

# Relativistische Ablenkung von Licht nahe der Sonne unter Verwendung der Funksignale und des sichtbaren Lichtes

P. Marmet und C. Couture,

Fachbereich Physik, Universität von Ottawa, Ottawa, an. Kanada, K1N 6N5

<><><><><><><><><><><><><><><><><><>

Übersetzung Mathias Hüfner

## Zusammenfassung

Dieses Papier berichtet über eine ausführliche Analyse der Vorhersage der allgemeinen Relativitätstheorie, die behauptet, dass Licht durch die Schwerkraft der Sonne abgelenkt werden sollte. Die experimentellen Daten, die zu dieser Vorhersage dazugehören, werden analysiert. Die Verwendung des direkten experimentellen Tests für die Ablenkung des sichtbaren Lichtes während der Sonnenfinsternisse durch die indirekte Messung der Verzögerung der Funksignale, die zwischen einer Raumsonde oder von den galaktischen Extrapunkten und von der Erde reisen, wird untersucht.

Drei verschiedene Ursachen der Verzögerung der Lichtübertragung nahe der Sonne werden überprüft. Das sind die relativistische Verzögerung, die Verzögerung, die durch das Plasma verursacht wird, das die Sonne umgibt oder aus einem geometrischen Grund. Die Verzögerung, die die allgemeine Relativitätstheorie vorausgesagt, ist mit einer verringerten Lichtgeschwindigkeit im Vakuum, im Gravitationspotential der Sonne gleichwertig. Da der Wert von  $c$  auf der Erde definiert wird, führt das innerhalb des Gravitationspotentials der Sonne zu einem doppelten Wert für die Lichtgeschwindigkeit auf der Erde. Außerdem sagt Einsteins allgemeine Relativitätstheorie voraus, dass Photonen sich verlangsamen, wenn sie sich der Sonne nähern, weil ihre Geschwindigkeit bis null verringert werden muss, wenn sie die Oberfläche eines schwarzen Lochs erreichen.

Dieses Papier zeigt, dass alle Experimente, welche die Ablenkung von Licht und Radiowellen durch die Sonne behaupten, sehr großen systematischen Fehlern unterworfen sind, die die Ergebnisse in hohem Grade unzuverlässig machen und nichts beweisen. Es erschien bereits ein [vorhergehendes einleitendes Papier zu dem Thema einer Analyse der Experimente unter Verwendung von sichtbarem Lichtes](#). Außerdem kommt zu der internen Inkohärenz der allgemeinen Relativitätstheorie, die zu zwei verschiedenen Lichtgeschwindigkeiten auf der Erde führt, noch die Schwäche dieser Tests hinzu. Nach jenen Schwierigkeiten und da es auch demonstriert worden ist, dass die Ablenkung des Lichtes durch ein Gravitationspotential nicht mit dem Prinzip von Masse-Energie-Erhaltung kompatibel ist, zeigen wir, dass niemand ernsthaft behaupten kann, dass Licht wirklich von der Sonne abgelenkt würde.

---

## 1 - Einleitung.

Entsprechend der allgemeinen Relativitätstheorie(1)(Seite 179), sollte Licht, das von einer Quelle weit weg von der Sonne ausgestrahlt wird und die Sonne in der Nähe passiert, um einen Winkel  $\delta$  abgelenkt werden:

$$\delta = \frac{4GM_S}{c^2 b} \quad 1$$

wo  $G$  die Fallbeschleunigung ist,  $M_S$  die Sonnenmasse ist,  $c$  die Lichtgeschwindigkeit ist und  $b$  ist der Mindestabstand zwischen der Flugbahn und der Mitte der Sonne. Wenn der Radius der Sonne  $R_S$  ist,

haben wir:

$$\delta = 1.75'' \frac{R_S}{b} \quad 2$$

Die grundlegenden physikalischen Prinzipien, die in diese Ablenkung des Lichtes mit einbezogen werden, sind in einem [neuen Buch](#) unter Verwendung Newtons Physik nochmals geprüft worden. Es wurde gefunden, dass solch eine Ablenkung nicht mit dem Prinzip der Masse-Energie-Erhaltung kompatibel ist.

Eine andere Ursache der Ablenkung liegt an der Korona, die die Sonne umgibt. Dieses Plasma bewirkt eine Ablenkung, aber das hat nichts mit Relativitätstheorie zu tun. Die Ablenkung wegen dieses Plasmas wird in Anhang I berechnet. Um die Ablenkung wegen der allgemeinen Relativitätstheorie zu überprüfen, wurden einige astronomische Expeditionen organisiert. Experimentatoren maßen die Ablenkung von Sternenbildern, die sich während der Sonnenfinsternisse in einem kleinen Winkelabstand von der Sonne befanden. Jedoch ist die Ablenkung so klein, dass während der Tageszeit, wenn eine Sonnenfinsternis auftreten muss, wegen der atmosphärischen Turbulenz überhaupt keine Beobachtung erfolgreich zeigen könnte, dass eine Ablenkung existiert (siehe Anhang II). Mehr als achtzig Jahre sind seit Einsteins Vorhersagen verstrichen und keine direkte Messung der Gravitationsablenkung des Lichtes durch die Sonne hat die Theorie auf eine überzeugende Art bestätigt. Die direkte Messung der Ablenkung des sichtbaren Lichtes scheint fast eingestellt. In den Sechzigern schlugen Physiker ein neues Experiment vor, das die Verzögerung eines Funksignals maß, das die Sonne in geringem Abstand passierte. Wir wollen diesen neuen Test studieren.

## 2 - Das Relativitäts-Experiment der Viking-Sonde.

Es wird jetzt behauptet, dass die Ablenkung der elektromagnetischen Strahlung durch die Schwerkraft der Sonne wirklich existiere, wegen eines Experimentes unter Verwendung der Radarsignale, die das Relativitäts-Experiment der Viking-Sonde genannt werden(2). (Andere weniger genaue Experimente bezogen auch Venus und Merkur mit ein(3)). In jenen Experimenten maßen Physiker nicht die Ablenkung des Lichtes (oder eines Funksignals) durch die Sonne. Alles, was sie maßen, war die Zeit, die ein Funksignal zwischen der Erde und einem anderen Planeten zurücklegt, wenn es die Sonnenoberfläche steift. Diese beobachtete Zeit wurde dann mit der Zeit verglichen, die das Licht in Abwesenheit eines Gravitationspotentials in einer Geraden gleichen Abstands mit der Geschwindigkeit  $c$  zurück legt. Eine Verzögerung wurde zwischen jenen zwei Zeiten mitgeteilt.

Es ist anerkannt, dass, wenn Funksignale durch das Plasma um die Sonne reisen, eine Verzögerung verursacht wird. Dieser Beitrag zur verringerten Lichtgeschwindigkeit wurde dementsprechend berücksichtigt und subtrahiert (siehe Anhang I). Im Falle des Viking-Relativitäts-Experimentes war dieser Beitrag messbar, weil zwei verschiedene Frequenzen verwendet wurden und die Verzögerung im Plasma frequenzabhängig ist.

Die allgemeine Relativitätstheorie sagt voraus, dass das solare Gravitationspotential auch eine Verzögerung in der Übertragung des Funksignals verursachen muss. Das gleiche relativistische Phänomen, das die vorausgesagte Ablenkung von  $1,75''$  bewirkt, ist auch für die Verlangsamung (verglichen mit der absoluten Lichtgeschwindigkeit  $c$ ) der Strahlung zwischen Mars und der Erde verantwortlich. Jedoch wurde keine direkte Ablenkung im Relativitäts-Experiment der Viking-Sonde gemessen.

Wir wollen die Verzögerung  $\Delta t$  als vorausgesagt durch allgemeine Relativitätstheorie im Falle einer Rundfahrt zwischen der Erde und dem Mars, beziehungsweise in Abständen  $r_1$  und  $r_2$  von der Sonne betrachten. Unter Verwendung Einsteins Theorie und der Schwarzschild-Metrik, ist die Verzögerung (1) für ein Funksignal, das eine Rückreise von der Erde zum Mars macht:

$$\Delta t \approx m \left( \ln \frac{4r_1 r_2}{R_S^2} + 1 \right) \quad 3$$

wo  $r_1, r_2 \gg R_S$  ist und

$$m \approx \frac{4GM_S}{c^2} \quad 4$$

Unter Verwendung von Gleichung 3, gibt Straumann (1) eine vorausgesagte Verzögerung von:  
 $\Delta t \approx 250 \mu\text{s}$  or 72 km. 5

Beachten Sie, dass  $\Delta t$  hier ein Abstand ist, der über  $c$  in Zeit konvertiert ist. Die Gleichungen 3 und 5 sagen voraus, dass ein Funksignal, welches von der Erde ausgestrahlt wird, die Sonne streift, den Mars erreicht und sofort in Richtung zu uns zurück übertragen wird, entsprechend der allgemeinen Relativitätstheorie, eine Zeit benötigt, die um  $250 \mu\text{s}$  länger ist, als die Zeit, die unter Verwendung der Lichtgeschwindigkeit  $c$  berechnet wird (im null Gravitationspotential).

### 3 – Physikalische Ursachen für die Verzögerung.

Wir wollen drei Ursachen studieren, die für die Verzögerung der Strahlungsübertragung zwischen der Erde und dem Mars verantwortlich sein könnten:

- a) eine Zunahme des geometrischen Abstandes zwischen den Endpunkten einer verbogenen Lichtbahn;
- b) die allgemeine Relativitätstheorie;
- c) die Interaktion mit dem Plasma um die Sonne.

#### 3 - A) Verzögerung passend zum geometrischen Verbiegen des Lichtes.

Wir haben oben gesehen, dass die allgemeine Relativitätstheorie voraussagt, dass das Licht, das nahe dem Sonnenrand passiert, durch einen Winkel von  $1,75''$  abgelenkt wird. Die gleiche Theorie sagt voraus, dass wegen des gleichen Gravitationspotentials, die Strahlung eine längere Zeit benötigt den Abstand zwischen der Erde und dem Mars zurück zu legen. Abbildung 1 veranschaulicht, wie Licht abgelenkt wird, wenn man es die Sonne steifen lässt.

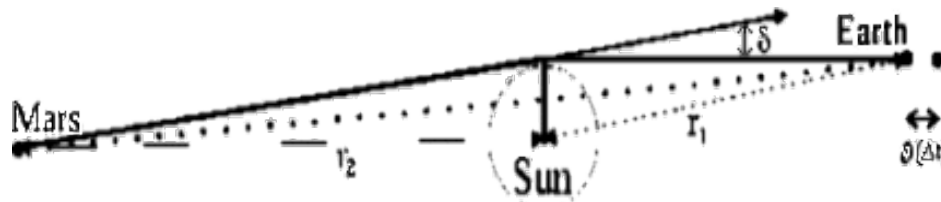


Abbildung 1: Geometrische Verspätung

Man kann auf Abbildung 1 sehen, dass, wenn die Flugbahn des Lichtes keine Gerade (durchgezogene Linie) ist, es eine längere Zeit dauert, zwischen Mars und Erde zu reisen. Die Zunahme der Zeit  $\Delta t_b$  passend nur zur geometrischen Ablenkung des Lichtes mit  $\delta = 1,75''$  wird durch das Verhältnis gegeben:

$$\Delta t_b \approx \frac{r_1}{c} \left( \sec \left[ \frac{r_2 \delta}{r_1 + r_2} \right] - 1 \right) + \frac{r_2}{c} \left( \sec \left[ \frac{r_1 \delta}{r_1 + r_2} \right] - 1 \right) \quad 6$$

Wir finden dieses  $\Delta t_b = 0.010 \mu\text{s}$  oder 3,2 Meter. Die Zunahme der Zeit  $\Delta t_b$  (bezüglich einer Geraden), die das Licht zur Reise von der Erde zum Mars benötigt, die zum geometrischen Verbiegen des Lichtes passt, ist in Bezug auf die Verzögerung ( $125 \mu\text{s}$  oder 36 Kilometer) vorausgesagt durch die Relativitätstheorie extrem klein und geringfügig, wie in Gleichung 5 gegeben. Infolgedessen ist der Winkel, der durch das Licht die Sonne steifend entsteht, total unzulänglich, um die Zunahme des Abstandes (oder der Verzögerung) zu erklären, wie mit der Vorhersage der allgemeiner Relativitätstheorie, gegeben durch Gleichungen 3 und 5 gemacht wird. Diese geometrische Verzögerung,

die durch das Verbiegen verursacht wird, ist nicht die Hauptursache der Verzögerung, die durch die allgemeine Relativitätstheorie vorausgesagt wird. Sie ist einige tausendmal zu klein.

### 3 - B) Die physikalische Bedeutung der relativistischen Gleichung.

Um ein besseres Verständnis der Physik zu erhalten, die durch Gleichung 3 ausgedrückt wird, wollen wir das Problem vereinfachen und die Gleichung auf den Fall von einem einzelnen Durchgang der Strahlung vom Mars zur Erde anwenden, wenn sie die Sonne streift. Die Verspätung  $\Delta t_{E-M}(1)$  ist dann die Hälfte von Gleichung 3:

$$\Delta t_{E-M} = 2 \frac{GM_S}{c^2} \left( \ln \frac{4r_1 r_2}{R_S^2} + 1 \right) \quad 7$$

Wenn wir die Parameter in Gleichung 7 überprüfen, finden wir, dass, für alle realistischen Werte von  $r_1$ ,  $r_2$  und  $R_S$ , das Licht immer verzögert wird. Während der Lichtübertragung zwischen Mars und der Erde, wenn es die Sonne streift, zeigt Gleichung 7 dass es eine Verzögerung von 36 Kilometern gibt. Wir wollen die Verzögerung berechnen, die beobachtet wird von einer Quelle, die weit hinter dem Mars liegt. Wenn diese Strahlenquelle zum Beispiel der Stern Sirius ist, die  $3 \times 10^{13}$  Kilometer entfernt hinter der Sonne liegt und wenn das Licht des Sternes die Sonne streift, zeigt Gleichung 7, dass die Verzögerung 71 Kilometer ist. Das ist viel länger als die Verzögerung für das Licht, das zwischen Mars und der Erde unterwegs ist. Man muss feststellen, dass Licht nicht mit Lichtgeschwindigkeit im Raum zwischen Sirius und Mars reist, da es eine Extraverzögerung von  $71-36 = 35$  Kilometer gibt. Die Mathematik zeigt, dass, entsprechend der allgemeinen Relativitätstheorie(1), die Verspätung in Bezug auf die Lichtgeschwindigkeit unbegrenzt wird, wenn die Lichtquelle unendlich entfernt ist. Folglich zeigt Gleichung 7, dass Licht überall im Raum mit einer Geschwindigkeit übertragen wird, die langsamer als die geltende Definition der Lichtgeschwindigkeit ist, die auf Erde bekannt ist. Das stimmt nicht mit der Definition der Lichtgeschwindigkeit im Vakuum überein, die durch den internationalen astronomischen Verband angenommen wurde(4), der eine absolute Lichtgeschwindigkeit angibt, unabhängig von irgendeinem Parameter. Jedoch erklärt Shapiro (5) folgendes: „*Entsprechend der allgemeinen Relativitätstheorie, hängt die Geschwindigkeit einer Lichtwelle von dem Gravitationspotential entlang ihres Weges ab.*“ Entsprechend Gleichung 7 ist die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum nicht gleich  $c$  auf dem Planet Erde, da sie in das Gravitationspotential eingetaucht ist, das die Geschwindigkeit durch einen Faktor von  $1,97 \times 10^{-8}$  ändert. Wenn die Lichtgeschwindigkeit nicht konstant ist, ist es absolut notwendig, die Definition zu korrigieren und hinzuzufügen an welchem Ort die Lichtgeschwindigkeit gleich  $c$  ist. Entsprechend Bowler(6) geschieht dieses in der Unendlichkeit. Man muss feststellen, dass in Einsteins allgemeiner Relativitätstheorie, die beobachtete Lichtgeschwindigkeit immer langsamer als  $c$  ist, da kein Beobachter unendlich weit weg von allen Gravitationsmassen im Universum sein kann. Dieses Problem wird ausführlich weiter in den Abschnitten 4 und 5 studiert.

### 3 - C) Die Verzögerung wegen des Plasmas um die Sonne.

Es ist allgemein bekannt, dass die Sonne durch ein Plasma umgeben ist und dass sich die Geschwindigkeit der elektromagnetischen Strahlung beim Durchqueren solch eines Mediums verringert. Funksignale sind während des Durchlaufens der Sonnenkorona beobachtet worden und eine entsprechende Verzögerung ist gemessen worden(2). Außerdem ist es allgemein bekannt, dass sich auch die Geschwindigkeit der Übertragung eines Funksignals beim Durchqueren neutraler Gase verlangsamt, selbst wenn dieser Beitrag häufig vernachlässigt wird. Die Tatsache, dass viele Spektrallinien in der Sonnenkorona beobachtet werden, beweist, dass das Plasma nicht völlig ionisiert wird. Da die erzeugte und beobachtete Verzögerung wegen des Plasmas in der Sonnenkorona nicht ihre Ursache in der allgemeinen Relativitätstheorie hat, muss sie einen anderen Ursprung haben. Eine Analyse dieses Phänomens wird in Anhang I dieses Artikels dargestellt.

## 4 - Relativistische Verzögerung auf der Erde und die zwei verschiedenen Werte der Lichtgeschwindigkeit.

Gleichung 7 gibt Einsteins Verzögerung der Übertragung der Strahlung zwischen zwei beliebigen Standorten  $r_1$  und  $r_2$  (siehe Abbildung 1). Wenn Licht die Sonne während seiner Übertragung vom Mars zur Erde streift, zeigt Gleichung 7, dass es während jedes zusätzlichen Kilometers auch verzögert werden muss, nachdem es die Erde erreicht hat. Diese zusätzliche Verzögerung wird durch die Ableitung von Gleichung 7 als Funktion des Abstandes  $r_1$  gegeben:

$$\partial(\Delta t) = 2 \frac{GM_S}{c^2} \frac{1}{r_1} \partial r_1 \quad 8$$

Diese Gleichung zeigt, dass in einem Abstand von  $r_1$  von der Sonne (in der Erdnachbarschaft) die allgemeine Relativitätstheorie voraussagt, dass die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum langsamer als der Wert von  $c$  ist. Diese langsamere Lichtgeschwindigkeit wird auf Abbildung 2 durch  $\partial(\Delta t)$  als Funktion des Abstandes  $r_1$  von der Sonne dargestellt. Da Gleichung 8 keine Funktion von  $R_S$  ist, ist das Inkrement zur Verzögerung, das am endgültigen Standort ( $R_1$ ) vorausgesagt wird, von  $b$ , dem Mindestabstand zwischen der Flugbahn und der Sonne total unabhängig. Infolgedessen ist der Wert von  $R_S$  hier irrelevant und kann immer als klein angenommen werden, um die Bedingung zu erfüllen, dass  $r_1$  und  $r_2$  in Bezug auf  $R_S$  groß sind.

Wir zeigen in Abbildung 2 die langsamere Lichtgeschwindigkeit (relative Verzögerung  $\partial(\Delta t)$  pro Kilometer) in verschiedenen Abständen von der Sonne, wie sie durch die allgemeine Relativitätstheorie (Gleichung 8) vorausgesagt wird.

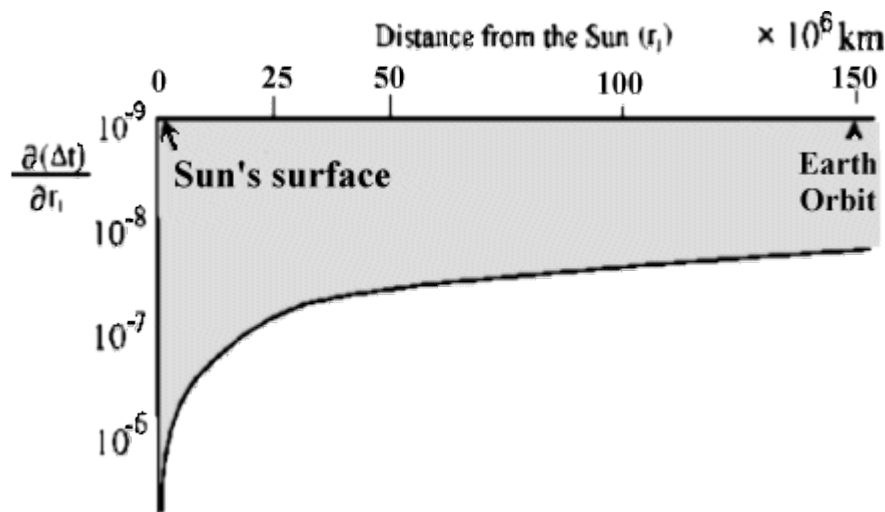


Abbildung 2: Reduzierung der Lichtgeschwindigkeit im Verhältnis zum Abstand von der Sonne.

Der Schattenraum in Abbildung 2 stellt entsprechend der allgemeinen Relativitätstheorie dar, um wie viel sich die Lichtgeschwindigkeit in Bezug auf  $c$  verringert. Diese Verzögerung ist wichtiger in der Nachbarschaft der Sonne ( $c$  wird verringert um  $4,24 \times 10^{-6}$ ), aber Licht wird noch merklich in der Erdnachbarschaft verzögert ( $c$  wird verringert um  $1,97 \times 10^{-8}$ ) und das Phänomen ist nicht geringfügig sogar sehr weit über die Umlaufbahn der Erde hinaus. Zum Beispiel wird das Licht entsprechend Gleichung 3, das zwischen Jupiter und der Erde unterwegs ist, noch erheblich verzögert, sogar wenn Jupiter in Opposition zur Sonne ist, damit Licht nicht in der Nachbarschaft der Sonne passiert. Angenommen dass die Lichtgeschwindigkeit als  $c$  auf Erde definiert wird, bedeutet der neue verringerte Wert (d.h.  $(1-1,97 \times 10^{-8})c$ ), dass es einen zweiten Wert der Lichtgeschwindigkeit auf der Erde gibt.

## 5 – Die Bedeutung der Verzögerung in der Erdnachbarschaft.

Wir haben oben gesehen, dass die allgemeine Relativitätstheorie voraussagt, dass sich Licht beim Ausbreiten in einem Gravitationspotential nicht mit der Lichtgeschwindigkeit  $c$  bewegt. Weil sich die Erde innerhalb des Gravitationspotentials der Sonne befindet, ist die Lichtgeschwindigkeit, die auf der Erde vorausgesagt wird, nicht die selbe wie  $c$ . Entsprechend der Relativitätstheorie sollte die Lichtgeschwindigkeit wegen des Gravitationspotentials der Sonne im Abstand der Erde von der Sonne korrigiert werden.

Bowler (6) (Seite 57) gibt an, dass in der allgemeinen Relativitätstheorie „die lokale Lichtgeschwindigkeit vom lokalen Gravitationspotential abhängen muss“. Da Gleichung 3 voraussagt, dass die Lichtgeschwindigkeit auf der Erde um soviel wie  $1.97 \times 10^{-8}$  verringert wird, muss man unter Verwendung der Erdparameter feststellen, dass die allgemeine Relativitätstheorie zu einer Inkohärenz mit dem Wert der Lichtgeschwindigkeit auf der Erde führt. Die grundlegende Definition erfordert eine absolute Geschwindigkeit  $c$ , während die allgemeine Relativitätstheorie den Gebrauch von einer Geschwindigkeit erfordert, die um einen Faktor von  $1.97 \times 10^{-8}$  auf der Erde verringert ist. Da wir außerdem wissen, dass das Standardmeter auf der Erde als die Anzahl von Wellenlängen einer Spektrallinie des Lichtes bezogen auf die exakte Lichtgeschwindigkeit  $c$  definiert ist, sehen wir, dass es auch eine Inkohärenz zur Länge des Standardmeters gibt. Wir haben jetzt zwei Werte für die Lichtgeschwindigkeit auf der Erde: die Definition von  $c$  und die vorausgesagte mit dem verzögerten Wert. Wie kann Licht wissen, welche Geschwindigkeit zu wählen ist?

Diese Inkohärenz erscheint auch deutlich im Buch von Bowler(6). Auf Seite 58 berechnet er (Gleichung 5.1.5) die Lichtgeschwindigkeit, die für die Erde vorausgesagt wird als Funktion des Abstandes  $r$  von der Sonne unter Verwendung des „Brechungsindex“ des Gravitationsfeldes. Bowler stellt fest: „Für  $r \rightarrow$  unendlich, wollen wir, dass die Lichtgeschwindigkeit  $c$  ist.“ Dieses Resultat ist kompatibel mit einer neuen Definition von  $c$  in der Unendlichkeit und nicht mit der internationalen Definition der Lichtgeschwindigkeit  $c$  auf der Erde. Infolgedessen gibt die Gleichung 5.1.5 von Bowler nicht den korrekten Wert von  $c$  in dem Erdabstand von der Sonne wie es sein sollte. Eine Veränderung von  $1.97 \times 10^{-8}$  in der Lichtgeschwindigkeit ist ein sehr großer Fehler, da Atomuhren als genau innerhalb von ungefähr  $10^{-14}$  bis  $10^{-12}$  betrachtet werden. Man muss feststellen, dass die allgemeine Relativitätstheorie zu einer verhängnisvollen Inkohärenz über die Lichtgeschwindigkeit und die Länge des Standardmeters auf der Erde führt.

Schließlich haben wir gesehen, dass die Verzögerung, die durch die allgemeine Relativitätstheorie vorausgesagt wird, gleichwertig ist mit einer verringerten Lichtgeschwindigkeit im Vakuum, im Gravitationspotential der Sonne. Infolgedessen werden Photonen langsamer, wenn sie sich der Sonne nähern. Tatsächlich kann sich die Geschwindigkeit der Photonen bis null verringern, wenn sie die Oberfläche eines extrem massiven Körpers erreichen. Das ist überraschend, da diese Vorhersage konträr dazu ist, was Partikeln geschieht, die beim Fallen in ein Gravitationspotential beschleunigt werden. Man kann sehen, dass diese Vorhersagen der allgemeiner Relativitätstheorie zu ernststen Schwierigkeiten führen, wenn wir Impuls- und Energieerhaltung betrachten.

## 6 - Konsequenzen des Viking-Relativitäts-Experimentes.

Wie in Abschnitt 2 gesehen, berichten Shapiro et al.(2), über ein Experiment, in dem sie die Rundfahrtzeit des Fluges der Funksignale maßen, die zwischen der Erde und dem Viking-Raumfahrzeug übertragen wurden, um Einsteins allgemeine Relativitätstheorie zu prüfen. Theoretisch unter Verwendung Fermats Prinzips, kann man sehen, dass die Verspätung (verringerte Lichtgeschwindigkeit) mit der Ablenkung des Lichtes durch die Sonne zusammenhängt. Die differentiale Verlangsamung der Lichtgeschwindigkeit als Funktion des Abstandes von der Sonne neigt die Wellenfront und ändert ihre Richtung durch  $\delta = 1,75$ “. Diese differentiale Geschwindigkeit, die durch die allgemeine Relativitätstheorie vorausgesagt wird, produziert eine Ablenkung des Lichtes, gerade während die differentiale Geschwindigkeit in einem Plasma ein Verbiegen erzeugt, wie im Anhang erklärt I (und Zahl 1A). Entsprechend der allgemeiner Relativitätstheorie wird das Funksignal, welches die Oberfläche der Sonne tangiert, um bis zu 72 Kilometer entsprechend  $250 \mu\text{s}$  verzögert. Shapiro(2)et al. behaupten eine Übereinstimmung mit der allgemeinen Relativitätstheorie innerhalb 0,5%. Dies heißt, dass die

Verzögerung mit einer Genauigkeit von 0,36 Kilometer gemessen werden muss.

Das Viking-Relativitäts-Experiment(2) bezieht Korrekturen mit ein, die die Verzögerung wegen des Plasmas berücksichtigen, das aus einer die Sonne umgebenden unregelmäßigen Elektronendichte besteht. Da die behauptete Genauigkeit von 0,36 Kilometer, die das Licht im Rundfahrtabstand zurücklegt, verglichen mit  $\approx 760$  Millionen km extrem klein ist, (das Verhältnis ist gleich  $4.7 \times 10^{-10}$ ), ist es notwendig, *mit einer vergleichbaren Genauigkeit*, alle anderen Fehler-Beiträge in der Verzögerung zu kennen. Die Fehler entstehen hauptsächlich aus zwei Quellen: (1) die Bahnen der Planeten und des Raumfahrzeugs um den Mars und die Positionen der Spurhaltungsstationen auf der Erde und (2) die Sonnenkorona, die die Verzögerung für Signalwege erheblich erhöht, die nahe der Sonne passieren. Wir haben gesehen, dass die Zunahme der Weglänge passend zum geometrischen Verbiegen geringfügig ist (Abschnitt 3a).

Es ist allerdings im Papier von Shapiros(2) Team nicht klar, wie die Elemente der Bahn von Mars und von der Erde mit der behaupteten Genauigkeit von  $4.7 \times 10^{-10}$  zuverlässig erhalten werden können. Wenn die Daten berechnet werden, muss man entscheiden, ob jene Elemente der Bahn entsprechend der allgemeine Relativitätstheorie korrigiert werden müssen. Im Erdabstand von der Sonne sagt die allgemeine Relativitätstheorie voraus, dass Zeit und Längen sich um ungefähr  $10^{-8}$  wegen der Bahngeschwindigkeit der Planeten und des Gravitationspotentials der Sonne ändern. Sind die Daten, die durch Radar genommen wurden, um die Bahnelemente zu bestimmen alle für die verringerte Lichtgeschwindigkeit korrigiert worden? Man kann erwarten, dass die allgemeine Relativitätstheorie berücksichtigt worden ist, da extrem genaue Bahnelemente von Mars und der Erde benötigt werden. Diese unentbehrlichen Informationen fehlen im Papier von Shapiros Teams(2).

Berechnungen zeigen, dass die erwartete relativistische Korrektur, die erforderlich ist, an Newtons Bahnelementen angewendet zu werden, viel größer ist ( $\approx 2 \times 10^{-8}$ ) als der behauptete relative Fehler in den Abständen der Planeten ( $0.36 \div 760$  Millionen  $\approx 5 \times 10^{-10}$ ). Infolgedessen ist die Verzögerung, die von Shapiros Team(2) behauptet wird, notwendigerweise von der relativistischen Korrektur dominant abhängig, die vorher in seiner Berechnung eingeführt wurde. Sie können nicht finden, dass die relativistische Korrektur existiert, wenn sie bereits diese Korrektur in den Bahnelementen, die zu dem Abstand zwischen Mars und der Erde führt, vorgenommen haben. Wenn eine relativistische Korrektur in eine Berechnung eingeführt wird, können wir nicht überrascht sein, in der abschließenden Berechnung, eine Differenz zu finden, eine Verzögerung, die durch diese gleiche relativistische Korrektur verursacht wurde.

Wegen der oben genannten Ungewissheiten in den Bahnelementen der Planeten, ist die berichtete Verzögerung folglich bedeutungslos und beweist keine grundlegende Vereinbarung der allgemeinen Relativitätstheorie. Irgendwie ist die Methode, die von Shapiro et al.(2) angewendet wird, nicht kohärent und verwendet inkohärente (doppelte) Werte für die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum. Deshalb ist es falsch, zu glauben, dass Shapiros Team Experiment prüft, ob die Lichtgeschwindigkeit in der Nachbarschaft der Sonne verringert wird, da diese nicht mit der korrigierten Lichtgeschwindigkeit kompatibel ist, die auf der Erde gemessen wird.

## **7 - Messung der Gravitationsablenkung unter Verwendung der sehr langen Basis-Interferometrie.**

Eine andere Art Experiment[3,7] unter Verwendung von Radiowellen ist behauptet worden, die Ablenkung von Radiowellen nahe der Sonne zu messen. Da kein Winkel gemessen wird und nur Verspätungen studiert werden, sind das indirekte Messungen. Eine jener Messungen[7] verwendet die VLBI-Beobachtungen der extragalaktischen Radioquellen 3C273B und 3C279, an denen die Sonne jedes Jahr nahe vorüber zieht. Der Artikel beginnt mit dem Satz: „Es gibt eine breite Anerkennung der Bedeutung der Prüfung von Theorien zur Gravitation“. Das ist eine klare Äußerung, dass diese Theorien noch nicht richtig bewiesen worden sind. In diesem Experiment wird die Strahlung, die von einer galaktischen Radioquelle emittiert wird, gleichzeitig von zwei verschiedenen Empfangsstationen ermittelt, die in Kalifornien und in Massachusetts gelegen sind und auf Magnetbändern zusammen mit dem Signal aufgezeichnet sind, das durch lokale Atomuhren erzeugt wird.

Wir wollen eine Ablenkung des extragalaktischen Signals wegen der Schwerkraft der Sonne

betrachten. Da das Funksignal extrem weit hinter der Sonne entsteht, nachdem es eine Ablenkung in der Nachbarschaft der Sonne erfahren hat, wird das Kalifornien erreichende Funksignal zum abgelenkten Strahl, der Massachusetts erreicht, fast parallel bleiben. Es hat sich fast nur die Richtung (beider Strahlen) nahe der Sonne durch einen Winkel  $\delta$  in Bezug auf die Anfangsrichtung geändert, wie auf Abbildung 3 gezeigt. Jedoch zeigen geometrische Erwägungen dass, für ein paar Stationen, die in einer Ebene senkrecht zu der ankommenden Richtung der Funksignale gelegen sind, der Strahl, dessen Durchlauf weiter entfernt von den Sonne war etwas vor dem anderen ankommt.

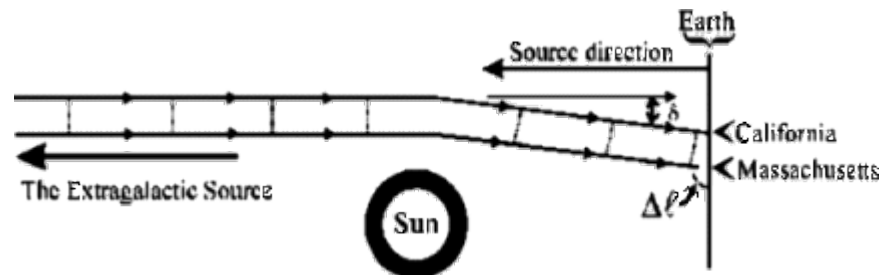


Abbildung 3: Laufzeitdifferenz nach Ablenkung des Lichtes bis zur Sonne.

Um eine Kreuzkorrelation zwischen den zwei empfangenen Funksignalen herzustellen, wurde nach erkennbaren Schwankungen auf dem Umfang des Eingangssignals gesucht. Es wurde gehofft, dass ein Schwankungsmuster, das im ursprünglichen intergalaktischen Funksignal existiert, (das in beiden parallelen Strahlen nahe der Sonne existieren muss), an beiden Empfangsstationen sowohl in Kalifornien als auch in Massachusetts erkennbar sein kann. Dann könnte eine Verzögerung  $\Delta t$  zwischen den zwei Empfangsstationen gemessen werden, die in der Flächensekrechten zur Anfangsquellenrichtung gelegen sind (siehe Abbildung 3).

Jedoch da diese extragalaktische Strahlung die Sonne streift, geht sie also durch die Sonnenkorona, die ein Plasma ist, das die Sonne umgibt. Um für die Änderung der Geschwindigkeit der Strahlung wegen des Sonnenplasmas zu korrigieren, wird das Funksignal, das an jeder Station empfangen wird durch Schmalbandfilter geführt, die drei verschiedene Frequenzen vorwählen. Im Falle eines Plasmas (hier das Sonnenplasma) ist die Geschwindigkeit der übertragenen Strahlung bei verschiedenen Frequenzen unterschiedlich. Diese Signal-Paare werden als Funktion der Zeit aufgezeichnet, die durch eine lokale Atomuhr gegeben wird.

Es wird berichtet, dass die Korrelation prinzipiell zwischen dem gleichen Muster einer Radioschwankung, die an jeder Station aufgezeichnet wurde, unter Verwendung eines „Filterabschätzers“ ermittelt wurde, der mit einem „parameterisierten theoretischen Modell der Verzögerungen“ kombiniert wurde, die für dieses Experiment entwickelt wurden. Das Ziel von Lebachs *et al.*[7] Artikel ist es, den Parameter  $\gamma$  zu bestimmen, definiert in der parameterisierten post-Newtonischen (PPN) Formalismus[7] (Gleichung #2). Dieser Parameter gibt eine Beziehung zwischen der Ablenkung, die von Einstein vorausgesagt wurde und der Verzögerung des gleichen Musters zwischen jeder Antenne. Für eine perfekte Übereinstimmung mit Einsteins allgemeiner Relativitätstheorie muss der Parameter  $\gamma$  Eins sein. Um die im Artikel behauptete Picosekundengenauigkeit zu erhalten, müssen die zwei Systemtakte der beiden Uhren in Kalifornien und in Massachusetts mit der Genauigkeit von einer Picosekunde (oder 0,3 Millimeter) synchronisiert werden, wie im Artikel behauptet wird. Es ist nicht klar, wie eine solche Genauigkeit erzielt werden kann.

## 8 - Ursprung der Schwankungen der Radioquelle.

Die Allgemeine Relativitätstheorie sagt voraus, dass sich die Lichtgeschwindigkeit im Gravitationspotential der Sonne verringert. Außerdem fügt das Sonnenplasma eine zusätzliche Verzögerung der übertragenen Strahlung hinzu, aber wichtiger, es fügt wichtige Schwankungen dem ursprünglichen extragalaktischen Signal hinzu. Leider sind die Dichte dieses Plasmas sowie seine kurzzeitigen Schwankungen total unvorhersehbar. Es sind Signalschwankungen beobachtet worden von einigen Minuten Dauer. Ihre Variation wurden zu mehr als 500% gemessen(7). Da gelegentliche Veränderungen der Intensität dieses Plasmas sehr schnell stattfinden und total unvorhersehbar sind, kann



eine parameterisierte Korrektur keine genaue Vorhersage geben. Die Schwankungen in der Plasmadichte erfolgen sogar innerhalb eines Zeitraums der Datenaufzeichnung. Folglich selbst wenn drei verschiedene Frequenzkomponenten gemessen werden, kann die theoretische inverse quadratische Korrektur (als Funktion der Frequenz) eingeführt, um die Dichte des Plasmas zu bestimmen die Picosekundengenauigkeit nicht erreichen, die im Papier angegeben wird. Man muss sich vergegenwärtigen, dass eine Abstandsänderung entsprechend einer Picosekunde nur einem Unterschied von 0,3 Millimeter (bei Lichtgeschwindigkeit) zwischen den Empfangsantennen auf der Erde gleich ist.

Lebachs et al.(7) Experiment basiert auf der Bedingung, dass die Schwankungen der Intensität des Funksignals (von den Radioquellen 3C273B und 3C279), verwendet für Synchronisierung in Kalifornien und in Massachusetts, in einem kosmologischen Abstand entstehen, lange bevor Strahlung der Sonnennachbarschaft sich nähert. Wenn irgend welche Extraschwankungen den Strahlen, welche die Sonnenkorona kreuzen, hinzugefügt werden, können die Empfänger in Kalifornien und in Massachusetts die Phasen-Beziehung nicht mehr richtig synchronisieren (identifiziert durch ein spezifisches Muster der Schwankung) wie es das Experiment erfordert. Jede mögliche Störung durch das Plasma ist ein ernstes Hindernis für das Experiment, da es keine Methode gibt, das starke Rauschen, das von der Sonnenkorona herrührt, von den ursprünglichen Schwankungen zu separieren, was notwendig wäre, um die Funksignale zu synchronisieren. Außerdem wenn das Rauschen der Korona (dem Signal hinzugefügt), später durch ein Schmalbandfilter (benutzt in Lebachs et al. Experiment) gefiltert wird, ändert das Hinzufügen des Filters die Phase des Signals.

Es ist theoretisch allgemein bekannt und wurde auch vorher beobachtet, das wenn ein Funksignal durch ein Plasma übertragen wird, (hier das Plasma der Sonnenkorona), sehr starke Schwankungen hinzugefügt werden. Sogar Lebach[7]et al. Berichten, dass in einigen Daten: „... *große, schnelle Plasma-Dichte-Schwankungen in der Sonnenkorona würden die Kohärenzzeit von den Signalen von 3C279 bei 2 Gigahertz zu kurz machen, um einen Nachweis zu erlauben* “. Deshalb machten Lebach[7] et al. eine willkürliche Auswahl, was annehmbare Daten zu sein *schienen*. Das durch das Sonnenplasma erzeugte Rauschen, kann so intensiv sein, dass es das kosmische Signal vollständig blockieren kann. Zum Beispiel als das Funksignal von Pionier VI(8-13) die die Sonnenkorona passierte, wurde beobachtet, dass die Schwankungen wegen der Interaktion mit dem Plasma so bedeutend wurden, dass das Ausgangssignal lange vor dem Erreichen der Sonnenrandnähe nicht mehr nachweisbar war. Die Signalverzerrung wegen der Zunahme der Frequenzbandbreite ist ziemlich offensichtlich[8-13]. In seiner Zusammenfassung stellt Goldstein-[8] fest: „*Die Spektralbandbreite erhöhte sich zuerst langsam, dann sehr schnell bei 1 Grad von der Sonne*“. Er ist theoretisch weithin bekannt, wie ein Plasma bei der Erhöhung der Bandbreite Schwankungen erzeugt. Ein Computerprogramm kann kleine statistische Schwankungen in extragalaktischen Radioquellen von den intensiven Schwankungen des Breitband-Rauschens nicht unterscheiden, die durch das Plasma erzeugt werden, das unsere Sonne umgibt. Die Strahlung, die durch die extragalaktische Radioquellen ausgestrahlt wird, schwankt nachdem sie die Sonnenkorona durchquert hat, ebenso wie Sternenlicht funkelt, nachdem es die Erdatmosphäre durchquert hat. Echte Sternenlichtschwankungen (im Radiobereich) können nicht durch das intensive Flackern identifiziert werden, das durch den intensiven Millionen Grad heißen Brennofen der Sonnenkorona verursacht wird.

## **9 - Von den Amateur-Teleskopen zur Milliarden Dollar-Raumfahrttechnik.**

Man muss feststellen, dass das theoretische Modell, das benutzt wird und zu dieser berichteten Verzögerung geführt hat, nicht mehr annehmbar ist, wenn es solch ein instabiles Plasma gibt, weil viel größere laute Schwankungen durch das Plasma in der Nachbarschaft der Sonne hinzugefügt werden. Die durch Lebach et al[7] gemessenen Verzögerungen können die Ablenkung des Lichtes durch die Sonne nicht beweisen, wegen der Unmöglichkeit eine zuverlässige Synchronisierung zu erreichen. Es ist statistisch allgemein bekannt, das mit der gigantischen Menge in diesem Experiment automatisch aufgezeichneter Daten, kombiniert mit der astronomischen Anzahl von Passungen, die durch den Computer geprüft werden, verbunden mit einer großen Menge Rauschen die Sättigung manchmal erreichend, wie in ihrem Papier berichtet, *einige Daten immer gefunden werden können*, die zu dem erwarteten theoretische Modell passen. Dieses ist besonders wahr, wenn angenommen wird, dass möglicherweise niemand das Ergebnis anfechten würde, das mit einer Multi-Milliarden-Ausrüstung

erzielt wird, die benutzt wird, um eine Übereinstimmung mit einer extrem populären Theorie zu finden. Leider scheint die Beobachtung der Ablenkung des sichtbaren Lichtes durch die Sonne, vor einigen Jahren aufgegeben worden zu sein, weil es unmöglich schien, das Phänomen im sichtbaren Licht zu ermitteln.

Es ist eine hoffnungslose Situation unter Wissenschaftlern, dass sie *nicht in der Lage sind*, mit der hoch entwickelten Technologie zu *zeigen*, was als das Grundprinzip der allgemeiner Relativitätstheorie betrachtet wird, auf dem das meiste der modernen Physik beruht, während dieses, durch Eddington im Jahre 1919 unter Verwendung eines einfachen 4-Zoll-Amateurteleskops behauptet wurde gezeigt zu werden. Selbstverständlich wird offenbar weder eine Trillion- noch eine Quadrillion-Dollar-Ausrüstung die Ablenkung des Lichtes aufdecken werden, wenn solch eine Ablenkung nicht existiert. Es ist schwierig voraus zu sagen, wie viele Jahrzehnte mehr dieses Rennen dauern wird und wie viel Geld vergeudet werden muss bis schließlich Wissenschaftler eingestehen, dass es keine Ablenkung gibt.

Lassen Sie uns rekapitulieren, dass Einsteins Vorhersagen der Lichtablenkung auf einer unbestätigten variablen Lichtgeschwindigkeit und auf zwei Werten der Lichtgeschwindigkeit in der Erdnachbarschaft basiert, wie oben erklärt. Diese Inkohärenz der allgemeinen Relativitätstheorie muss der Tatsache hinzugefügt werden, dass die allgemeine Relativitätstheorie nicht mit dem Prinzip von Masse-Energie Erhaltung kompatibel ist, **wie vorher demonstriert**. --- (14). Der interne Widerspruch über die Existenz von zwei verschiedenen Werten der Lichtgeschwindigkeit am gleichen Standort existiert nicht, wenn wir eine rationale Beschreibung verwenden, die mit dem Prinzip von der Masse-Energie Erhaltung(14) überein stimmt. In diesem Fall wird die Periheldrehung von Merkur gegeben durch Newtons Physik unabhängig erklärt und ist auch tadellos identisch zur Gleichung, die durch die allgemeine Relativitätstheorie vorausgesagt wird. Außerdem können Längenkontraktion und die Änderung der Taktfrequenz jetzt logisch erklärt werden(14). Überhaupt keine zuverlässige Beobachtung ist in der Lage gewesen, solch eine Ablenkung des Lichtes durch die Sonne nach 80 Jahren zu beweisen. Deshalb ist es viel logischer, zu glauben, dass solch eine Ablenkung überhaupt nicht existiert und das ist mit dem Prinzip der Masse-Energie Erhaltung kompatibel.

## 10 - Danksagungen.

Die Autoren möchten die persönliche Ermutigung und den Finanzbeitrag von Herrn Bruce Richardson bestätigen, der half, diese Forschungsarbeit auszuführen. Wir sind auch Dr. I. McCausland, an der Universität von Toronto, für seine Kenntnisnahme an interessanten historischen Informationen dankbar.

<><><><><><><><><><><><><><><><><><><><><><>

## Anhang I

### Die Ablenkung und die Verzögerung von Funksignalen im Sonnenplasma.

Shapiro(5) hat beobachtet, dass, wegen der die Sonne umgebende Dichte des Plasmas, die Geschwindigkeit der Übertragung der Strahlung in Bezug auf die Lichtgeschwindigkeit  $c$  im Mittel verringert wird. Dann erscheint eine Verzögerung  $\Delta t_m$  (in Bezug auf die Lichtgeschwindigkeit) zwischen der Emission eines Impulses eines Funksignals von der Erde und der Aufnahme seines Echos durch das interplanetarische Medium. Diese Verzögerung(5) ist:

$$\Delta t_m \approx \frac{8.2 \times 10^7}{f^2 c} \int_{-e}^p N(\ell) d\ell \quad \text{sec} \quad \text{A-1}$$

wo  $N(\square)$  die Elektronendichte ist, die in Elektronen/cm ausgedrückt wird<sup>3</sup>,  $f$  ist die Frequenz der Strahlung in den Hz,  $c$  ist die Lichtgeschwindigkeit in cm/sec,  $\square$  ist die Weglänge in cm und  $e$  und  $p$  beziehungsweise beziehen sich die Erde und auf den anderen Planeten (d.h. Mars).

Unter Verwendung der kompilierten Auswirkungen auf die Sonnenkorona(15), während einer ruhigen Sonne-Periode zwischen den Radialabständen  $r = 4R_S$  und  $r = 20R_S$ , wird die Elektronendichte in der Sonnenkorona gut dargestellt durch:

$$N(r) = 5 \times 10^5 \left( \frac{R_S}{r} \right)^2 \text{ electrons / cm}^3 \quad \text{A-2}$$

Während der maximalen Sonnentätigkeit kann  $N$  einem Faktor bis zu 5 höher erreichen als der, der durch Gleichung A-2 in der Radialstrecke gegeben wird. Das Einsetzen der Gleichung A-2 in A-1 gibt die Verzögerung während des Durchganges der Strahlung durch das Plasma (Rundfahrt):

$$\Delta t_m \approx \frac{6.5 \times 10^{24}}{f^2 d} \left\{ \tan^{-1} \left( \frac{x_p}{d} \right) + \tan^{-1} \left( \frac{x_e}{d} \right) \right\} \text{ sec} \quad \text{A-3}$$

wo  $d$ ,  $x_e$  und  $x_p$  in cm ausgedrückt werden.  $x_e$  ist der Abstand entlang der Fluglinie von der Erde-ansässigen Antenne zum Punkt der nächsten Annäherung an die Sonne,  $x_p$  stellt den Abstand entlang des Weges von diesem Punkt zum Planeten dar und  $d$  ist der Mindestabstand zwischen der Sonne und der Flugbahn. Wenn Radiowellen die Sonne in einem geringeren Abstand passieren, zeigt Gleichung A-3, dass die Verzögerung  $\Delta t_m$  größer wird. Das bedeutet, dass in einem engeren Abstand zur Sonne die Lichtgeschwindigkeit im Plasma langsamer ist, als in der klassischen Physik erwartet.

Gleichung A-3 bedeutet nur die Elektronendichte im Photonweg, der nahe der Sonne vorbei führt und ignoriert alle relativistischen Effekte. Diese Beziehung, auch durch Straumann ([1] Seite 181, Gleichung 3.4.8) gegeben, gibt die Elektronendichte des Elektronenplasmas in verschiedenen Abständen  $r$  von der Sonne. Die gleiche Beziehung wird auch von Shapiro verwendet[2,5]. Im Viking-Relativitäts-Experiment werden zwei verschiedene Frequenzen im S ( 2,2 Gigahertz) und in den X-Band ( 8,8 Gigahertz) verwendet. Das erlaubt uns, die Verteilung der Verspätungen zu erkennen, die beim Durchgang der Strahlung durch das Plasma entstehen, die vermutlich durch Relativität verursacht ist. Nur die Verzögerung, die durch allgemeine Relativitätstheorie vorausgesagt wird, ist frequenzunabhängig. Die Verzögerung, die durch das Plasma produziert wird, ist frequenzabhängig. Sie wurde von Shapiro et al. ([2] Seite 4329) beobachtet: „Die Zunahme der Gruppenlaufzeit von dieser Ursache (Plasma), kann ungefähr 100  $\mu$  s für die Signale erreichen, die nahe an der Sonne vorbeiziehen.“ Das muss mit einer vorausgesagten relativistischen Verzögerung von 250  $\mu$  s oder von 72 Kilometern verglichen werden[1].

## Ablenkung der Strahlung wegen des Plasmas.

Abbildung 4 veranschaulicht die Ausbreitung von den Radiowellen, die vom Mars ausgestrahlt werden, in dem Relativität kurzzeitig ignoriert wird, aber für welche wir das Sonnenplasma berücksichtigen, das um den Sonne verteilt ist. Jede ausgestrahlte Radiowelle pflanzt sich im Raum fort, indem sie eine kugelförmige Front um den Emitter bildet. Die Wellenfront dehnt sich aus und die Lichtstrahlen bewegen sich in die Radialrichtung weg von der Quelle. Einige der Strahlen passieren die Sonnennähe, wobei sich die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Funksignals um einen Betrag verringert, der von der Elektronendichte des Plasmas abhängt. Gerade nahe und über dem Sonne, werden zwei Strahlen  $\alpha$  und  $\beta$  auf Abbildung 4 gezeichnet. Wenn die Strahlen  $\alpha$  die Sonne nahe passieren, reisen sie mit einer langsameren Geschwindigkeit wegen der höheren Elektronendichte an diesem Ort. Strahl  $\beta$ , der in Abbildung 4 genannt ist, hat seine Geschwindigkeit nicht so viel verringert, weil die Elektronendichte weiter entfernt von der Sonne kleiner ist. Infolgedessen bewegt sich die Wellenfront langsamer nahe der Sonne im Weg des  $\alpha$ -Strahls, als im Weg des  $\beta$ -Strahls.

## Non Relativistic Deflection of Microwaves in Solar Plasma

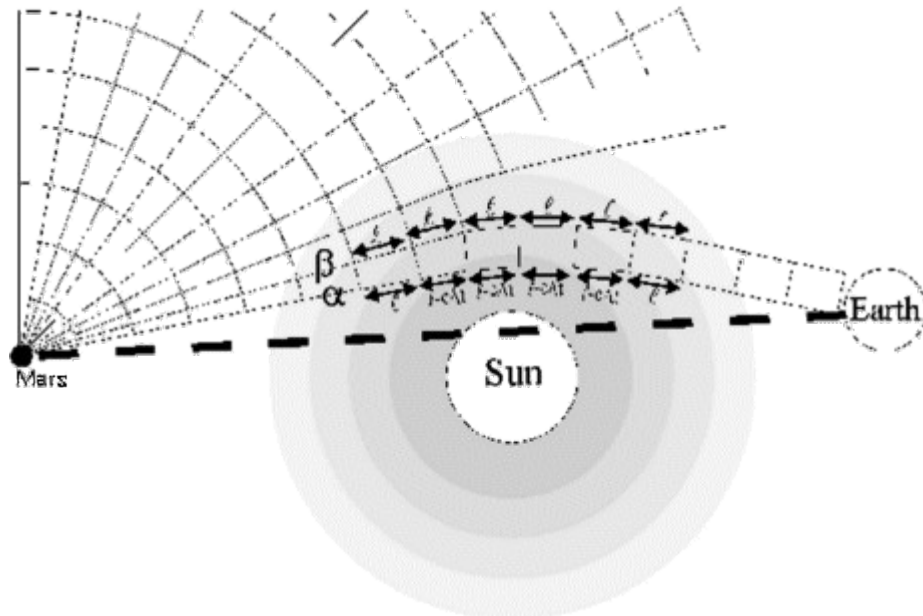


Abbildung 4: Verzögerung durch das Sonnenplasma

Per Definition: Wenn die Wellenfront einer konstanten Phase entspricht, dann muss der Weg, den der Strahl  $\alpha$  reiste, kürzer sein als der Weg des Strahls  $\beta$  durch  $\Delta \vartheta$  in einem gegebenen Zeitintervall reiste. Infolgedessen bewegt sich der obere Teil der Wellenfront schneller und die Wellenfront wird zur Geschwindigkeitsdifferenz passend im Plasma gekippt. Hat die Welle einmal ihre gekippte Richtung durch die Plasmaregion erhalten, behält diese Wellenfront bis zum Erreichen der Erde diese ohne irgendeine andere Störung bei. Das ist der Grund, aus dem der Leitstrahl durch das Sonnenplasma abgelenkt wird.

Wir wollen den Ablenkwinkel der Strahlung für ein normales Sonnenplasma als Funktion der Hochfrequenz des Emitters berechnen. Das kann durch die Ableitung der Verzögerungsfunktion A-3 als Funktion des Mindestabstands  $d$  des Funksignals von der Sonne berechnet werden. Die Ableitung von A-3 (mal  $c$ ) in Bezug auf  $d$  ist:

$$\partial(\Delta t_m) = \frac{6.5 \times 10^{24} c}{d^3 f^2} \left\{ \frac{x_e}{1 + (x_e/d)^2} \right\} - \left\{ \frac{x_p}{1 + (x_p/d)^2} \right\} \partial d + B \quad A-4$$

mit:

$$B = \frac{6.5 \times 10^{24} c}{d^2 f^2} \left\{ \tan^{-1} \left( \frac{x_e}{d} \right) + \tan^{-1} \left( \frac{x_p}{d} \right) \right\} \partial d \quad A-5$$

Unter Verwendung der Erd- und Mars-Abstände und für die Strahlen, die in einem Abstand gleich dem Sonnenradius passieren, wenn die Elektronendichte die von einer ruhigen Sonne ist, gibt Gleichung A-4 eine Ablenkung (in Bogensekunden) zu:

$$\partial(\Delta t_m) = \frac{-2.58 \times 10^{19}}{f^2} \text{ arc sec.} \quad A-6$$

Für eine Frequenz von 1 Gigahertz, ist die Ablenkung -25 Bogensekunden. Für eine Frequenz von 3 Gigahertz, ist die Ablenkung -2,8 Bogensekunden und -1,03 Bogensekunden bei einer Frequenz von 5 Gigahertz. Dieser Betrag nimmt um einen Faktor von ungefähr fünf während des Sonnenmaximums zu. Die Ablenkung, die durch das Sonnenplasma verursacht wird, ist für sichtbares Licht wegen der viel

höheren Frequenz des sichtbaren Lichtes geringfügig. Man muss feststellen, dass das Plasma um die Sonne eine Ablenkung der Strahlung produziert, die in der Größenordnung der Vorhersagen der Relativitätstheorie ist, wenn die Frequenz um einige Gigahertz ist. Man kann zeigen, dass das Plasma, das die Sonne umgibt auch, bei einer Frequenz um einige Gigahertz, eine Verzögerung in der Übertragung von Radiowellen produziert, welches mit der Verzögerung vergleichbar ist, die durch allgemeine Relativitätstheorie vorausgesagt wird.



## Anhang II

### Die Gravitationsablenkung des Lichtes bis zur Sonne während der Sonnenfinsternisse.

#### A - Einleitung.

Entsprechend Einsteins allgemeiner Relativitätstheorie, die im Jahre 1916 veröffentlicht wurde, wird das Licht, das von einem Stern weit weg von der Erde kommt und nahe der Sonne passiert, durch das Gravitationsfeld der Sonne durch einen Betrag abgelenkt, der umgekehrt proportional zum Radialabstand des Sternes von der Sonne ist (1,745" vom Sonnenrand). Dieser Betrag (betitelt die volle Ablenkung) ist zweimal die, die von Einstein im Jahre 1911, unter Verwendung von Newtons Gravitationsgesetzes vorausgesagt wird (halbe Ablenkung). Im Jahre 1911 schrieb Einstein: *Ein Lichtstrahl der hinter die Sonne geht, würde dementsprechend eine Ablenkung von einem Betrag von  $4 \times 10^{-6} = 0,83$  Bogensekunden ausmachen.* Lassen Sie uns bemerken, dass Einstein offenbar nicht erklärte, welches Grundprinzip der Physik im Papier von 1911 verwendet wurde und die Angabe der fehlerhaften Ablenkung von 0,83 Bogensekunden falsch war, weshalb er seine Meinung ändern und im Jahre 1916 eine Ablenkung zweimal so groß voraussagen musste.

Um zu prüfen, welche Theorie richtig ist (wenn überhaupt), wurde eine Expedition, von Eddington geleitet, nach Sobral und Principe gesendet um die Sonnenfinsternis vom 29. Mai 1919 [1] zu beobachten. Der Zweck war, zu bestimmen, ob es eine Ablenkung des Lichtes durch das Gravitationsfeld der Sonne gibt und wenn es sie gibt, welcher der zwei Theorien, die oben erwähnt wurden, sie folgt.

Die Expedition behauptete, erfolgreich zu sein, Einsteins volle Ablenkung [1,2] zu beweisen. Dieser Test war zur allgemeinen Anerkennung entscheidend, die Einsteins allgemeine Relativitätstheorie heutzutage genießt.

Jedoch stimmt dieses Versuchsergebnis nicht mit dem Prinzip der Masse-Energie-Erhaltung überein. Dieses war in jenen Jahren kein wirkliches Problem, da wir zeigen können, dass die Ablenkung zweifellos nicht messbar war. Wir sehen, dass der Effekt der atmosphärischen Turbulenz größer als die volle Ablenkung war, gerade wie das Beugungsscheibchen. Wir sehen auch, dass die Instrumente solch eine genaue Messung nicht hergeben konnten und dass die Sternverteilung nicht gut genug war, damit solch eine Messung überzeugend ist. Schließlich besprechen wir, wie Eddingtons Einfluss für Einsteins volle Entfernung und gegen jedes andere mögliche Ergebnis arbeitete.

#### B - Beobachtungsdaten.

Es gibt eine lange Liste<sup>(20)</sup> von Veröffentlichungen, die über Beobachtungen von Sternen in der Nachbarschaft des Sonne während einer Sonnenfinsternisse berichten. Eine Gesamtübersicht der Ergebnisse zu Sonnenfinsternissen ist mit einigen Diskussionen veröffentlicht in (20) worden. Infolgedessen ist es nicht möglich, sie alle im Detail zu besprechen. Jedoch ist es die Beobachtungen der Sonnenfinsternis von 1919, die zuerst die wissenschaftliche Gemeinschaft überzeugte, dass die relativistische Ablenkung wirklich existiert und den Glauben an Einsteins Theorie hergestellt. Deshalb überprüfen wir diese Daten ausführlicher, obwohl auch einige Informationen über Beobachtungen anderer Sonnenfinsternisse gegeben werden. Diese Beobachtungen waren nicht erfolgreich, aber sie wurden so angesehen, bis sie durch Experimente unter Verwendung der Raumsonden ersetzt wurden. Das Papier von 1919 gibt eine Vorstellung von der Art der Messungen, die die Welt zur großartigsten Theorie

überzeugte, die von der modernen Wissenschaft angenommen wurde: die Theorie der allgemeinen Relativitätstheorie. Das Problem des Beobachtens der Ablenkung des Lichtes an der Sonne führt zu zahlreichen experimentellen Schwierigkeiten. Wir wollen jene Schwierigkeiten studieren.

Atmosphärische Turbulenz ist ein Phänomen der Atmosphäre das die Ursache dafür ist, dass die Bilder von Sternen, wie sie von einem Beobachter auf Erde gesehen werden, springen, beben, wackelt oder einfach verwaschen sind. Dieses ist für jeden Astronomen, ob Amateur oder oder Fachmann ein allgemein bekanntes Phänomen. Tatsächlich gilt [21] (Seite 40),

**Selten ist eine Nacht (höchste Standorte) in der ein beliebiges Teleskop, egal wie groß seine Öffnung oder perfekt seine Optik ist, feinere Details auflösen kann als 1 Bogensekunde. Typischer ist an gewöhnlichen Standorten eine Auflösung von 2 -3 Bogensekunden oder schlechter.**

Das Problem wird während des Nachmittags wegen der Hitze des Bodens sogar schlechter.

Vorläufige Lösungen zu diesem Seeing-Problem sind erst vor kurzem experimentiert worden [22].

Für jedermann, der mit atmosphärischer Turbulenz nicht vertraut ist, ist es eine leichte Art, ein ähnliches Phänomen zu beobachten, indem er über einen heißen Grill schaut. In diesem Fall liegt die Verzerrung der Bilder (in der Größenordnung von 10') an der Hitze, die vom Grill kommt.

Eddington, ein Astronom, berücksichtigte zweifellos dieses Problem. Wenn es im Jahre 1995 [21] schwierig war, feinere Details als 1" zu sehen, wie viel schwieriger muss es im Dschungel mit einem Teleskop von Amateurgröße im Jahre 1919 gewesen sein? Der angenommene Effekt (voll und halbe Ablenkung) nimmt mit dem Abstand des Sternes von der Sonne ab. Während der totalen Sonnenfinsternis 1919 wurden die Sterne, die dem Sonnenrand am nächsten waren, von der Korona überstrahlt und konnten nicht beobachtet werden [18]. Von den Sternen, die nicht von der Korona überstrahlt wurden, sagt Einsteins Theorie voraus, dass  $\kappa^2$  Tauri die größte Verschiebung mit 0,88" haben sollte. Aus Sobral wurde die Verschiebung für diesen Stern berichtet, dass sie um 1,00 gewesen sei [19]. Wie konnten Eddington und Dyson behaupten, das zu beobachten, wenn ihre Präzision wegen der atmosphärischen Turbulenz in der Tageshitze bestenfalls einige Sekunden war? Und sie war nicht bestenfalls nahe Mittag bei Sobral und um 2 Uhr nachmittags bei Principe, wenn das Seeing zu dieser Zeit am schlechtesten ist, mit kleinen Teleskopen, die weniger als ideal waren.

Die Instabilität, die durch die atmosphärische Turbulenz verursacht wird, ist genügend groß, jede beliebige Messung des so genannten Einstein-Effektes zu widerlegen. Es gibt jedoch auch andere Gründe.

Zwei Objektgläser<sup>1</sup> wurden während der Expedition nach Sobral, ein 4-Zoll-Objektglas und ein astrografisches Objektglas benutzt. Eine perfekte optische Form angenommen, was eine perfekte Korrektur für Kugelgestalt und Farbart für das 4-Zoll-Teleskop bedeutet, kann die Größe des zentralen Flecks (der durch das Ringsystem des Beugungsmusters umgeben wird), nie kleiner als 1,25" gewesen sein. Dieser zentrale Fleck wird Beugungsscheibchen Scheibe genannt. Da einige der Ergebnisse mit einer behaupteten Genauigkeit von 0,01" dargestellt wurden [19] (Seite 391), sollte dieses verhältnismäßig große Beugungsringsmuster (125mal die behauptete Genauigkeit) leicht gesehen worden sein. Da sie nicht erwähnt wurden, müssen wir verstehen, dass sie nicht wahrnehmbar waren, weil die verschiedenen Abweichungen (chromatisch und sphärisch) größer als 1,25" waren und/oder weil wie erwartet, die atmosphärische Turbulenz größer als 1,25" war, was die theoretische Auflösungsgrenze dieses Teleskops ist, wenn es keine Abweichung und keine Turbulenz gibt.

Die Elemente eines Teleskops sind für Temperatur [18] sehr empfindlich (Seite 153):

Zum Beispiel wird berichtet, dass(18)(Seite 153): „**wenn das [astrographic] Objektglas in einem Stahlrohr angebracht wird, sollte die Änderung der Skala über einem Temperaturbereich von 10° F unbedeutend sein, und die Definition sollte sehr gut sein**“. Während des Aufenthalts des Teams bei Sobral, reichte die Temperatur von 75°F während der Nacht bis zu 97°F am Nachmittag. Diese Temperaturänderung muss das 4 Zoll Teleskop beeinflusst haben.

Wir wollen die Änderung der Skala auf der Platte des 4-Zoll-Teleskops wegen der thermischen Expansion des Stahlrohrs berechnen. Der Expansionskoeffizient des Stahls ist  $1,3 \times 10^{-5}$  pro Grad Celsius. Selbst wenn die optische Definition nicht viel durch die Temperaturänderung geändert

---

1 Teleskope mit mit Okular für die Betrachtung von Objekten

wird, ist die Änderung der Skala auf der Photoplatte zur Änderung der Länge des Rohrs proportional. Für 10 Grad Celsius ändert sich die Skala um  $1,3 \times 10^{-4}$ . Da die Größe der Platte 8 mal 10 Zoll (20 × 25 cm) ist, gibt das eine Änderung in seiner eckigen Größe von 1,2 Bogensekunden. Es scheint nicht, dass diese Änderung der Skala überhaupt berücksichtigt worden ist. Dieses stellt einen sehr ernsten Fehler in den Daten dar. Wie können sie eine Genauigkeit von 0,01" behaupten ([19] Seite 391), wenn sie zuließen, dass der Fokus der Teleskope viele Tage vor der Sonnenfinsternis ([18] Seite 141) bestimmt und festgehalten wurde?

Die Fotografien der Sonnenfinsternis, die mit dem Astrograph aufgenommen wurde, waren sehr enttäuschend ([18] Seite 153). Es scheint, als hätte sich der Fokus von der Nacht vom 27. Mai im Moment der Sonnenfinsternis geändert. Nach der Sonnenfinsternis verließ das Team Sobral und kam im Juli zurück um Vergleichsplatten aufzunehmen. Sie entdeckten, dass der Astrograph zum Fokus zurückgekehrt war! Sie schoben diese Änderung des Fokus auf den Effekt von der Sonnenhitze auf dem Spiegel, aber sie konnten nicht sagen, ob dieser Effekt eine Änderung der Skala verursacht hatte, oder ob er nur die Bilder verwischte.

Die Sonnenhitze könnte seine Skala beeinflusst haben, ohne die Bilder zu verwischen. Wir wissen, dass es eine Zone um die Brennweite gibt, in der das Bild aussieht, als ob es im Fokus war, aber wo die Skala geändert wird. Nach bestem Wissen ist überhaupt nichts über diesen möglichen Fehler gesagt worden.

Wenn wir den Wert von Einsteins Ablenkung gegen den Winkelabstand des Sternes von der Sonne (wie in [20] auf Seite 50 getan) grafisch darstellen, sehen wir dass der Teil der Hyperbel, in dem sich die Steigung ändert, die meisten liegen unter einem Abstand von zwei Sonnenradien von der Sonnenmitte aus. Dieser Teil ist folglich für eine gute Interpretation der Ergebnisse entscheidend. Bei Betrachtung der Seite 60 des gleichen Artikels sehen wir, dass nur zwei der Sterne, die von den Teams bei Principe und bei Sobral benutzt wurden, in diesem Bereich liegen. Es ist folglich sehr schwierig, eine Hyperbel anzupassen, wenn nur zwei der Sterne in dieser Zone sind. Nur eine Gerade kann durch zwei Punkte logisch angepasst werden. Diese Beobachtungen (und die meisten anderen studiert in dem Artikel von Klübers, der alle Beobachtungen beurteilt hat, die bis 1960 erfolgt sind), konnten leicht durch eine Gerade anstelle Einsteins der Ablenkungsgleichung angepasst werden. Deshalb beweisen sie keine von Einsteins Ablenkungen (volle oder halbe).

In einer der Sitzungen der königlichen astronomischen Gesellschaft [23] (Seite 41), unterstrich Ludwik Silberstein, dass die Verschiebungen, die gefunden wurden, nicht radial wären, wie Einsteins Theorie angibt, sondern manchmal soviel wie  $35^\circ$  von der Radialrichtung abgewichen wäre! Nichts wurde darüber in Dysons Artikel erwähn[18]. Entsprechend Silberstein: „**Wenn wir nicht das Vorurteil von Einsteins Theorie hätten, sollten wir nicht sagen, dass die Zahlen stark ein Radialgesetz der Verschiebung anzeigen.**“

Dieses führt uns zu unserem folgenden Punkt, der beinhaltet, in welchem Ausmaß Sozialumstände die Akzeptanz von Einsteins Theorie beeinflussten.

## C - Über Eddingtons Einfluss.

Die Ergebnisse von der Expedition 1919 wurden schnell von der wissenschaftlichen Gemeinschaft angenommen. Als die Ergebnisse angekündigt wurden, sagte Joseph Thomson einleitend [19] (Seite 394): „**Es ist für das Publikum schwierig, die Bedeutung der Zahlen die uns vorgesetzt worden sind, völlig einzuschätzen, aber der königliche Astronom [Dyson] und Prof Eddington haben das Material sorgfältig studiert, und sie sehen den Beweis als entscheidend zugunsten des größeren Wertes für die Verschiebung an.**“

Thomson lässt es aussehen, als wären nur Eddington und Dyson in der Lage, die Ergebnisse zu verstehen. Es scheint, dass sie solch ein Ansehen hätten, dass die Allgemeinheit und die wissenschaftliche Öffentlichkeit ihnen blind glauben sollte.

Es ist Dyson, der die Ergebnisse der Sobral-Expedition bei einer Sitzung der königlichen astronomischen Gesellschaft [19] darstellte (Seite 391). Einige der Verschiebungen, die dargestellt wurden, waren, manchmal in der Größenordnung von  $0,01''^2$  unglaublich klein. In einer anderen Sitzung

---

2 Das 1990 in die Erdumlaufbahn gebrachte Hubble\_Teleskop hat eine Winkelauflösung von 0,05“

[23] (Seite 40), fragte Oliver Lodge, ob es möglich wäre, eine Abweichung von  $1/60''$  zu messen (ungefähr  $0,02''$ ), worauf Dyson reagierte: „**Ich denke nicht, dass es möglich sein würde, eine so kleine Quantität zu messen.**“ Wir sehen, dass Dyson sich offenbar widersprach.

Außerdem sagte Eddington selbst bevor das Experiment durchgeführt wurde, dass er die volle Ablenkung bevorzuge. Über die Ergebnisse der Expedition schreibend, sagte er [24] (Seite 116): **„Obgleich das Material verglichen mit dem, was erhofft worden war, sehr mager war, glaubte der Verfasser (der, dass muss bemerkt werden, nicht völlig unparteiisch war), dass es überzeugend sei.“** Außerdem entsprechend Chandrasekhar ([25] (Seite 25), „**Es war ihm überlassen worden und er würde die Expeditionen nicht geplant haben, wenn er nicht völlig von der Wahrheit der allgemeinen Relativitätstheorie überzeugt wäre!**“

Eddington war Quäker und wie andere Quäker, wollte er nicht in den Krieg gehen (WWI). In England wurden Quäker in die Lager während des Krieges geschickt, aber wegen Dysons Intervention [25] (Seite 25), „**wurde Eddington mit der ausdrücklichen Maßgabe zurückgestellt, wenn der Krieg bis Mai 1919 beendet sei, dann sollte Eddington die Leitung einer Expedition übernehmen mit dem Ziel den Beweis von Einsteins Vorhersagen zu führen!**“

Die Umstände des Krieg haben Eddington gezwungen zu einem Experiment, das er nie getan haben würde, wenn er eine Wahl gehabt hätte, weil er so von seinem Ausgang überzeugt war.

Warum wurde die Theorie so schnell, weit und leicht angenommen? Schließlich änderte sie radikal die allgemeine Ansicht vom Universum, gekrümmter Raum und Zeitdilatation. Außerdem nahmen die Briten eine Theorie von einem deutschen Mann, direkt nach einem bitteren Krieg mit Deutschland an.

Es scheint, dass die Theorie erst nach der Expedition zur Sonnenfinsternis [26] weitgehend angenommen wurde (Seite 50). Nach Earman und Glymour spielten Dyson und Eddington eine sehr einflussreiche Rolle bei der Anerkennung der allgemeinen Relativitätstheorie durch die Briten. Tatsächlich ist es Eddington der, überzeugt von der Wahrheit der Theorie, Dyson überzeugte. In den wenigen Jahren bis 1919, machten sie die Messung des „Einstein-Effektes“ zu einer Herausforderung und nach der Expeditionen vom Mai 1919, halfen sie, den Eindruck zu erwecken, dass die Daten Einsteins Theorie bestätigt hätten.

Neben der Tatsache, dass Eddington überzeugt war, dass die Theorie recht hatte, trieb ihn ein anderer Grund, sie zu befürworten ([26] Seite 85). Er hoffte, dass eine britische Überprüfung einer deutschen Theorie möglicherweise die Kanäle der Kommunikation und der Zusammenarbeit zwischen den Wissenschaftlern beider Länder wieder öffnete, Kanäle, die während des Ersten Weltkrieges geschlossen worden waren.

Schließlich hatte bis 1919 niemand behauptet, Ablenkungen dieser Größe beobachtet zu haben, die durch Einsteins Theorie gefordert wurden. Vermutlich, weil die Theorie scheinbar durch die Beobachtungen der Sonnenfinsternis von 1919 nachgewiesen wurde, berichteten viele Wissenschaftler, möglicherweise einige ihrer Daten heraus werfend, über das Finden der richtigen Ablenkung ([26] Seite 85). Nach 1919 wurden weitere Expeditionen unternommen, um die Ablenkung des Lichtes durch die Sonne zu messen. Die meisten von ihnen erzielten Ergebnisse ein wenig höher als Einsteins Vorhersage, aber es war nicht mehr von Bedeutung, da das Ansehen der Theorie bereits hergestellt worden war.

Jamal Munshi berichtet in seinem „**Sonderbares aber wahres**“ im Internet [27] auf:

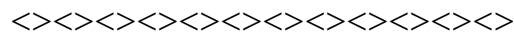
**Dr. F. Schmeidler vom Münchner Hochschulobservatorium hat ein Papier [49] betitelt „Die Einstein-Verschiebung - ein unerledigtes Problem“ und einen Ausdruck von Verschiebungen für 92 Sterne für die Sonnenfinsternis von 1922 veröffentlicht, die in alle Richtungen gehen, viele von ihnen den falschen Weg gehend mit einer so großen Ablenkung wie die, die in die vorausgesagte Richtung verschoben werden! Eine weitere Prüfung der Daten von 1919 und 1922, die ursprünglich als Bestätigung der Relativitätstheorie interpretiert werden, neigte dazu, eine größere Verschiebung zu bevorzugen, die Ergebnisse hingen sehr stark von der Art der Verringerung der Messungen und Weglassens des Effektes von einzelnen Sternen ab. So finden wir jetzt, dass die Legende von Albert Einstein als dem weltgrößten Wissenschaftler auf der mathematischen Magie des Beschneidens und dem Kochen der Daten einer Sonnenfinsternis basierte, um die Illusion zu erwecken, dass Einsteins Theorie der allgemeinen Relativitätstheorie korrekt wäre, um zu verhindern, dass die Universität von Cambridge entehrt würde, weil eins seiner bemerkenswerten Mitglieder nahe war als ein**



## D - Schlussfolgerung.

Viel von der Popularität Einsteins allgemeiner Relativitätstheorie beruht auf den Beobachtungen, die bei Sobral und bei Principe gemacht wurden. Wir sehen nun, dass diese Ergebnisse übermäßig betont wurden und zweifellos Einsteins Theorie nicht stützen. Es ist interessant daran zu denken, was wäre wohl geschehen, wenn die Ergebnisse nicht für gut genug befunden worden wären, oder wenn sie offenbar gezeigt hätten, dass es keine Abweichung des Lichtes an der Sonne gäbe. Einsteins Theorie hätte möglicherweise nicht die Popularität genossen, die sie heute genießt und eine neue realistischere Theorie wäre möglicherweise nach Jahren gefunden worden.

Die Experimente, welche irrtümlich die Ablenkung von Licht nahe der Sonne behaupten, zeigen etwas Ähnlichkeit mit der Behauptung von [Michelson-Morley](#), dass es keine Verschiebung von Interferenzlinien in ihren Daten gäbe. Eine neue Analyse der Daten zeigt, dass die Verschiebung der Interferenzstreifen wirklich existiert. Dieses ist von Héctor Múnera, Centro Internacional de Física, Bogotá, Kolumbien veröffentlicht worden. Eine Zusammenfassung und eine weitere Information können an [dieser Adresse](#) eingeholt werden. Auf der makroskopischen Skala scheint es, dass nur die Beobachtung der Perihelbewegung [von Merkur](#) als zuverlässig beobachtetes Phänomen angenommen werden kann.



### Literaturhinweise.

- 1- N. Straumann, *General Relativity and Relativistic Astrophysics*, Springer-Verlag, Berlin, pages, 459, 1991.
- 2- I. I. Shapiro, R. D. Reasenberg, P. E. MacNeil, R. B. Goldstein, J. P. Brenkle, D. L. Cain, T. Komarek, A. I. Zygielbaum, W. F. Cuddihy and W. H. Michael Jr., *The Viking Relativity Experiment*, in *Journal of Geophysical Physics*, 82, 28, p. 4329-4334, 1977.
- 3- I. I. Shapiro, *New Method for the Detection of Light Deflection by Solar Gravity*, *Science*, 157, p. 806, 1967.
- 4- K. R. Lang, *Astrophysical Data: Planets and Stars*, Springer-Verlag, 937 pages, 1991.
- 5- I. I. Shapiro, *Fourth Test of Relativity*, in *Physical Review Letters*, 13, 26, p. 789-791, 1964.
- 6- M. G. Bowler, *Gravitation and Relativity*, Pergamon Press, Oxford, 172 pages, 1976.
- 7- D. E. Lebach, B. E. Corey, I. I. Shapiro, M. I. Ratner, J. C. Webber, A. E. E. Rogers, J. L. Davis and T. A. Herring, *Measurement of the Solar Gravitational Deflection of Radio Waves Using Very-Long-Baseline Interferometry*, in *Physical Review Letters*, 75, 8, p. 1439-1442, 1995.
- 8- R. M. Goldstein, *Science* 166, p. 598-601, Superior Conjunction of Pioneer 6, 1969.
- 9- A. A. Chastel, J. F. Heyvearts, *Nature*, 249, p. 21-22, 1974.
- 10- G. S. Levy, T. Sato, B. L. Seidel, C. T. Stelzried, *Pioneer 6: Measurement of Transient Faraday Rotation Phenomena Observed during Solar Occultation*, *Science* 166, No: 3905, P. 596-598, 1969.
- 11- S. Depaquit, J. P. Vigier, J. C. Pecker, *Comparaison de deux observations de déplacement anormaux vers le rouge observés au voisinage du disque solaire*. *C. R. Acad., Sc. Paris, Série B*, p. 113-114, t. 280, 1975
- 12- A. A. Chastel, J. F. Heyvearts, *Broadening and Anomalous Shift of Pioneer VI Telemetry Line An Effect of Coronal Inhomogeneities Useful for Diagnostics*, *Astron. & Astrophys.* 51, 171-183, 1976.
- 13- L. Accardi, A. Laio, Y. G. Lu, G. Rizzi, *A Third Hypothesis on the Origin of the Redshift: Application to the Pioneer 6 Data*, *Physics Letters A*. 209, p. 277-284, 1995.
- 14- P. Marmet, *Einstein's Theory of Relativity versus Classical Mechanics*, Editor [Newton Physics Books](#), 200 pages, 1997, Ogilvie Road, Gloucester, Ontario, Canada, K1J 7N4.
- 15- W. C. Erickson, *Astrophysical Journal*, 139, p. 1290, 1964.
- 16- A. Einstein, *Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik*, 4, 411, 1908.
- 17- A. Einstein, *Über den Einfluss der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes*, in *Annalen der Physik*, 35, 898, 1911. Translated in English in H. A. Lorentz, A. Einstein, H. Minkowski, and H.

