass sich elektrische und magnetische Felder in einem ruhenden Medium ausbreiten, während sich deren Quelle, d.h. die Ladung, in diesem Medium bewegt. Daraus ergibt sich größere „Einwirkdauer“ in Bewegungsrichtung. Der Gerbers Beschreibung entspricht jedoch ein anderes Modell: Die Gravitationswirkung hat konstante Geschwindigkeit nur bezüglich der Masse, von der sie ausgeht. Das führt zur Umkehrung des Verhältnisses: Größere „Einwirkdauer“ findet nicht bei der Annäherung der Massen statt, sondern, umgekehrt, bei deren Entfernung voneinander.

Für besseres Verständnis schauen wir uns die Abb. 18 an. Wie viel Zeit braucht eine Änderung des Feldes von der Masse m_1 an der

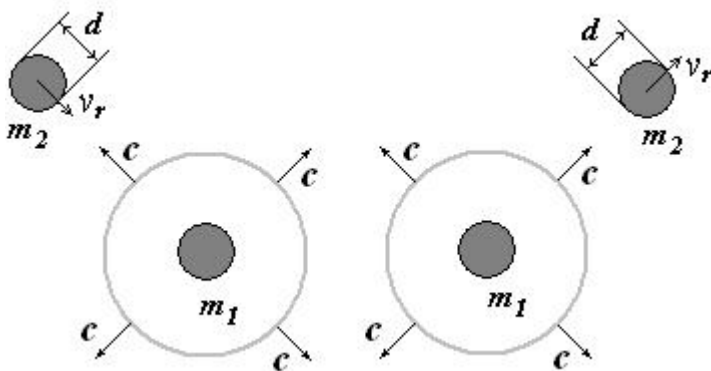


Abb. 18. Annäherung (links) und Entfernung (rechts) der Massen aus der Sicht der Masse m_1 .

Masse m_2 mit dem Durchmesser d vorbei zu laufen?

In Ruhe:

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

Bei der Annäherung:

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

Bei der Entfernung:

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

Offensichtlich gilt dasselbe für die Feldänderung der Masse m_2 bei der Masse m_1 . Mit der Berücksichtigung, dass die radiale Geschwindigkeit mit dem wachsenden Radius positiv ist, bekommen wir den Ausdruck für den zweiten Faktor:

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

Zusammen ergeben diese zwei Faktoren das Potential:

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

Gerbers Herleitung der Formel für die Periheldrehung benötigt weder relativistische Relativität noch Raum-Zeit-Kontinuum, sondern lediglich ein wenig Sorgfalt. Ich möchte hier die Grundzüge andeuten. Gravitationspotential wird in Binomische Reihe zerlegt:

$$V = \frac{\mu}{r \left(1 - \frac{v_r}{c}\right)^2} = \frac{\mu}{r} \left[1 + 2 \frac{v_r}{c} + 3 \left(\frac{v_r}{c} \right)^2 + \dots \right].$$

Weil hier außer der Abhängigkeit von $1/r$ noch die Abhängigkeit von v_r vorliegt, verwendete Gerber allgemeine Lagrangesche Bewegungsgleichung:

$$g = \frac{\partial V}{\partial r} - \frac{d}{dt} \frac{\partial V}{\partial v_r} = -\frac{\mu}{r^2} \left(1 + 2 \frac{v_r}{c} + 3 \frac{v_r^2}{c^2} \right) + \frac{\mu}{r^2} \left(2 \frac{v_r}{c} + 6 \frac{v_r^2}{c^2} - 6 \frac{r \dot{v}_r}{c^2} \right),$$

$$g = -\frac{\mu}{r^2} \left(1 - 3 \frac{v_r^2}{c^2} + 6 \frac{r \dot{v}_r}{c^2} \right).$$

Nach einigen Rechnungen konnte Gerber zur Formel für elliptische Planetenbahn gelangen:

$$r = \frac{\frac{L^2}{\mu m^2}}{1 + \left(\int F \sin \vartheta d\vartheta + N \right) \cos \vartheta - \left(\int F \cos \vartheta d\vartheta + M \right) \sin \vartheta},$$

Hier sind m reduzierte Masse, L Drehimpuls, M und N Integrationskonstanten und

$$F = 3 \frac{v_r^2}{c^2} - 6 \frac{r \dot{v}_r}{c^2}.$$

Jetzt wird F erst durch die Ellipsenparameter ausgedruckt. Abb. 19 zeigt die Bezeichnungen der Bahnparameter, welche Paul Gerber verwendete. Hier fallen die Halbachsen der Ellipse mit den Achsen des Koordinatensystems nicht zusammen. Auch wenn sie dies anfangs täten, käme es bald wegen der Periheldrehung zur Verschiebung. Deshalb führte Gerber gleich den Winkel ω ein.

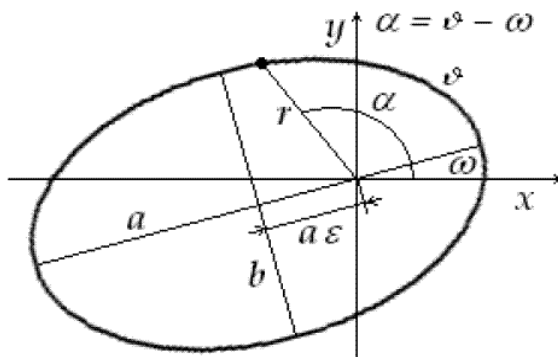


Abb. 19. Elliptische Planetenbahn mit Gerbers
Bezeichnungen der Bahnparameter.

Der Vergleich mit allgemeiner Form der Bahngleichung

$$r = \frac{p}{1 + \varepsilon \cos \alpha}$$

und entsprechende Rechnungen liefern

$$F = -\frac{\varepsilon}{\cos \alpha} \frac{d\omega}{dt} \frac{dt}{d\vartheta}.$$

Um die Änderung von ω , also die Perihelverschiebung, zu finden, braucht man F noch von linker Seite zu identifizieren:

$$F = 3 \frac{v_r^2}{c^2} - 6 \frac{r \dot{v}_r}{c^2} = \frac{3}{c^2} \frac{a\mu}{b^2} \varepsilon^2 \sin^2 \alpha + \frac{6r}{c^2} \varepsilon \frac{\sqrt{a\mu}}{b \cos \alpha} \frac{d\omega}{dt} - \frac{6}{c^2} \varepsilon \frac{\mu}{r} \cos \alpha,$$

a, b sind große und kleine Halbachsen der Bahn. So ergibt sich

$$\frac{d\omega}{dt} = -\frac{3\sqrt{a\mu}^{\frac{3}{2}}}{r^2 c^2 b} \varepsilon \sin^2 \alpha \cos \alpha - \frac{6\mu}{r c^2} \frac{d\omega}{dt} + \frac{6\mu^{\frac{3}{2}} b}{r^3 c^2 \sqrt{a}} \cos^2 \alpha.$$

Schließlich findet Gerber:

$$d\omega = \frac{-\varepsilon \cos \alpha + 2 \cos^2 \alpha + 3 \varepsilon \cos^3 \alpha}{\frac{c^2}{\gamma} + 2 + 3 \varepsilon \cos \alpha - 2 \cos^2 \alpha - 3 \varepsilon \cos^3 \alpha} d\alpha, \gamma = \frac{3\mu}{a(1+\varepsilon^2)}.$$

Die Integration liefert die Perihelverschiebung pro Umlauf:

$$\Psi \approx \frac{6\pi\mu}{c^2 a(1+\varepsilon^2)}.$$

Diese Formel erlaubte Gerber noch 1898 die Periheldrehungen der Planeten zu berechnen. Das Resultat stimmte mit den Beobachtungen überein. 18 Jahre später tauchte dieselbe Formel in Allgemeiner Relativitätstheorie auf. Gehrcke wollte darauf hinweisen und schrieb 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.“ [40]

Auf ähnlichen Gedanken bin ich selbst seit Langem gekommen. Einstein könnte Gerbers Formel die ganze Zeit vor Augen haben und in seiner theoretischen Forschung auf sie gezielt ansteuern. Jedenfalls war Gerbers Arbeit in Deutsch verfasst und in der deutschen wissenschaftlichen Zeitschrift erschienen.

Einstein war über die Bemerkung von Gehrcke offensichtlich sehr verärgert. So verteidigte er sich vier Jahre später:

„Herr Gehrcke will glauben machen, daß die Perihelbewegung des Merkur auch ohne Relativitätstheorie zu erklären sei. Es gibt da zwei Möglichkeiten. Entweder man erfindet besondere interplanetare Massen... Oder aber man beruft sich auf eine Arbeit von Gerber, der die richtige Formel für die Perihelbewegung des Merkur bereits vor mir angegeben hat. Aber die Fachleute sind nicht nur darüber einig, daß Gerbers Ableitung durch und durch unrichtig ist, sondern die Formel ist als Konsequenz der von Gerber an die Spitze gestellten Annahmen überhaupt nicht zu gewinnen. Herrn Gerbers Arbeit ist daher völlig wertlos, ein mißglückter und irreparabler theoretischer Versuch. Ich konstatiere, daß die allgemeine Relativitätstheorie die erste wirkliche Erklärung für die Perihelbewegung des Merkur geliefert hat. Ich habe die Gerbersche Arbeit ursprünglich schon deshalb nicht erwähnt, weil ich sie nicht kannte, als ich meine Arbeit über die Perihelbewegung des Merkur schrieb; ich hätte aber auch keinen Anlaß gehabt, sie zu erwähnen, wenn ich von ihr Kenntnis gehabt hätte.“^[41]

Einsteins Entschlossenheit, Gerbers Arbeit keinesfalls zu erwähnen, kann man nicht als vorbildlich nennen. Nach seiner Meinung verdient die vorhergehende Theorie nur dann erwähnt zu werden, wenn sie aus der Sicht des Autors richtig ist (selbstverständlich geht es hier um subjektive Meinung des Autors), sonst soll sie als wertlos verwerfen und vergessen werden. Dass sie dabei sogar exakt dieselbe Formel liefert, wie es bei Gerbers Gravitationstheorie der Fall ist, ändert an der Situation auch nichts.

Deshalb ist es auch nicht wunderlich, dass er in seiner berühmtesten Arbeit „Zur Elektrodynamik bewegter Körper“^[42] Poincaré und Lorentz weder zitierte noch erwähnte, obwohl gerade sie den ganzen mathematischen Apparat spezieller Relativitätstheorie vorher entwickelt hatten. Ja, Lorentz ging von der Existenz des

Äthers aus, was aus Einsteins Sicht selbstverständlich falsch war. Allerdings bleibt es sogar in dieser Hinsicht weiterhin unklar, warum er Poincaré so benachteiligte. Deshalb kann man hier sogar deutlicher von einem Plagiat ^[43] reden.

Im gewissen Sinne ist es eine innere Angelegenheit der Wissenschaftler, wie sie das Klauen der Ideen regeln und bewerten. Andererseits sind manche Vertreter von ihnen, wie etwa Einstein, zur öffentlichen Verheerung erhoben worden. Dass die Arbeiten von ihm nicht auf dem leeren Platz entstanden waren, ist bekannt und das Thema wird durchaus diskutiert. Dabei fällt das Urteil für Einstein ziemlich mild... Das war aber vorher, sozusagen in einem anderen Zeitalter. Die heutigen Plagiatsaffären von Staatsmännern und Frauen brachten die Menschen und wissenschaftliche Institutionen zur neuen Bewertung der Plagiate. Die Sprecherin von Uni Heidelberg hat es auf den Punkt gebracht und neue Sichtweise folgend definiert: „Ein Plagiat ist keine ‘Schwäche’, sondern ein Vergehen“ ^[44].

2005 wurde für die Ehrung von Einstein, d.h. für die Veranstaltungen aller Art zur Einsteins Ehre, 10 Mio. € ausgegeben ^[45]. 2016, also zum 100-jährigen Jubiläum Allgemeiner Relativitätstheorie, werden bestimmt weitere Mio. € zur Verfügung gestellt. Es geht aber nicht nur ums Geld, sondern noch um Ehrung eines Helden, der möglicherweise gar kein Held war.

Zurück zum Thema. 1982 schrieb Roseveare, dass Gerbers Theorie nie offiziell widerlegt wurde, sondern schlicht „vergessen“. Er untersuchte sorgfältig angebliche Widerlegungen von den „Fachleuten“ und entkräftete sie ^[38]. Allerdings fand er zwei eigene Einwände, Gerbers Theorie jedoch zu verwerfen: Die Berücksichtigung relativistischer Masse führe zur größeren Periheldrehung und von ihm berechnete Lichtablenkung soll um 50% größer als relativistischer Wert sein.

Mit der Berücksichtigung relativistischer Masse hat jedoch vor allem Allgemeine Relativitätstheorie selbst ein Problem. Wir haben diesen Konflikt bereits in „Vollständige relativistische Periheldrehung“ gründlich untersucht. Für Gerbers Theorie ist das dagegen nicht aktuell, denn man kann auf Relativitätsprinzip (und daraus geleitete relativistische Masse) ruhig verzichten, wenn angenommen wird, dass mit dem Gravitationsfeld ein bevorzugtes Bezugssystem verbunden ist.

Was die Lichtablenkung betrifft, gibt es hier keinen klaren Befund. Wir haben früher darüber diskutiert und im nächsten Kapitel gehen wir das Thema noch mal an.

Ein gutes Indiz für Gerbers Gravitationstheorie kann allmählich offensichtliche Nichtexistenz von den Gravitationswellen dienen. Die Gravitationswellen können dann zum Schein kommen, wenn das Gravitationsfeld tatsächlich eine Krümmung des Raumes ist. Dadurch würde die Ausbreitung der Gravitationswechselwirkung am Raum wie an einem Medium gebunden. Deshalb könnte eine Beschleunigung der Masse sowohl zur Verdichtung als auch zur Verdünnung des Gravitationsfeldes führen. Auf diese Weise würden die Gravitationswellen entstehen.

Nach Gerbers Modell hat die Gravitationswechselwirkung nur relativ zur seinen Quelle-Masse eine konstante Ausbreitungsgeschwindigkeit, die der Lichtgeschwindigkeit gleicht. In diesem Fall können aber keine Gravitationswellen entstehen: Die Gravitationswechselwirkung kann sich schneller oder langsamer ausbreiten, aber das Gravitationsfeld selbst wird dadurch weder verdichtet noch verdünnt. Darüber hinaus dürfen nach Gerbers Theorie die Gravitationswellen gar nicht existieren. Bis jetzt sehen wir nur laute Bestätigungen dafür.

Lichtablenkung: Vergleichstest der Theorien

In der Abhandlung „Über die Ablenkung des Lichtes im Schwerefeld der Sonne“ ^[46] präsentierten die Autoren – Freundlich, Klüber und Brunn – 1931 grafisch die Ergebnisse der drei Expeditionen, die 1919, 1922 und 1929 stattgefunden hatten. Sie fügten alle Messungen zusammen, sodass sich daraus eine umfangreiche Darstellung mit knapp 100 Messpunkten ergab (Abb. 20).

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 die obere Hyperbel für die Lichtablenkung am Sonnenrand von $2.24''$. Theoretisch begründeten sie diesen Wert nicht. Anscheinend kannten sie damals überhaupt nur eine Theorie und zwar die Relativitätstheorie und deshalb haben sie nur zwei Kurven abgebildet.

Inzwischen sind aber noch ein paar Sachen dazu gekommen. Vor allem ist es die Gerbers Hyperbel mit dem Zähler $2.62''$ ^[38] (1982 – Roseveare). Dann können noch die empirischen Formeln von Schmeidler ^[17] (1985) und Courvoisier ^[47] (1932) überprüft werden usw.

Die hohe Qualität der Abbildung in der Originalarbeit erlaubt die Koordinaten der Messpunkte präzise zu bestimmen. Tabelle 1 zeigt das Resultat. Diese Daten können z.B. in die EXCEL-Tabelle eingetragen und weiter bearbeitet werden (Abb. 21).

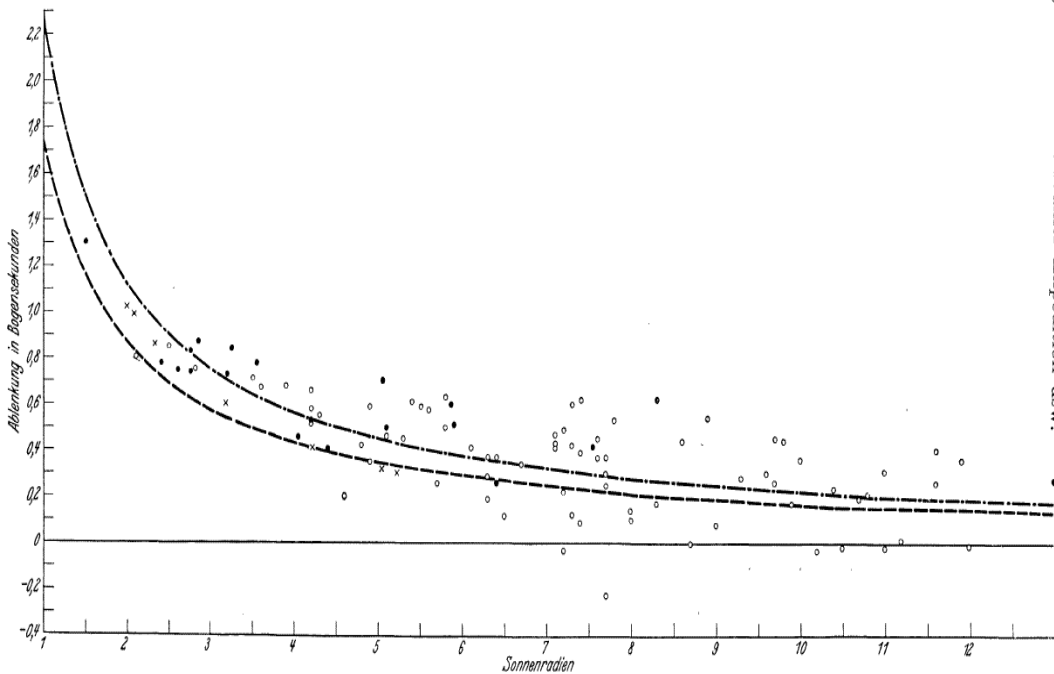


Abb. 13.

Größen der radialen Vektoren in Abhängigkeit des Abstandes der Sterne vom Sonnenmittelpunkt. Eingetragen sind die Werte von Potsdam ●, Lick ○, Greenwich ×.

Die gestrichelte Kurve stellt den hyperbolischen Abfall zufolge der Relativitätstheorie dar, die strichpunktierte den aus den Potsdamer Messungen gefundenen Abfall unter Voraussetzung des hyperbolischen Gesetzes.

Abb. 20. Messergebnisse der drei Expeditionen und deren Ausgleich durch zwei Hyperbeln.

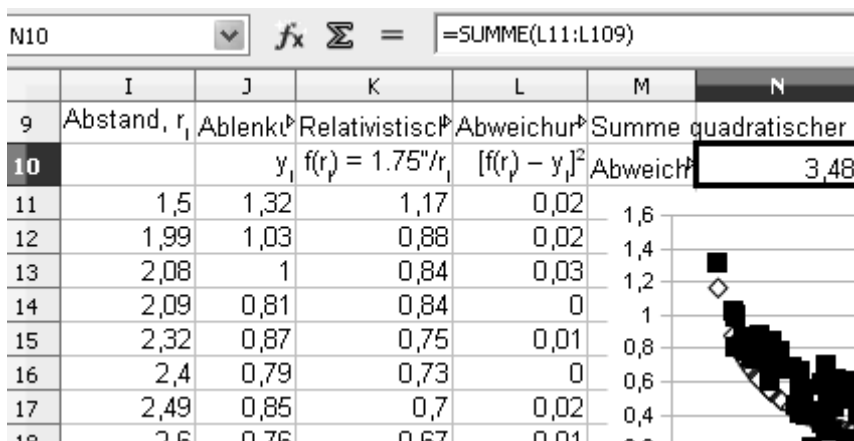


Abb. 21. Berechnung der Summe quadratischer Abweichungen mithilfe der EXCEL-Tabelle.

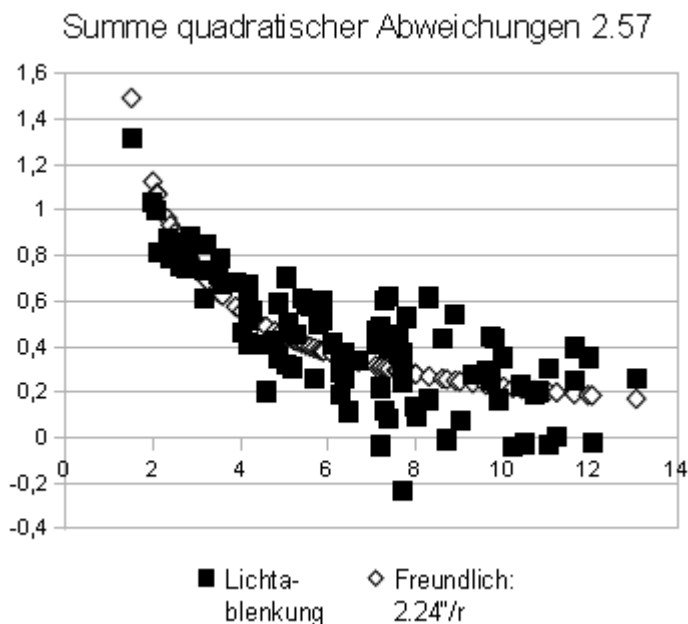
Tabelle 1.

Abstand in Sonnen- radien	Ablenkung in "	Abstand in Sonnen- radien	Ablenkung in "	Abstand in Sonnen- radien	Ablenkung in "
1.5	1.32	3.17	0.61	4.29	0.55
1.99	1.03	3.19	0.74	4.39	0.41
2.08	1	3.24	0.85	4.58	0.2
2.09	0.81	3.49	0.72	4.78	0.42
2.32	0.87	3.54	0.79	4.89	0.35
2.4	0.79	3.58	0.68	4.89	0.59
2.49	0.85	3.89	0.68	5.03	0.32
2.6	0.76	4.03	0.46	5.04	0.7
2.75	0.75	4.19	0.67	5.08	0.47
2.75	0.84	4.19	0.59	5.09	0.5
2.8	0.76	4.19	0.52	5.21	0.31
2.84	0.88	4.2	0.41	5.28	0.45

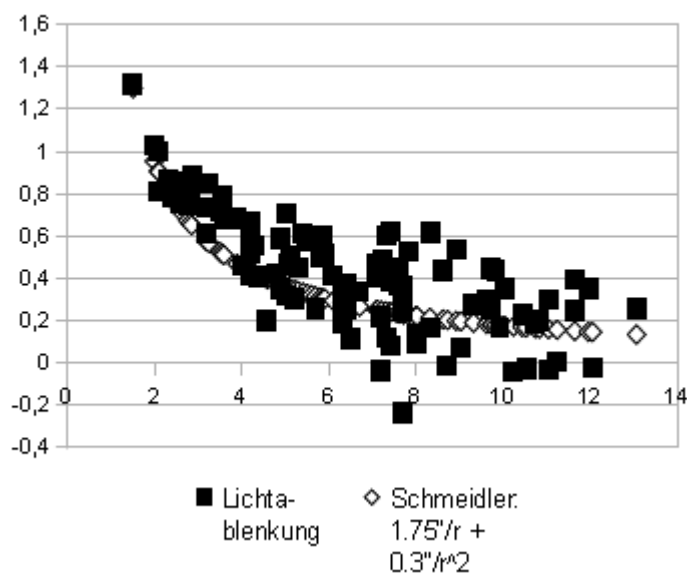
Abstand in Sonnen- radien	Ablenkung in "	Abstand in Sonnen- radien	Ablenkung in "	Abstand in Sonnen- radien	Ablenkung in "
5.4	0.61	7.3	0.6	9.02	0.07
5.5	0.59	7.3	0.42	9.31	0.27
5.59	0.58	7.3	0.12	9.61	0.3
5.69	0.26	7.4	0.08	9.72	0.25
5.79	0.5	7.4	0.39	9.73	0.45
5.85	0.6	7.41	0.62	9.82	0.44
5.9	0.51	7.55	0.41	9.92	0.17
6.09	0.41	7.6	0.45	10.02	0.35
6.29	0.28	7.6	0.37	10.23	-0.04
6.29	0.19	7.7	0.3	10.43	0.23
6.3	0.37	7.71	0.37	10.52	-0.03
6.4	0.37	7.71	0.24	10.73	0.19
6.4	0.26	7.71	-0.23	10.82	0.2
6.49	0.11	7.8	0.53	11.03	0.3
6.7	0.34	7.99	0.13	11.03	-0.03
7.09	0.47	8.01	0.09	11.23	0.01
7.09	0.41	8.31	0.62	11.64	0.39
7.1	0.43	8.31	0.17	11.64	0.25
7.2	-0.04	8.61	0.44	11.95	0.35
7.2	0.22	8.72	-0.01	12.04	-0.02
7.21	0.49	8.92	0.54	13.05	0.26

Uns interessiert vor allem die Summe quadratischer Abweichungen zwischen theoretischen Kurven und realen Messwerten. Je

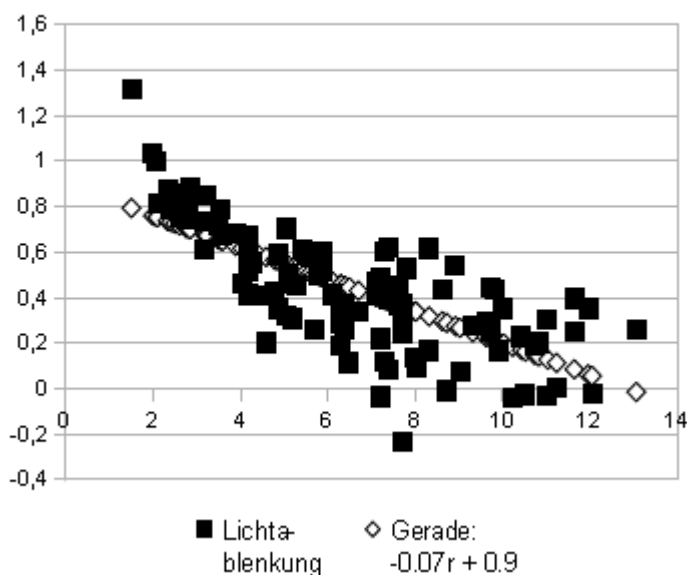
kleiner ist sie, desto besser ist der Ausgleich. Die nächsten Diagrammen wurde nach Aufstieg der Summe sortiert, d.h. zuerst kommen die besten Ausgleiche:



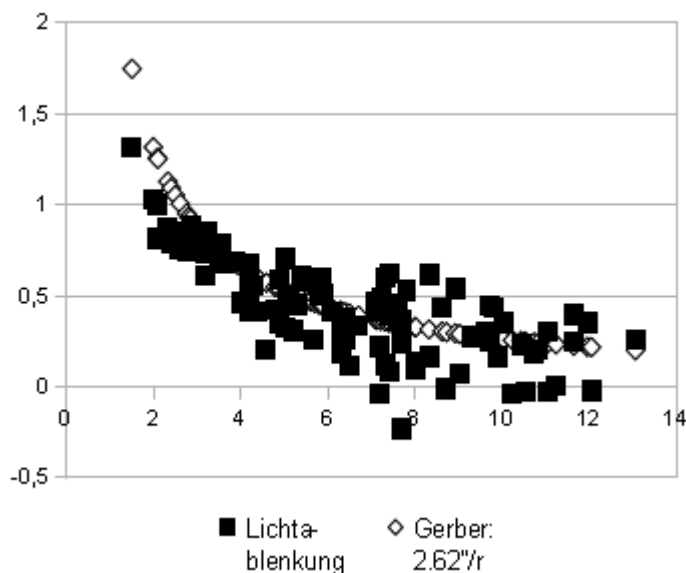
Summe quadratischer Abweichungen 3.19



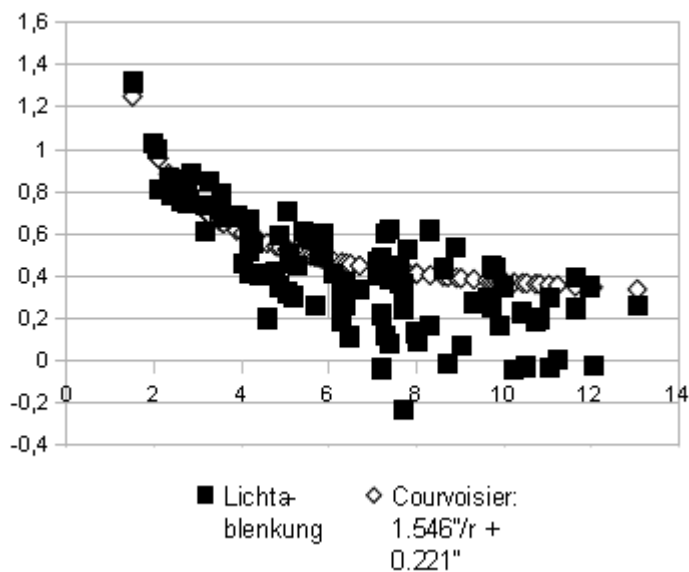
Summe quadratischer Abweichungen 3.31



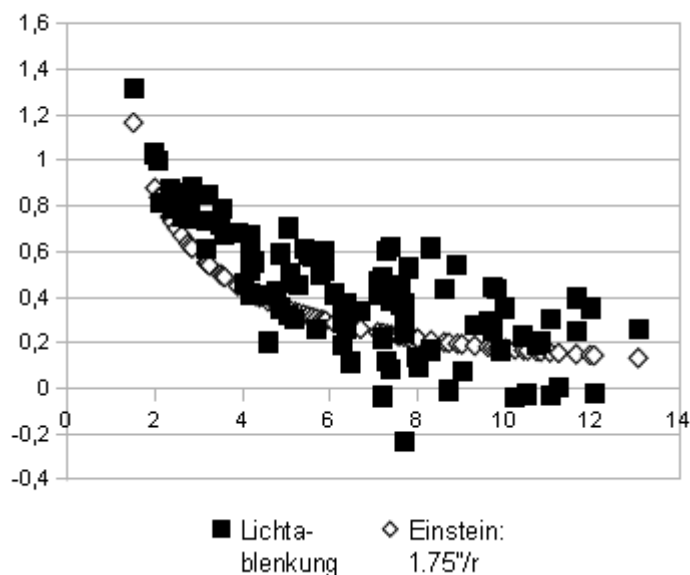
Summe quadratischer Abweichungen 3.45



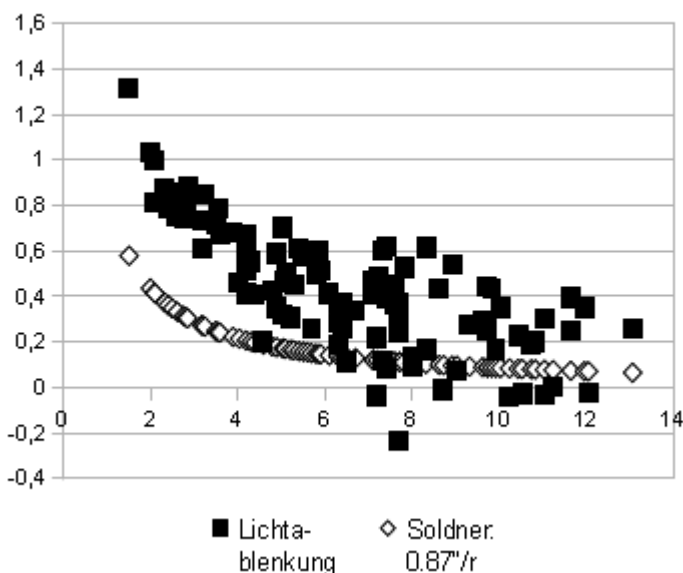
Summe quadratischer Abweichungen 3.47



Summe quadratischer Abweichungen 3.48



Summe quadratischer Abweichungen 10.92



Und das noch einmal als Tabelle:

Tabelle 2.

Platzierung	Autor	Gleichung	Typ	Summe quadratischer Abweichungen
1.	Freundlich	$2.24''/r$	empirisch	2.57
2.	Schmeidler	$1.75''/r + 0.3''/r^2$	empirisch	3.19
3.	Eine Gerade	$-0.07r + 0.9$	empirisch	3.31
4.	Gerber	$2.62''/r$	theoretisch	3.45
5.	Courvoier	$1.546''/r + 0.221''$	empirisch	3.47
6.	Einstein	$1.75''/r$	theoretisch	3.48
7.	Soldner	$0.87''/r$	theoretisch	10.92

Erstes, was hier auffällt, ist es, dass die empirischen Gleichungen doch besser zu den Messergebnissen passen, als die, die von den Theorien vorgeschlagen werden. Ganz empirisch sind sie allerdings nicht. Freundlich setzte die hyperbolische Abhängigkeit voraus, also ging davon aus, dass es um eine Gravitationserscheinung handeln soll. Schmeidler korrigierte den relativistischen Ausdruck mit dem zusätzlichen Glied nach oben. Courvoiers Formel ist teils auch hyperbolisch, d.h. sie kann als Summe von Gravitationswechselwirkung nach klassischer Mechanik und Beugung der Lichtstrahlen in der Sonnenkorona verstanden werden: $0.87''/r + (0.676''/r + 0.221'')$.

Die Ausnahme bildet nur der Ausgleich mit einer Gerade (dritte Platzierung). Allerdings ist es unklar, um welchen physikalischen Vorgang es dabei gehen soll. Das ist eher eine Illustration, wie unsicher all diese Anpassungen sind: Die große Streuung der Messdaten erlaubt mehrere fast gleichwertige Interpretationen. Als Be-

weis für irgendwas können diese Beobachtungen also nur bedingt akzeptiert werden.

Weiteres, was hier auffällt, ist es, dass schlechter als relativistischer Wert (Einstein) ist nur der Klassische (Soldner). Aber offensichtlich war und bleibt dies für Einsteins Anhänger Grund genug, die Relativitätstheorie an jeder Ecke zu preisen. Sie zeigen, wie schlecht die klassische Rechnung zum Vergleich mit der Relativistischen ist, und andere Alternativen erwähnen überhaupt nicht.

Währenddessen wird angebliche Widerlegung Gerbers Theorie, die 1982 Roseveare durch seine Rechnung der Lichtablenkung im Rahmen dieser Theorie so erhoffte, wohl nicht bestätigt: Bezogen auf reale Messwerte passen 2.62" sogar besser als 1.75".

Das Bild ist ja nicht vollständig. Da bleiben noch moderne radioastronomische Beobachtungen und Beobachtungen mit den Satelliten. Sie sollen Allgemeine Relativitätstheorie ganz gut bestätigen. Allerdings werden sie für deutlich größeren Entfernungen als bei optischen Beobachtungen gemacht. So können sie z.B. Schmeidlers Formel gar nicht widerlegen und, ob der Ausgleich von Freundlich wirklich versagt, ist ungewiss. Dasselbe betrifft auch die übrigen Ausdrücke.

Um den Zweifel zu beseitigen, wäre es doch richtig genauso vorgehen, wie wir es bereits gemacht habe, also, die Beobachtungen in ausgewählten Gebieten, etwa in großer Entfernung von der Sonne, nicht getrennt und nicht nur im Rahmen einer Theorie, d.h. Relativitätstheorie, behandeln, sondern die Messpunkte von aller Art Beobachtungen – optischer, radioastronomischer und mithilfe der Satelliten – in eine Datenbank zusammentun und nur dann schauen, welche der Theorien oder welcher der empirischen Ausgleichs am besten mit experimentellen Daten übereinstimmen. Aber auch in diesem Fall darf man dem Vergleich wegen des statistischen Charakters der Ergebnisse keine große Bedeutung ver-

leihen. Man darf also nicht so verfahren, wie es 1919 falschlicherweise gemacht wurde, indem Allgemeine Relativitätstheorie voreilig für immer als gültig erklärt wurde.

Kosmologische Spekulationen über Gravitationslinsen

Es ist nicht so, dass ich prinzipielle Existenz von den Gravitationslinsen bezweifle. Immerhin wurde die Ablenkung der Lichtstrahlen von den Sternen in der Sonnenumgebung experimentell nachgewiesen und sogar nach dem klassischen Gravitationsgesetz soll ein solches Phänomen jedenfalls auftreten. Mich machen allerdings stutzig astronomische Aufnahmen, die als Folge dieses Effekts interpretiert werden.

Zuerst klären wir, welches Bild beim Gravitationslinseneffekt zu erwarten ist. Die Zeichnungen dafür gib es im Internet viele, Abb. 22 zeigt eine. Wir sehen, dass ein kugel- bzw. scheibenförmiges Objekt, z.B. ein Kugelsternhaufen, optisch in zwei Teilen zerteilt wird, gedehnt und gebogen, jedes Teil ist aber eine vollständige Abbildung des Objektes – die Lichtstrahlen nehmen lediglich verschiedene Routen. Im Idealfall kann es sogar zum einen Ring



Abb. 22. Erwartende Erscheinungen beim Gravitationslinseneffekt ^[48].

(„Einstein-Ring“) verzerrt werden. Nun schauen wir uns an, welche Erscheinungen die Astronomen für solches Phänomen halten.

Einstein-Ring (Abb. 23, links) wird mit folgender Beschreibung versehen: „Die Galaxie J2135-0102 wird durch die Gravitation der in der Mitte des fast vollständigen Rings liegenden Vordergrundgalaxie abgebildet. (Bild: Durham University)“^[49].

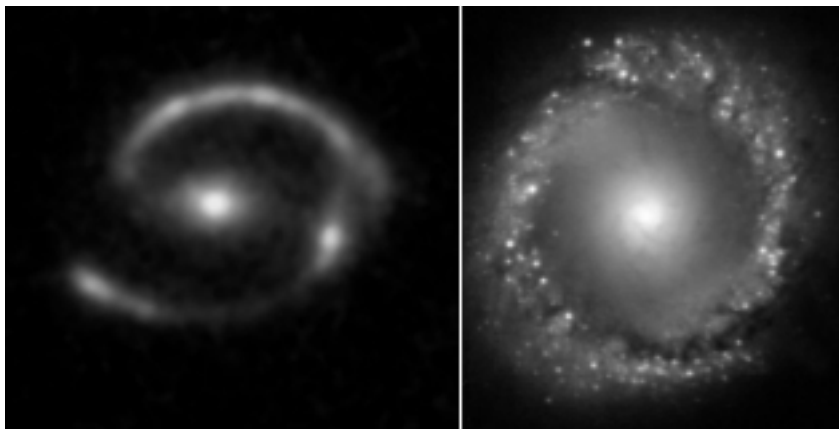


Abb. 23. Vermeintlicher Einstein-Ring links und SB-Galaxie NGC1097 rechts.

Wenn wir aber genauer hinschauen, erkennen wir links und rechts schwach leuchtende Übergangszonen zwischen Ellipsoid in der Mitte und Halbringen. Das darf also ganz normale SB-Galaxie sein, wie etwa NGC1097 (Abb. 23, rechts).

Ein weiterer Einstein-Ring^[50] (Abb. 24, links) ist zwar fast perfekt, Aber in nächster Nähe werden solche Strukturen für Ring-Galaxien^[51] gehalten (Abb. 24, rechts).

Wenn die Ring-Galaxien auf den Aufnahmen verschwommen genug sind, d.h. ziemlich entfernt oder mit den Wolken bedeckt sind, können sie offensichtlich ganz locker für Einstein-Ringe ausgegeben werden.

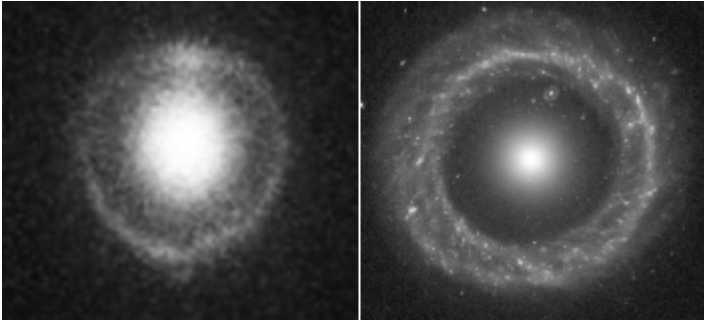


Abb. 24. Vermeintlicher Einstein-Ring links und Ring-Galaxie rechts.

Beim Einstein-Kreuz ^[52] (Abb. 25, links) fällt dagegen auf, dass vier Abbildungen eines Quasars gar nicht verzerrt und gebogen sind, also, sie behalten ganz ihre Kugelform. Außerdem befinden sich alle fünf Objekte offensichtlich genau in der Mitte einer schwach leuchtenden Spiralgalaxie, d.h. an der Stelle eines Bulges. ^[53] (Abb. 25, rechts).

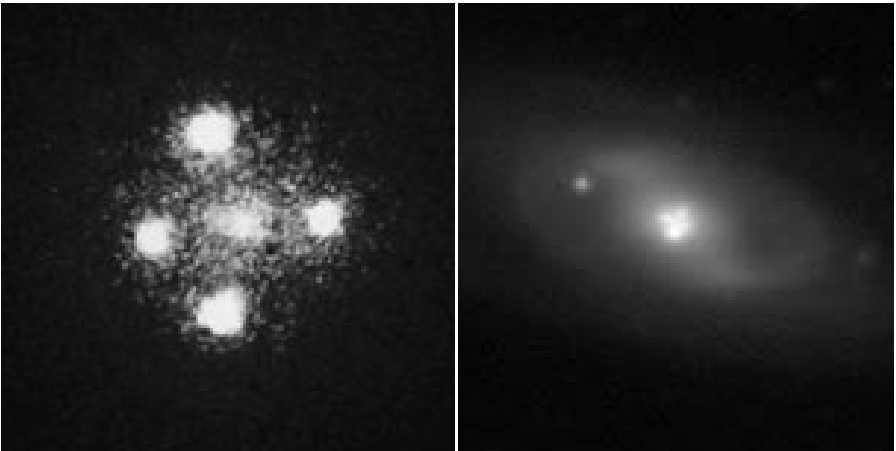


Abb. 25. Einstein-Kreuz (Großansicht links) im Zentrum der Spiralgalaxie (rechts).

So kann es tatsächlich um ein außergewöhnliches Phänomen handeln, wo fünf gigantische Kugelsternhaufen das Zentrum einer Galaxie bilden. Zur Belegung eines Linseneffekts werden die Spektren erwähnt, die bei abgebildeten Objekten nah identisch sind. Da dabei um ungefähr gleich große und leuchtstarke Objekte, z.B. Kugelsternhaufen, in einer kompakten Region handelt, darf das allerdings gar nicht verwunderlich sein.

Die bogenförmigen Objekte (Abb. 26, links), die für die verzerrten Abbildungen der Galaxien gehalten werden, enthalten in ihrer Struktur die Kugelsternhaufen, die ihre Kugelform wiederum ganz behalten. Das können wir bei Großansicht einer der Bögen ganz gut sehen (Abb. 26, rechts).

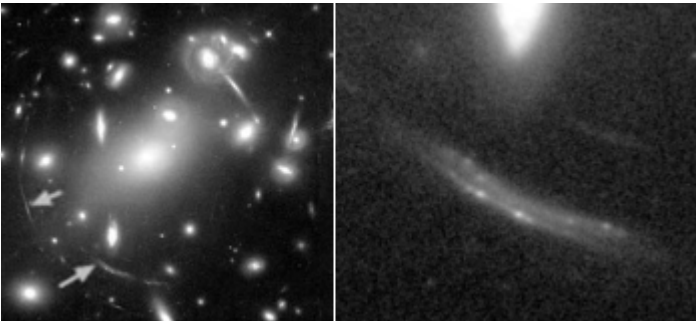


Abb. 26. Bogenförmige Strukturen ^[54].

Das darf aber beim Gravitationslinseneffekt nicht vorkommen, denn gedehnt in die Länge werden sowohl die Außenhülle als auch das sichtbare Innere des Objekts. Warum bilden sich dann die Bögen? – Offensichtlich geschieht dies unter Einfluss des starken Gravitationsfeldes der gigantischen Galaxien im Zentrum.

Auch deswegen hat z.B. der Asteroidengürtel im Sonnensystem nicht die Form eines geraden Balkens, sondern des (gebogenen) Ringes.

Auf dem nächsten Bild (links) sehen wir zwei leuchtende Objekte mit den gebogenen Schleifen. Das sieht nach einer kernlosen Spiralgalaxie aus, oder eher kann es um die Verschmelzung zweier Galaxien handeln, wie es das Vergleichsfoto rechts zeigt. Doch diese Erscheinung wird als gemeiner Einstein-Ring eingestuft.

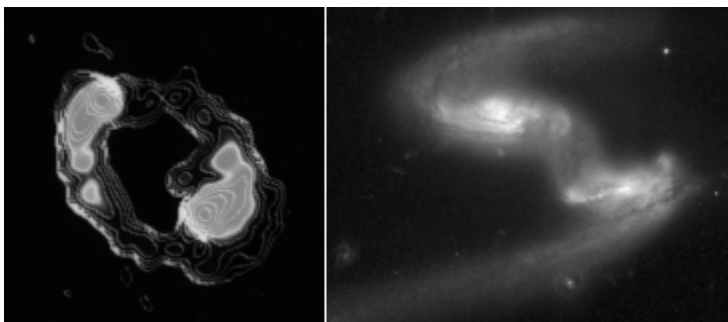


Abb. 27. Angeblicher Einstein-Ring ^[55] links und kollidierende Galaxien ^[56] rechts.

Wozu brauchen die Forscher all diese Einstein-Ringe und Ein-

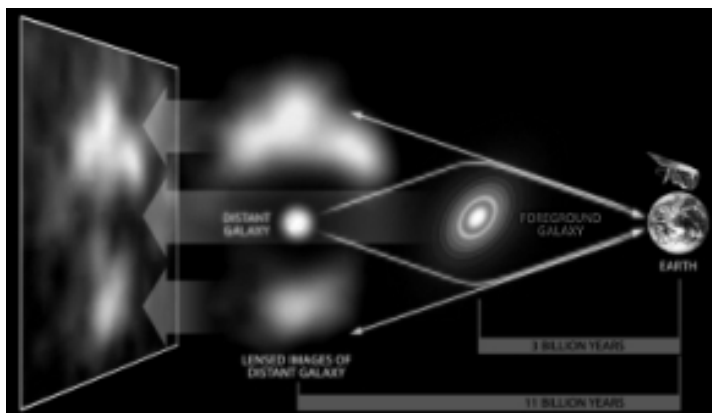


Abb. 28. Deutung des Fotos (links) durch Gravitationslinseneffekt ^[57].

stein-Kreuze, sodass sie sie überall sehen? – Nun, offensichtlich vor allem, um Allgemeine Relativitätstheorie von Einstein kosmologisch zu untermauern, sonst wären auch diese Erscheinungen nicht mit Einstein in Verbindung gebracht. Das ist aber in Wirklichkeit sehr schwacher Beweis, denn auch im Rahmen klassischer Mechanik können die Gravitationslinsen existieren.

Ferner profitiert davon die Urknall-Theorie. So können z.B. die relativ nah liegenden Haufen von den Kleinsternen, anderen Kleinkörpern und Staub, die im Infrarot-Bereich strahlen, für die Abbildungen der entfernten Galaxien mit großer Rotverschiebung weit hinter der Gravitationslinsen, d.h. hinter dem zentralen Objekt, ausgegeben werden (Abb. 28). Auf diese Weise können die verschiedenen Epochen nach dem Urknall mit Materie gefüllt werden. Die Urknall-Theorie würde dadurch quasi experimentell bestätigt und es stehe nichts im Wege, die esoterischen Ansichten über Universum in wissenschaftlicher Verpackung unter den Leuten zu verbreiten. In Wirklichkeit sind solche Belege nicht mehr als Einbildungen.

Oszillierende Rotationskurven der Galaxien

Seit Vera Rubin und Kent Ford im Jahr 1970 einen Artikel über die Rotation des Andromeda-Nebels veröffentlichten ^[58], werden bis heute heftige Diskussionen geführt, da die offensichtliche Ursache für die flachen Rotationskurven der Spiralgalaxien weiterhin im Dunkeln bleibt. Das Problem sieht vereinfacht, d.h. wir werden vom kugelsymmetrischen Gravitationspotential ausgehen, folgend aus. Damit die Sterne ihre Entfernung zum Zentrum der Galaxie beibehalten, muss die Gravitationskraft durch die Zentrifugalkraft ausgeglichen werden:

$$\frac{V^2}{R} = G \frac{M}{R^2}.$$

Daher ist die gesuchte Geschwindigkeit der Sterne:

$$V = \sqrt{G \frac{M}{R}}.$$

Weil die Masse in den Galaxien räumlich verteilt ist, werde die Geschwindigkeit der Sterne zum Rand der Galaxien nicht so rasch wie diese Formel vorgibt abfallen, aber unverändert zu bleiben, darf sie wiederum nicht. In einer Scheibengalaxie kann die Masse, die sich innerhalb der Kreisbahn eines Sterns befindet und diesen zum galaktischen Zentrum zieht, folgend bestimmt werden:

$$M = \int \rho \cdot 2 \cdot \pi \cdot R \cdot h \cdot dR = 2 \cdot \pi \cdot h \int \rho \cdot R \cdot dR,$$

ρ ist die Massendichte, h ist die Dicke der Scheibe. Zuerst gehen wir von konstanter Dichte ρ_0 aus. Um die überflüssige Variable R zu eliminieren, setzen wir

$$\rho = \rho_0 \cdot \frac{R_0}{R},$$

$$M = 2 \cdot \pi \cdot h \cdot \rho_0 \cdot R_0 \cdot R,$$

$$V = \sqrt{G \cdot 2 \cdot \pi \cdot h \cdot \rho_0 \cdot R_0} = \text{const.}$$

R_0 ist die Scalengroße. Die Sternzählung ergibt jedoch viel steileren als $\sim 1/R$ und zwar einen exponentiellen Abstieg der Massendichte ^[59]. Als Folge sollte wenigstens am Rande der Abfall der Rotationsgeschwindigkeit beobachtet werden. Und gerade das geschieht im meisten Fällen nicht.

Was die Forscher üblicherweise für Unordnung halten und durch eine Gerade auszugleichen versuchen, hat meine Neugierde erweckt: Eigentlich sind die Rotationskurven gar nicht flach, sondern enthalten erkennbare Oszillationen. Obwohl deren Amplitude sehr klein erscheint, sodass ganz locker von zufälligen Abweichun-

gen überdeckt werden kann, deuten sie auf regelmäßige Schwankungen der Massendichte in den Spiralgalaxien.

Als anschauliches Beispiel betrachten wir die Rotationskurve von Spiralgalaxie NGC2998 (Abb. 29) ^[60].

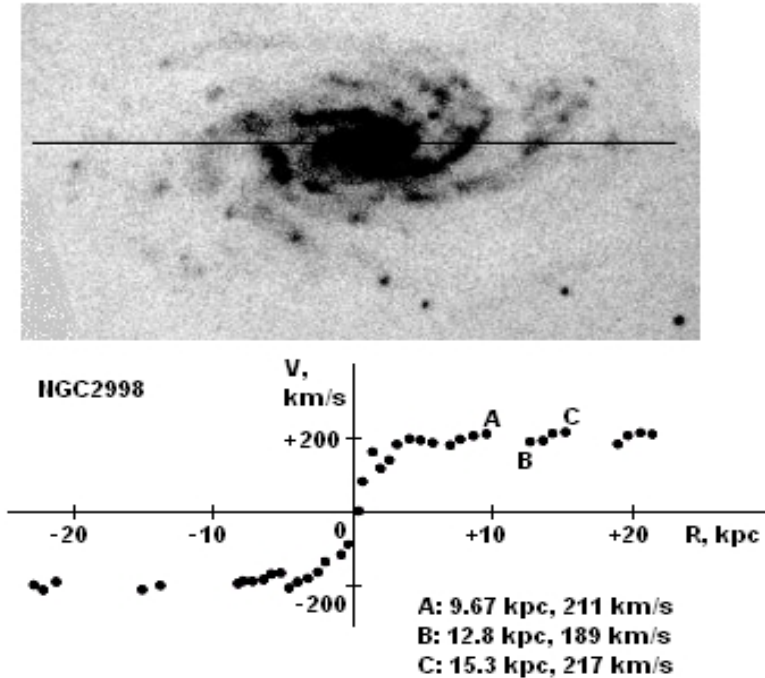


Abb. 29. Foto (Negativ) und Rotationskurve von Spiralgalaxie NGC2998.

Uns interessiert die Massendichte in den Bereichen AB und BC. Für die Abschätzung nehmen wir an, dass die galaktische Scheibe genauso wie in unserer Galaxie etwa 1kpc (1kpc ~ 30 Millionen Milliarden Kilometer) dick ist. Die gemessenen Geschwindigkeiten in Punkten A, B und C erlauben die eingeschlossenen Massen zu bestimmen:

$$M = \frac{R \cdot V^2}{G},$$

$$M_A \approx 1.99 \cdot 10^{41} \text{ kg},$$

$$M_B \approx 2.11 \cdot 10^{41} \text{ kg},$$

$$M_C \approx 3.33 \cdot 10^{41} \text{ kg}.$$

So sind dann die Dichten:

$$\rho_{AB} = \frac{M_B - M_A}{\pi \cdot h \cdot (R_B^2 - R_A^2)} \approx 1.85 \cdot 10^{-21} \text{ kg/m}^3,$$

$$\rho_{BC} = \frac{M_C - M_B}{\pi \cdot h \cdot (R_C^2 - R_B^2)} \approx 1.88 \cdot 10^{-20} \text{ kg/m}^3.$$

Der Unterschied beträgt eine ganze Größenordnung!

Wodurch kann er aber bedingt werden? – Verstreute und verschmierte ohne bestimmte Grenzen Massenverteilung wie in galaktischen Halos kommt hier offensichtlich nicht in Frage.

Auf dem Foto weist die Galaxie eine gut ausgeprägte Spiralstruktur auf, die beim genaueren Betrachten noch weit außerhalb der Mitte zu erkennen ist. Außerdem entspricht der Abstand zwischen aufeinander kommenden Aufwicklungen der Armen etwa dem Abstand zwischen Minimums oder Maximums der Rotationskurve. Es liegt also die Vermutung nah, dass die Ursache für die Oszillationen der Rotationskurve und mit ihnen verbundene gewaltige Dichteschwankungen in den Spiralarmen zu finden ist.

Dabei muss man bedenken, dass so gut wie jede Rotationskurve oszilliert (Abb. 30), d.h. das Phänomen ist vom allgemeinen Charakter.

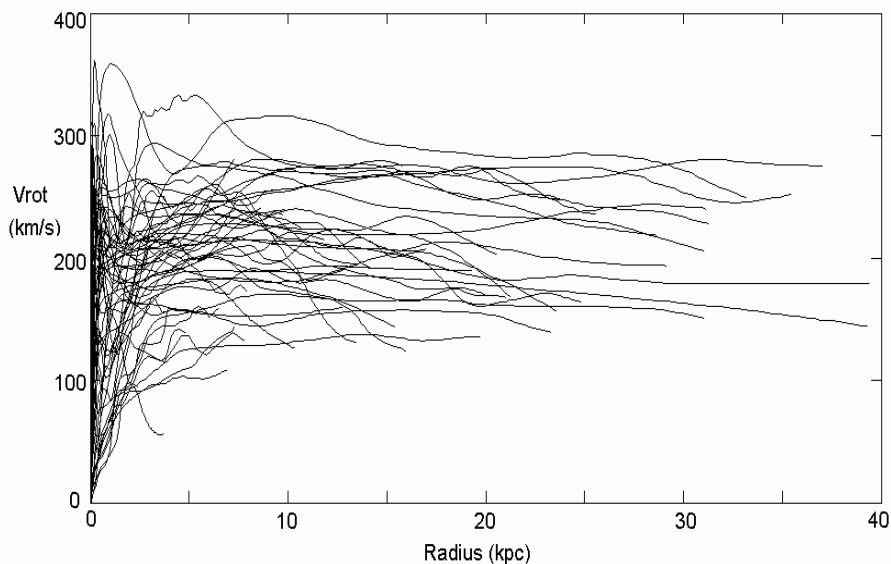


Abb. 30. Rotationskurven von mehreren Galaxien ^[61].

Zusammengefügte Zeichnung ^[62] und Rotationskurve ^[63] unserer Galaxie (Abb. 31) weisen auf ähnliche Variationen bei radialer Verteilung sichtbarer Materie und Geschwindigkeiten der Sterne hin.

Der Bereich um die Sonne herum kann durch folgende oszillierende Funktion der Massendichte approximiert werden:

$$\rho = \rho_0 \cdot \frac{R_0}{R} \cdot \left[1 + \frac{R}{R_1} \cdot \cos \left(\frac{R}{R_2} + \varphi \right) \right],$$

$$\rho_0 \cdot R_0 = 3.28 \text{ kg/m}^2,$$

$$R_1 = 10.5 \text{ kpc}, R_2 = 0.82 \text{ kpc}, \varphi = -0.2 \text{ rad}.$$

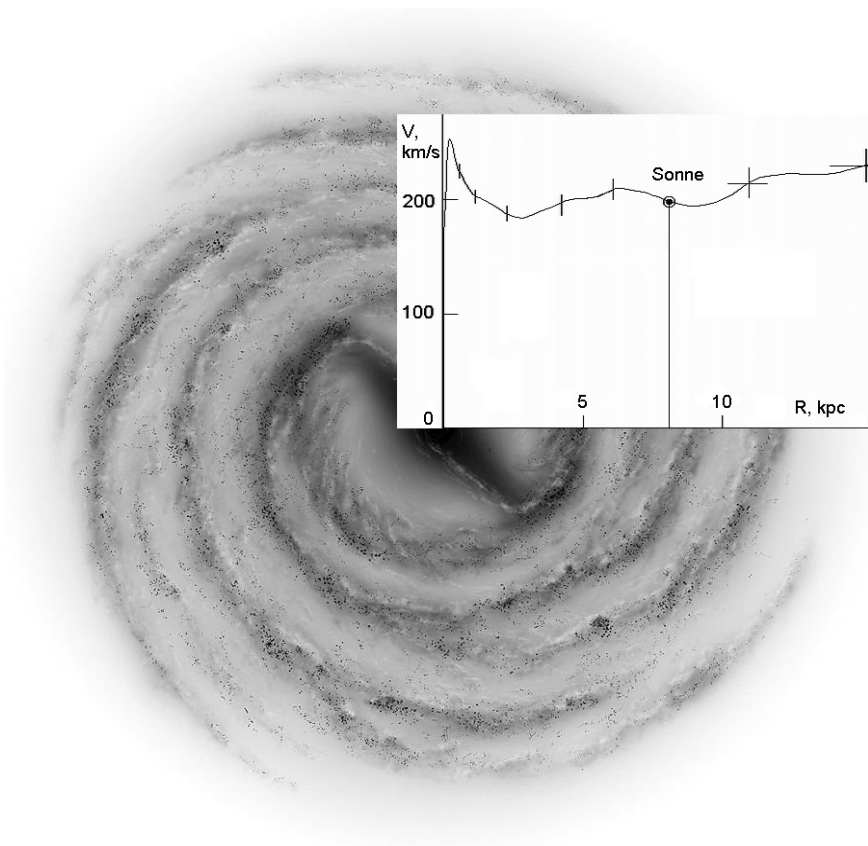


Abb. 31. Zeichnung (Negativ) und Rotationskurve der Milchstraße.

Das Ergebnis ist auf Abb. 32 gezeigt. Tatsächlich befinden wir uns im fast leeren Raum und deswegen können wir die Dunkle Materie gar nicht sehen. Sie ist weit entfernt von uns und zwar in den galaktischen Armen verborgen.

Die Massendichte in Sonnenumgebung beträgt etwa $7 \cdot 10^{-21} \text{ kg/m}^3$. Auf dem Wert gestützt, bekommen wir für die Entfernung 5kpc vom Zentrum der Galaxie ca. $7.2 \cdot 10^{-20} \text{ kg/m}^3$.

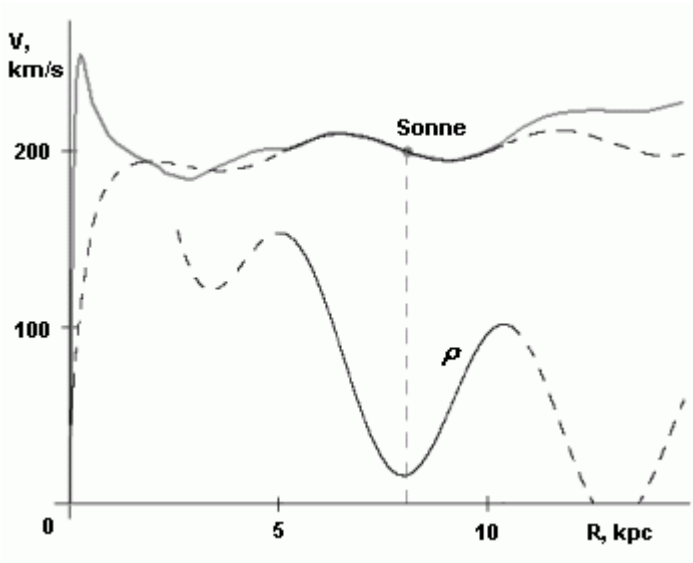


Abb. 32. Approximation der Rotationskurve durch oszillierende Funktion.

Die Massendichte der Sterne in dieser Region ist aber mehr als fünfmal kleiner.

Zum Rand der Galaxie wächst die gesamte Massendichte wieder und erreicht bei etwa 10kpc $4.8 \cdot 10^{-20} \text{ kg/m}^3$, was schon zwanzigmal (!) größer ist als die lokale Massendichte der Sternkomponente.

Wie können wir solch einen gewaltigen Unterschied erklären?

Gestein und Wasser

Dunkle Materie soll also in den Spiralarmen konzentriert sein. Dies widerspricht direkt der Annahme, dass sie aus unfangbaren Teilchen besteht, die die Galaxien wie Halos umgeben. Dagegen erinnert dies stark an Asteroidengürtel im Sonnensystem oder

Ringe um Planeten Saturn und Jupiter. Deshalb kann es bei Dunkler Materie um Gesteinsbrocken wie Asteroiden, Planeten und Wasser der Kometen und Schneebällen handeln. Sie sind klein, um aus großer Entfernung gesehen zu werden, aber prinzipiell, in Unmengen, können sie die Hauptmasse unserer Galaxie und anderer Galaxien ausmachen.

Diese Idee ist eigentlich nicht neu, aber sie wird verworfen, weil es viel zu große Mengen von Planeten und Kometen existieren sollen. Zwangsläufig gäbe es ständige Kollisionen, die Bruchstücke flogen im Raum herum und der Himmel wurde verdeckt und verdunkelt, was in unserer Nähe nicht der Fall ist...

Und wir wissen jetzt warum – weil sich unser Sonnensystem ausgerechnet in der Zone mit sehr niedriger Massendichte befindet. Hier gibt es nun sehr wenig Planeten und Kometen, die im Raum zwischen den Sternen herum fliegen. Und das ist auch gut so, sonst wäre das Leben auf der Erde durch ständige Meteoriteneinschläge längst zerstört.

Ein weiteres Hindernis ist sogenannte primordiale Nukleosynthese. Es handelt sich um die Theorie der Elementenentstehung gleich nach dem Urknall. Laut dieser Theorie könnten damals nur leichte Elemente erzeugt werden, also, überwiegend Wasserstoff und Helium. Schwerere Elemente entstünden später allerdings in relativ sehr geringer Menge bei den Sternenexplosionen... Aber das ist nur eine Theorie. Trotzdem wird sie so ernst genommen, dass es in unserem Fall offensichtlich schon zur Verfälschung der Fakten führt: Wenn laut primordialer Nukleosynthese keine große Vorkommnisse schwerer Atome geben darf, dann gibt es sie eben nicht! Währenddessen dürfen die neuen Beobachtungen der Überreste von Supernova 1987A im Infrarot-Bereich mithilfe des Raumteleskops „Herschel“ diese Theorie in ziemlichem Bedrängnis führen, denn es wurde 10000 mal mehr Staub entdeckt, als man theoretisch erwartete ^[64].

Das verborgene Anteil der Materie ist bei manchen Galaxien sogar kaum zu übersehen. Nur wenn man absichtlich weg schaut, sieht man es nicht. Es sind zum Beispiel M64 ("Schwarzaugen"), NGC891, NGC4526 (Abb. 33) und andere.

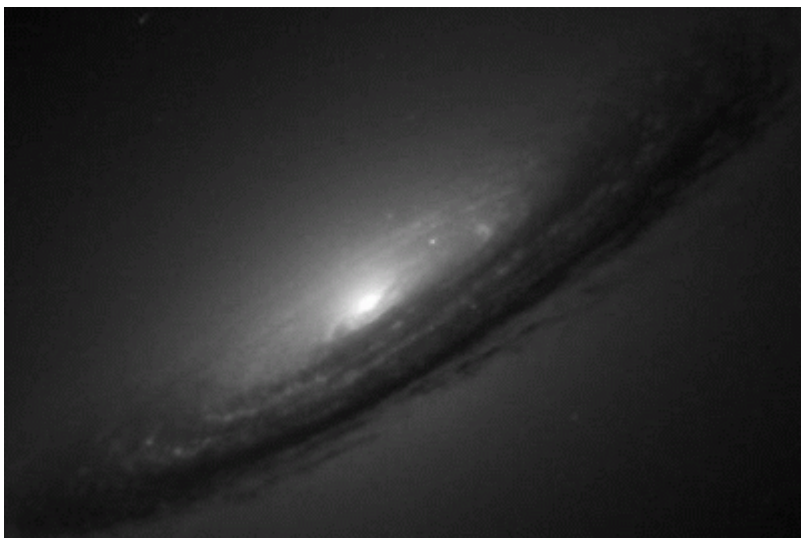


Abb. 33. Galaxie NGC4526 ^[65].

Sie sind von dunklen scheibenförmigen Wolken umgeben. Man behauptet, es sei nur der Staub (und Gas). Aber dies können ja genauso gut Planeten und Kometen sein. Wenn es schon unheimlich schwer ist, sogar mit den stärksten Teleskopen die Asteroiden am Rande des Sonnensystems zu erkennen, wie soll es für die Entfernungen von Millionen von Lichtjahren funktionieren? Und wie stellen sich die Astronomen vor, die Staubbörnchen über lange Zeit auseinander zu halten? Durch die Anziehungskraft werden sie immer näher aneinander kommen und wenn sie kollidieren, prallen sie voneinander nicht ab, sondern werden sie durch van der Waals-Kräfte zusammengehalten und die Klumpen bilden usw. Es ist also eine unbegründete Mutmaßung, dass es nur um

den Staub in den sogenannten Staubwolken handeln soll.

Die helleren Galaxien sollen aber auch nicht täuschen. Die leuchtenden Punkte sind keine Sterne, sondern Kugelsternhaufen aus hunderttausenden Sternen und bis zu 100pc breit. Im Verhältnis zum Sonnendurchmesser sind sie bis $2 \cdot 10^7$ mal größer. So werde neben ihnen ein Planet wie Jupiter nur wie ein sechsmetergroßer Brocken neben der Sonne aussehen, also, von der Erde aus gar nicht zu erkennen. Ein weiterer Effekt ist es, dass auch viel größere Objekte in den Lichtstrahlen der Kugelsternhaufen für den Beobachter verloren gehen, wie es mit Hilfe von Abb. 34 verdeutlicht wird.

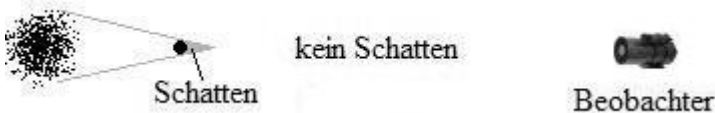


Abb. 34. Unsichtbarkeit eines Objektes
für den Beobachter.

So kann es beim Dunst, der die Galaxien umhüllt, durchaus um die dichten Sammlungen von Planeten und Kometen handeln.

Selbstverständlich kann man immernoch exotische Teilchen zu Hilfe rufen, die nie existierten und nicht zu existieren beginnen, auch wenn die Wissenschaftler nach ihnen mühsam suchen. Aber es ist doch viel vernünftiger zuerst die Dinge in Betracht zu ziehen, die wir bereits als reale Objekte kennen.

Keine gänzliche Leere sogar in großen Entfernungen von der Sonne spricht direkt dafür. Laut den Beobachtungen von den Kometenbahnen soll es von Kleinobjekten um das Sonnensystem herum einfach wimmeln. Asteroiden- und Kometengürtel, auch Kuiper-gürtel genannt, hinter der Neptun-Bahn verdoppelt sogar die Größe des Sonnensystems und weiter dürfte es auch keine Leere

geben, sondern die Kometenwolke (Oortwolcke) vom unbekannten Ausmaß ^[66].

Man kann sich nur wundern, wie oft die Forscher ziemlich nah an die richtige Lösung kommen, aber den letzten entscheidenden Schritt machen die Wissenschaftler leider nicht. Hier ist ein paar Zitaten aus den Pressemitteilungen:

"Sie [Satelliten-Galaxien um Milchstraße und Andromedanebel] liegen aber nahe einer Ebene, bilden also eine Art Scheibe – etwa wie die Eis- und Gesteinsbrocken, aus denen die Ringe des Saturn bestehen." ^[67]

"Auf Grund von Computersimulationen nehmen Wissenschaftler in unserer Milchstraße eine Scheibe aus Dunkler Materie an." (Abb. 35)

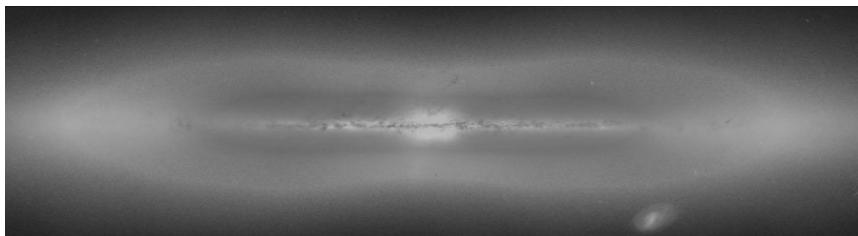


Abb. 35. Berechnete Scheibe aus Dunkler Materie ^[68].

"Exoplaneten + Asteroiden = Dunkle Materie? Klar – Planeten und ihre kleinen, steinigen Verwandten in unserem und den vielen anderen bekannten Sonnensystemen erzeugen keine eigene Energie. Zählen sie also zur ominösen Dunklen Materie?" ^[69]

"Hinter zehn der 'Mikrolinsen-Ereignisse' vermuteten sie dann jupiterähnliche Objekte in der Milchstraße. In der Umgebung dieser Exoplaneten fanden die Astronomen keinen Heimatstern... Man habe nur einen kleinen Teil der Galaxis abgetastet und könne nun anhand der Daten der zehn verwaisten Planeten die Gesamtzahl der einsamen Himmelskörper abschätzen. Die Forscher rechnen

damit, dass es von ihnen doppelt so viele geben könnte, wie Sterne in der Milchstraße... Viel kleinere Vagabunden könnten daher unbemerkt 'die Galaxis übersäen'." [70]

Entstehung und Zusammensetzung der Sterne

Es war für mich immer ein Rätsel, warum die Sterne so verschieden sind. Wenn einst die kritische Masse für die Kernfusion erreicht würde und der Stern zu leuchten begann, könnte er nicht weiter wachsen, weil durch den Strahlungsdruck die restlichen Wasserstoffmoleküle weg gepustet wären. Deshalb sollten alle Sterne ungefähr gleich groß und gleich hell sein. In Wirklichkeit sind sie aber ganz verschieden. Es kommen sogar die Sterne mit der Masse von bis zu 150 Sonnenmassen vor!

Wenn sich Steine und Schneebälle ständig (unelastisch) zusammenstoßen, werden sie ihre kinetische Energie verlieren, d.h. sie wird in die Wärme umgewandelt, und durch Gravitationskraft zu immer größeren Brocken zusammensetzen. Die Klumpen können beliebig groß werden. Auch wenn so ein Superbrocken durch die Kernenergie bis zum Leuchten erhitzt wird, kann er durchaus weiter wachsen, weil der Strahlungsdruck einen Planeten kaum hindern kann, in den Stern einzustürzen. Es gibt noch weitere Indizien für dieses Szenario der Entstehung der Sterne. Nennen wir ein paar.

Nicht umsonst sind die hellsten Sterne in den Spiralarmen oft haufenweise zu finden, denn dort der Nachschub von der Materie im Form von Planeten und Kometen besonders stark ist und deshalb die Sterne ziemlich groß und hell werden können.

Die Sonne hat zwar die Außenhülle aus Wasserstoff und Helium, aber dies kann auch die Folge des Gesetzes von Archimedes sein. Der hohe Druck im Sterninneren arbeitet für die leichteren Elemente gegen die Gravitationskraft und verdrängt sie nach Ober-

fläche. Die schweren Elemente werden dagegen endgültig versinken, sodass wir von deren Existenz im Sterninneren nichts mitbekommen, selbstverständlich, bis falls der Stern explodiert.

Schon erwähnte Beobachtungen mit Hilfe vom Infrarot-Teleskop Herschel ließen die Astronomen 10000 mal mehr Staub an der Stelle der Explosion von Supernova 1987A entdecken, als es laut Theorie während der Supernova-Explosion entstehen könnte ^[64]. Die Explosion zerstreute den Stern, sodass auch das Innere des Sterns zum Schein kam, d.h. der beobachtende Staub und sichtbare Trümmer sollten nicht genau während der kurzen Zeitspanne der Explosion entstehen, sondern wären eher im Inneren des Sterns als geschmolzenes Gestein bereits vorhanden.

Planeten wie Jupiter und Saturn haben bereits eine innere Energiequelle ^[71], die offensichtlich durch die Kernspaltung schwerer Elemente bedingt wird. Wenigstens teils kann dadurch auch die Wärme des Erdmantels erklärt werden. Werden sich also die Planeten zusammenballen, kann es schon zur Beschleunigung der Energieproduktion führen. Der riesige Klumpen wird immer wärmer und wärmer bis ein Stern entsteht.

Neulich entdeckte „Braune Zwerge“ in nächster Nähe des Sonnensystems (9-40 Lichtjahre) haben die Atmosphäre eines Planeten wie Jupiter, obwohl deren Masse bis 75-mal größer als des Jupiters sei ^[72]. Darüber hinaus kann auch die innere Struktur solcher Riesen der planetarischen gleichen. Und sie gelten als Übergangsobjekte zwischen Planeten und Sternen. Die Hitze zersplittert dann die Moleküle – schwerere Atome werden abtauchen und auf der Oberfläche bleibt hauptsächlich leichtestes Wasserstoff.

Der Stern Alpha Orion ist von den Wolken umgeben deren „Zusammensetzung ähnelt jener der Erdkruste und der Oberflächen der anderen Gesteinsplaneten im Sonnensystem.“ ^[73]. Man vermutet, dass sie aus dem Inneren des Sterns geschleudert wurden. In-

wiefern unterscheidet sich dann die Zusammensetzung dieses Sterns und eines Planeten?

Selbstverständlich ist die Kernspaltung nicht so effizient wie die Kernfusion. Aber vielleicht braucht ein Stern nicht so lange zu leuchten, wie es angenommen wird? Vielleicht existiert das Weltall nicht so ungeheuer viel Zeit wie 13 Milliarde Jahre?

Aufwickeln der Spiralarme und Alter der Galaxien

Die plausibelste Erklärung für die Spiralstruktur unserer Galaxie und vieler anderen Galaxien ist das natürliche Aufwickeln der Spiralarmen (Abb. 36). Gleiche Geschwindigkeit besitzend, laufen die Sterne für gleiche Zeitspanne entsprechend gleichlange Strecken. Allerdings wird der Winkel ihrer Drehung von der Entfernung abhängig. Die Sternen, die sich näher zum Zentrum befinden, werden sich um einen größeren Winkel drehen. Auf diese Weise entsteht von selbst eine Spiralstruktur.

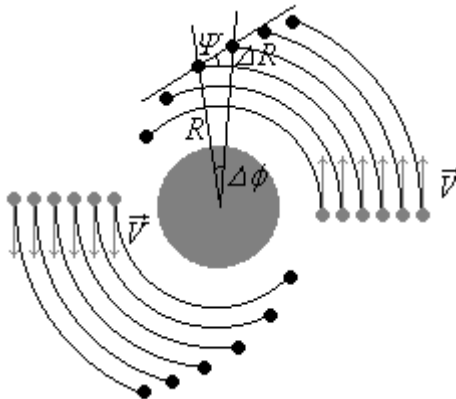


Abb. 36. Entstehung vom Spiralmuster der Galaxien durch Aufwickeln.

Wie lange sich die Galaxie aufgewickelt hatte, kann berechnet

werden, wenn man die Neigung Ψ der Spiralarme kennt. Betrachten wir zwei Sternen, die sich mit der gleichen Geschwindigkeit V bewegen (Abb. 36). Anfangs befinden sie sich ein über dem anderen im Abstand ΔR und unterer Stern in der Entfernung R vom galaktischen Zentrum. Nach einiger Zeit Δt entsteht der Unterschied zwischen den Winkeln ihrer Drehungen:

$$\Delta \phi = \frac{V \cdot \Delta t}{R} - \frac{V \cdot \Delta t}{R + \Delta R} = V \cdot \Delta t \cdot \frac{\Delta R}{R \cdot (R + \Delta R)} \approx V \cdot \Delta t \cdot \frac{\Delta R}{R^2}.$$

Andererseits

$$\operatorname{tg} \Psi = \frac{\Delta R}{R \cdot \Delta \phi}.$$

Das Resultat der ersten Gleichung in die zweite Gleichung eingesetzt, bekommen wir

$$\operatorname{tg} \Psi = \frac{R}{V \cdot \Delta t}.$$

Daher

$$\Delta t = \frac{R}{V \cdot \operatorname{tg} \Psi}.$$

Das Sonnensystem befindet sich im Abstand von ca. 8 kpc vom Zentrum der Milchstrasse, ist 220 km/s schnell, die Neigung des Spiralarmes im Gebiet des Sonnensystems beträgt 12° . Mit diesen Daten bekommen wir die Zeitspanne von 187 Millionen Jahren. Damit sich die Spiralarme unserer Galaxie bis zu heutigem Zustand aufwickelten, reichte also weniger als 200 Millionen Jahre. Dies können wir schätzungsweise auch für das Alter unserer Galaxie halten.

Das beunruhigt allerdings die Wissenschaftler: Ganz offensichtlich, steht diese Größe in direktem Widerspruch mit der allgemein verbreiteten Vorstellung des Alters des Universums von über 13 Mil-

liarden Jahren und der Galaxien um etwa eine Milliarde Jahre weniger. Man versucht also das Problem mit allen theoretischen Mitteln umzugehen.

Die gängige Theorie ist die Dichtewellentheorie. Man tippt auf mögliche Existenz der Dichtewellen in den Urwolken. Doch die Bildung schon der ersten Sterne würde die Dichte der Dichtewellen verringern und sie wären schnell erstickt. In darauf folgender Zeit passierte ganz normales Aufwickeln der bereits gebildeten Spiralarmen. Auf diese Weise verkürzte sich sogar die Dauer vom Aufwickelungsprozess durch vorgegebenes Spiralmuster.

Es ist seltsam, aber die Aufnahmen von weit entfernten Galaxien sind oft sehr gut. Üblicherweise wird es durch die Ausdehnung des Universums erklärt:

"Der Grund... liegt darin, dass das Licht, das uns von fernen Objekten erreicht, zu einem Zeitpunkt abgestrahlt wurde, als das Universum kleiner war. Diese Objekte waren uns also zu diesem Zeitpunkt also näher und erscheinen damit größer, obwohl sie heute weiter entfernt sind." ^[74]

Nun, wenn wir für eine Sekunde von der Rotverschiebung vergessen und die Entfernung nach der Größe der Galaxien beurteilen, dann dürfen sie alle relativ nicht weit von uns entfernt sein – vielleicht nur eine Milliarde Lichtjahre, also, keine 10 Milliarden und mehr, wie es behauptet wird. Das würde auch erklären, warum "alte" Galaxien im "jungen Universum" zu finden sind (Abb. 37) – weil sie sich in Wirklichkeit in nächster Nähe befinden.

Selbstverständlich, bleibt die Frage offen: Wodurch soll die Rotverschiebung dann erklärt werden?

Die Rotverschiebung der entfernten Galaxien wird üblicherweise durch den Doppler-Effekt gedeutet, was automatisch zur Schluss

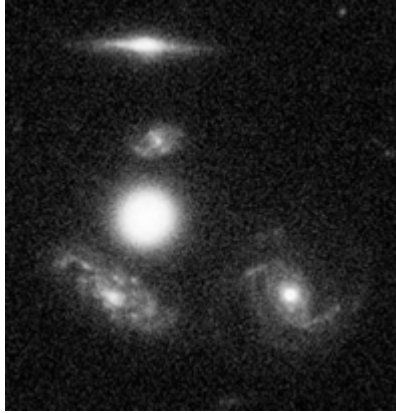


Abb. 37. Angeblich brauchte das Licht von diesen Galaxien
ca. 11 Milliarden Jahre, um uns zu erreichen ^[75].

folgerung führt, dass die Galaxien von einander weg fliegen – das Weltall dehnt sich aus. Eine Extrapolation in die Vergangenheit sollte den Zeitpunkt des Urknalls zeigen. Aber die Wissenschaftler laufen in die Falle. Es geht wiederum um die entferntesten Galaxien. Zwar werden ständig neue entdeckt, die immer größere Rotverschiebung aufweisen. Auf diese Weise rücken sie immer näher an den Urknall heran. So wird allmählich knapp mit der Zeit, die nötig wäre, die fertigen Galaxien entstehen zu lassen.

Die Rotverschiebung kann aber nicht nur durch den Doppler-Effekt sondern genauso gleichwertig durch die Wirkung der Gravitation erklärt werden. Auch kann die Streuung an Gasmolekülen und Staubkörnchen dazu beibringen, dass die Lichtstrahlen rot verschoben werden – bekanntlich erscheint die Sonne während der Aufgang und Untergang rot. Außerdem hat das Zentrum der Galaxien üblicherweise gelblichere Farbe als der Rest. Man vermutet ältere Sterne dort, aber dies kann durchaus angesprochene Rotverschiebung sein, die schon innerhalb der Galaxien zu beobachten ist: Das Licht vom Zentrum der Galaxien muss doch größe-

res Gravitationspotential und dickere Staub- und Gas-Schicht überwinden als das Licht von den Sternen am Rande der Galaxien.

Ein anderes Verfahren, das Alter des Universums zu bestimmen, besteht in der Messung der Entfernung bis zu entferntesten Galaxien. Gestützt auf Konstanz der Lichtgeschwindigkeit kann man berechnen, wie lange das Licht unterwegs war, und eine zeitliche Grenze bestimmen, über der das Alter dieses Objektes liegen muss.

Das Problem ist aber, dass die absolute Messung der Entfernung mit der geometrischen Parallaxe nur auf mehrere hundert Lichtjahre begrenzt ist. Mit der indirekten Methoden, z.B. mit Hilfe von sogenannten Standardkerzen, kann diese Grenze um mehrere Großordnungen erweitert werden, aber je größer sind die Entfernungen, desto unsichere ist die Methode. Außerdem wird vorausgesetzt, dass die Standardkerzen, z.B. Supernovae, überall gleich leuchten. Inwiefern das stimmen könnte, kann man wegen der großen Entfernungen nicht wirklich überprüfen.

Die Anhänger der Urknalltheorie prallen besonders mit der Hintergrundstrahlung, die die Reststrahlung des Urknalls darstellen sollte. Angeblich entspricht deren Temperatur von 2.75°K genau den theoretischen Berechnungen. Diese Berechnungen dürfen aber ziemlich willkürlich sein. Normalerweise passiert eine Abkühlung von Anfangstemperatur zur Endtemperatur nach dem Exponentialgesetz. Die Endtemperatur ist gemessen – 2.75°K – aber wir kennen weder die Anfangstemperatur noch die Geschwindigkeit der Abkühlung, um die Zeitspanne von 13 Milliarden Jahren tatsächlich zu überprüfen. Die Theoretiker haben also einen breiten Spielraum. Deshalb streng genommen ist die Hintergrundstrahlung gar kein Beweis für das große Alter des Universums.

Außerdem gibt es noch Röntgenhintergrund und Infrarothinter-

grund, für deren Quellen kein Urknall sondern die Galaxien gehalten werden. Warum soll dies ausgerechnet beim Mikrowellenhintergrund anders sein? Ja, und man muss bedenken, dass sich die Struktur der Temperaturschwankungen in der kosmischen Hintergrundstrahlung der Verteilung des Wasserstoffs in der Milchstraße ähnelt: "Bei diesem Vergleich bin ich auf hunderte von Fällen gestoßen, bei denen die Strukturen der Hintergrundstrahlung und die Verteilung des Wasserstoffs sich auffällig ähneln", berichtete 2007 Gerrit Verschuur ^[75]. Das bedeutet unter anderen, dass die Temperaturschwankungen keinen wirklichen tiefen Sinn haben können und weder über flaches Universum noch über normale Materie noch über Dunkle Materie noch über Dunkle Energie aussagen. Jede Deutung gleicht somit eher dem Erraten die Teeblätter.

Es ist schon eine Weile her (1997), als in Darmstadt ein Experiment durchgeführt wurde ^[76], das die radioaktive Methode der Altersbestimmung, die bis dahin als absolut richtig galt, in Frage stellte. Heute will sich wohl keiner daran erinnern – wenn man die Folgen bedenkt, können auf einmal alle kosmologischen Modelle fallen. Doch wir dürfen das außergewöhnliche Resultat dieses Experimentes nicht vergessen.

Um die Zeit vor der Entstehung der Erde und somit das Alter des ganzen Universums genauer abzuschätzen, versuchen die Wissenschaftler auch die radioaktive Datierung anzuwenden, doch nicht ohne seriöse Schwierigkeiten. Und als man dachte, dass der Durchbruch endlich gelungen war, wurde ein Experiment in Darmstadt durchgeführt, das im Prinzip die Gültigkeit der absoluten Datierung mit Hilfe vom radioaktiven Zerfall verletzte.

Unter anderen wird der Zerfall von Rhenium-187 in Osmium-187 durch Beta-Zerfall als universelle kosmische Uhr verwendet. Doch die dazugehörige Halbwertszeit von 42 Milliarden Jahren gilt, solange es um die neutralen Rhenium-Atome handelt. Während der

Entwicklung der Sterne könnten die Rhenium-Atome teilweise oder vollständig ionisiert werden, was theoretisch den Zerfallprozess beschleunigen könnte.

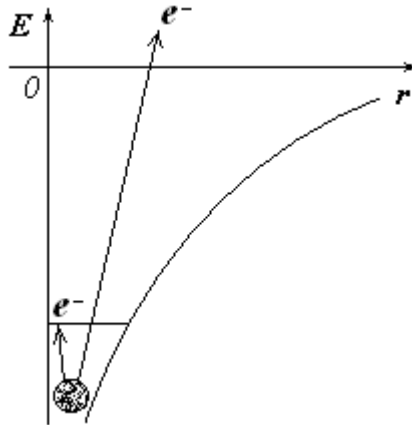


Abb. 38. Beschleunigung vom Beta-Zerfall.

Der Grund dafür ist einfach: Für das negativ geladenen Beta-Teilchen (d.h. Elektron) wäre leichter den Kern zu verlassen, wenn es nicht brauchte, das Anziehungsgebiet des positiv geladenen Kerns vollständig zu überwinden, sondern nur bis zur erst besten freien Elektronenhülle zu schaffen (Abb. 38).

Das Resultat des Experimentes in Darmstadt brachte verblüffendes Resultat – Halbwertszeit von Rhenium-187 fiel bei vollständiger Ionisation bis auf 33 Jahre ab, also mehr als in eine Milliarde Mal!

Und Alpha-Zerfall hat auch eigene „schwache Stelle“: Je höher ist die Energie der Alpha-Teilchen, desto schmaler und niedriger ist die Potentialbarriere, die zu überwinden gilt (nächste Abbildung).

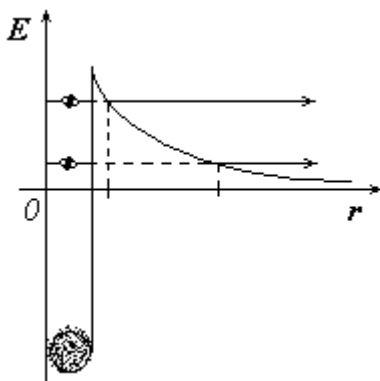


Abb. 39. Verkürzung der Halbwertszeit beim Alpha-Zerfall.

Nach Geiger-Nuttall-Gesetz führt die Verdoppelung der Energie des Alpha-Teilchens zur Verkürzung der Zerfallzeit um 24 Größenordnungen (Trillion Trillionen)!

Mit Hilfe von Uran-Blei-Datierung wird das Alter der Erde auf etwa 4.6 Milliarden Jahre bestimmt. Diese Größe bildet die Basis. Alle kosmologische Modelle fügen lediglich zusätzliche Milliarde Jahre hinzu. Aber bedenken wir, dass noch während der Synthese von den Uran-Atomen oder gleich danach die meisten Kerne wegen ihres erregten Zustandes, d.h. als Folge höherer Energie der Alpha-Teilchen zerfallen könnten. Darüber hinaus gibt es also keine hundertprozentige Sicherheit, dass die Resultate des radioaktiven Verfahrens für die Altersbestimmung wirklich stimmen.

Darüber hinaus können Erde und Weltall durchaus viel junger – jedenfalls nicht älter – sein, und es handelt sich nicht nur um kleine Korrekturen, sondern können dies auch die Großordnungen sein.

Literatur

- [1] Annalen der Physik 17, S. 132- 148 (1905). Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt; von A. Einstein. <http://www.zbp.univie.ac.at/dokumente/einstein1.pdf>
- [2] H. D. Zeh. Wie groß ist ein Photon? Universität Heidelberg. <http://www.rzuser.uni-heidelberg.de/~as3/Photon.pdf>
- [3] The Nobel Prize in Physics 1921, Albert Einstein. http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1921/
- [4] Phillips. High vacuum PHOTOCELL 90AV. <http://tubedata.itchurch.org/sheets/030/9/90AV.pdf>
- [5] Auf der Suche nach Schrödingers Katze. John Gribbin. 8. Auflage, Piper Verlag GmbH, München, 2010.
- [6] Optik: Lichtstrahlen, Wellen, Photonen. Wolfgang Zinth, Ursula Zinth. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2005.
- [7] Physics for the IB Diploma (Full Color). K. A. Tsocos. Cambridge University Press, 2010.
- [8] Prof. Dr. Rudolf Gross. Quantenoptik. Walther-Meißner-Institut. http://www.wmi.badw.de/teaching/Lecturenotes/Physik3/Gross_Physik_III_Kap_10.pdf
- [9] Willy Wien. Ueber die Energievertheilung im Emissionsspectrum eines schwarzen Körpers. Annalen der Physik, 1896, Band 294, Heft 8. http://zs.thulb.uni-jena.de/receive/jportal_jparticle_00123838
- [10] Rensselaer Polytechnic Institute, 1927. Electron and x-ray diffraction. <http://www.rpi.edu/~schubert/Educational-resources/1927%20Electron%20and%20x-ray%20diffraction.jpg>

[11] Originalarbeit von Jönsson.

http://www.leifiphysik.de/web_ph12/originalarbeiten/joensson/joensson.htm

[12] Dieter Hoffmann. Schwarze Körper im Labor.

<http://agnes.dida.physik.uni-essen.de/~backhaus/Quanten/Literatur/100aQuantentheorie/Hoffmann.pdf>

[13] Über das Gesetz der Energieverteilung im Normalspectrum; von Max Planck. Ann. Phys. 4, 1901.

http://www.physik.uni-augsburg.de/annalen/history/historic-papers/1901_309_553-563.pdf

[14] „Kulturgeschichte der Physik: Von den Anfängen bis heute“ von Karoly Simonyi. Verlag Harri Deutsch, 2001.

[15] The Nobel Prize in Physics 1918, Max Planck.

http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1918/

[16] Robert J. Trümpler. Die Ablenkung des Lichtes im Schwerefeld der Sonne. Zeitschrift für Astrophysik, Vol. 4, p.208, 1932

<http://adsabs.harvard.edu/abs/1932ZA.....4..208T>

[17] Schmeidler, F. Interpretation of solar-limb light-deflection

measurements. Astronomische Nachrichten (ISSN 0004-6337), vol. 306, no. 2, 1985, p. 77-80. In German.

<http://adsabs.harvard.edu/full/1985AN....306...77S>

[18] Ueber die Ablenkung eines Lichtstrals von seiner geradlinigen Bewegung, durch die Attraktion eines Weltkörpers, an welchem er nahe vorbei geht. Von Hr. Joh. Soldner. Berlin, im März 1801.

http://de.wikisource.org/wiki/Ueber_die_Ablenkung_eines_Lichtstrals_von_seiner_geradlinigen_Bewegung

[19] Norbert Dragon. Geometrie der Relativitätstheorie: Ablenkung von Licht und schnellen Teilchen.

<http://theory.gsi.de/~vanhees/faq/relativity/node74.html>

[20] Märkische Allgemeine.Verschmelzende Neutronensterne: AEI-Forscher stellen Modell vor.

<http://www.maerkischeallgemeine.de/cms/beitrag/11985474/60709/AEI-Forscher-stellen-Modell-vor-Verschmelzende-Neutronensterne-WISSENSCHAFT.html>

[21] [Michailov] A. A. Михайлов. НАБЛЮДЕНИЕ ЭФФЕКТА ЭЙНШТЕЙНА ВО ВРЕМЯ СОЛНЕЧНЫХ ЗАТМЕНИЙ. УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК 7. LIX, вып. 1, 1956 г. Май

http://ufn.ru/ufn56/ufn56_5/Russian/r565d.pdf

[22] Einstein-Online. Lichtablenkung durch Gravitation.

<http://www.einstein-online.info/vertiefung/Lichtablenkung>

[23] Welt der Wunder. Einstein hatte Recht: Krümmung der Raumzeit endlich bewiesen. <http://weltderwunder.de.msn.com/technik-und-weltraum-article.aspx?cp-documentid=157314630>

[24] Deutschlandfunk. Einstein ohne Ende - Sonde stellt Einsteins Gravitationstheorie auf die Probe .

<http://www.dradio.de/dlf/sendungen/forschak/616029/>

[25] ScienceNews. Gravity Probe B finally pays off .

http://www.sciencenews.org/view/generic/id/73870/title/Gravity_Probe_B_finally_pays_off_

[26] Norbert Dragon. Geometrie der Relativitätstheorie: Effektives Gravitationspotential.

<http://theory.gsi.de/~vanhees/faq/relativity/node71.html>

[27] Prof. Schnizer. Die relativistische Keplerbewegung.

http://itp.tugraz.at/LV/schnizer/Analytische_Mechanik/node11.html#SECTION00011820000000000000

[28] Mathematische Principien der Naturlehre (1872) von Isaac Newton, übersetzt von Jakob Philipp Wolfers

http://de.wikisource.org/wiki/Mathematische_Principien_der_Naturlehre/Gesetze

- [29] Ingo Tessmann. Einsteins Entwicklung vom Positivisten zum Klassiker. Technische Universität Hamburg-Harburg.
http://www.tu-harburg.de/rzt/rzt/it/Einstein_Mann/node6.html
- [30] Thomas Weis. Die Beschleunigte Ladung. Universität Dortmund.
http://athene.delta.uni-dortmund.de/~weis/dateien/Vortrag/Vortrag_Theorie_Synchrotronstrahlung.PDF
- [31] Larmor's formula. The University of Warwick.
<http://pulsar.sternwarte.uni-erlangen.de/wilms/teach/astrospace/spacechap5.pdf>
- [32] Wikipedia. Liénard-Wiechert-Potential
<http://de.wikipedia.org/wiki/Li%C3%A9nard-Wiechert-Potential>
- [33] Robert B. Laughlin. Abschied von der Weltformel: Die Neuerfindung der Physik. Piper Verlag, München 2007.
- [34] Wikipedia. Radio waves.
http://en.wikipedia.org/wiki/Radio_waves
- [35] Walter Fendt. Messungen zur Zeitdilatation mit Atomuhren.
http://www.walter-fendt.de/zd/zd_hk.htm
- [36] Ein astronomischer Beweis für die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit. Von W. de Sitter. Physik. Zeitschr. 14, 429, (1913)
<http://www.datasync.com/~rsfl/desit-1g.htm>
- [37] Paul Gerber, Die räumliche und zeitliche Ausbreitung der Gravitation. Zeitschrift für Mathematik und Physik. 43, 1898, S. 93–104
http://de.wikisource.org/wiki/Die_r%C3%A4umliche_und_zeitliche_Ausbreitung_der_Gravitation
- [38] Roseveare, N. T: Mercury's perihelion from Leverrier to Einstein. Oxford: University Press 1982.

[39] Oppenheim, S.: Zur Frage nach der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation. In: Annalen der Physik. 53, 1917, S. 163–168.
<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k15355g/fl68.chemindefer>

[40] E. Gehreke. Zur Kritik und Geschichte der neueren Gravitationstheorien. Annalen der Physik Volume 356, Issue 17, pages 119–124, 1916

[41] Einstein, A.: Meine Antwort - Über die anti-relativitätstheoretische G.m b.H. In: Berliner Tageblatt. 402, 1920.

[42] [27] Albert Einstein. Zur Elektrodynamik bewegter Körper, Annalen der Physik, IV. Folge. 17. Seite 891-921. Juni 1905.
http://users.physik.fu-berlin.de/%7Ekleinert/files/1905_17_891-921.pdf

[43] Richard Moody Jr. Einstein: Plagiarist Of The Century!
<http://northerntruthseeker.blogspot.com/2010/07/einstein-plagiarist-of-century.html>

[44] Zeit Online. Uni Heidelberg wehrt sich gegen Koch-Mehrin.
<http://www.zeit.de/news-072011/18/ipte-bdt-20110718-385-31491058xml>

[45] Berliner Zeitung. Bund fördert Einstein-Jahr mit zehn Millionen.
<https://www.berlinonline.de/berliner-zeitung/archiv/.bin/dump.fcgi/2004/0615/wissenschaft/0063/index.html>

[46] Ergebnisse der Potsdamer Expedition zur Beobachtung der Sonnenfinsternis von 1929, Mai 9, in Takengon (Nordsumatra). 5. Mitteilung. Über die Ablenkung des Lichtes im Schwerefeld der Sonne. (Eingegangen am 25. Juli 1931) von Freundlich, E., Klüber, H. V., & Brunn, A. V. Zeitschrift für Astrophysik, Vol. 3, p.171
<http://adsabs.harvard.edu/full/1931ZA.....3..171F>

[47] Sonnenfinsternisaufnahmen 1919, 1922, 1929 und jährliche Refraktion. Von Courvoisier, L. Astronomische Nachrichten, volume 244, p.279
<http://articles.adsabs.harvard.edu/full/1932AN....244..279C/0000153.000.html>

- [48] Astroteilchenphysik · Prof. Dr. Karl - Heinz Kampert. Gravitationslinse.
<http://astro.uni-wuppertal.de/~kampert/Kosmologie-Bilder/Gravitationslinse.jpg>
- [49] Pro-Physik. Gravitationslinse erlaubt Blick auf frühe Galaxienevolution.
<http://www.pro-physik.de/Phy/leadArticle.do?laid=11084>
- [50] Hubble Site. Aber in nächster Nähe werden solche Strukturen für Ring-Galaxien gehalten Einstein Ring Gravitational Lens (SDSS J162746.44-005357.5).
<http://hubblesite.org/gallery/album/pr2005032g/>
- [51] Ringgalaxie. Bild: Hubble Teleskop, NASA; R.Luca (STScI, AURA).
<http://www.astronomy2009.de/medien-material/bildergalerie/astronomische-bilder/sterne-nebel-galaxien/ringgalaxie/view>
- [52] Wikipedia. Einsteinkreuz.
<http://de.wikipedia.org/wiki/Einsteinkreuz>
- [53] Scinexx. Kosmisches Einsteinkreuz unter der Gravitations-Lupe.
<http://www.g-o.de/wissen-aktuell-9262-2008-12-16.html>
- [54] Scinexx. Erster doppelter Einsteinring entdeckt.
<http://www.g-o.de/wissen-aktuell-bild-7659-2008-01-15-7665.html>
- [55] H. Heintzmann. Einstein-Ring.
http://hera.ph1.uni-koeln.de/~heintzma/SNR/b2/Einstein_ring.gif
- [56] Talk Like a Physicists. Colliding Galaxies.
<http://talklikeaphysicist.com/wp-content/uploads/2008/04/colliding-galaxies-1.jpg>
- [57] ESA. Gravitationslinseneffekt.
http://sci.esa.int/science-e-media/img/12/B_LensingDiagram_DiagramOnly_screen.jpg

[58] Rubin, Vera C. and W. Kent Ford, Jr., "Rotation of the Andromeda Nebula from a Spectroscopic Survey of Emission Regions.", *Astrophysical Journal*, vol. 159, p.379 <http://adsabs.harvard.edu/abs/1970ApJ...159..379R>

[59] Ralf Klessen, Diplomarbeit, "Über die Natur der Dicken Scheibe unserer Milchstraße." <http://www.ita.uni-heidelberg.de/research/klessen/people/klessen/publications/Diplomarbeit/>

[60] Institut für Astronomie und Astrophysik der Universität München, "Rotationskurven von Spiralgalaxien." <http://www.usm.uni-muenchen.de/people/saglia/dm/galaxien/alldt/node42.html>

[61] Dept. Physics, Meisei University, & IoA, University of Tokyo, Rotation Curves and Mass Distribution in spiral galaxies. <http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/~sofue/h-rot.htm>

[62] The Messier Catalog, Pics, Milky Way. <http://seds.lpl.arizona.edu/messier/Pics/Jpg/mwbarsun.jpg>

[63] Institute of Astronomy University of Tokyo, Rotation Curves of galaxies, Milky Way. <http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/~sofue/rotation/fig2/00mw.gif>

[64] ASTRONOMY NOW. Herschel dusts off hidden cosmic origin. <http://www.astronomynow.com/news/n1107/08herchel/>

[65] European Southern Observatory, Supernova 1994D in the galaxy NGC 4526. <http://www.eso.org/public/images/ann11014a/>

[66] Der Kuipergürtel und die Oortwolke. <http://www.neunplaneten.de/nineplanets/kboc.html>

[67] Universität Bonn, Studie weckt massive Zweifel an Existenz Dunkler Materie. <http://www3.uni-bonn.de/Pressemitteilungen/158-2010>

[68] Spektrum Direkt, Milchstraße besitzt womöglich Scheibe aus Dunkler Materie.

http://www.wissenschaft-online.de/artikel/967743&_z=859070

[69] «Universum»: Exoplaneten + Asteroiden = Dunkle Materie?

<http://universum.mediaquell.com/2010/01/29/universum-exoplaneten-und-asteroiden-gleich-dunkle-materie-8392/>

[70] Zeit Online, Einsame Vagabunden in der Milchstraße.

<http://www.zeit.de/wissen/2011-05/planeten-heimatstern>

[71] Cecilia Scorza de Appl, "Astronomie in luftigen Höhen", Sterne und Weltraum, Juli 2008. <http://www.astronomie-heute.de/artikel/956692>

[72] Spiegel Online. Dunkle Riesen: Forscher finden Sterne auf Zimmertemperatur.

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/0,1518,782108,00.html>

[73] Scinexx. Beteigeuze: Riesenstern schleuderte Silikate aus.

<http://www.g-o.de/wissen-aktuell-13631-2011-06-29.html>

[74] Kosmologie-Schnellkurs, Lichtstrahlen und Scheinriesen.

<http://kosmologie.fuer-eilige.de/entfernung.htm>

[75] European Southern Observatory, Old Galaxies in the Young Universe.

<http://www.eso.org/public/news/eso0422/>

[76] Astronews, Streit um kosmische Hintergrundstrahlung.

<http://www.astronews.com/news/artikel/2007/11/0711-039.shtml>

[77] GSI Helmholtzzentrum, "Hubble, Dark Matter and Rhenium-187 or:

How Old is the Universe?" <http://www.gsi.de/documents/DOC-2003-Jun-21-4.pdf>, <http://www.radiochemie.de/Rhenium-187.pdf>

