

Die übersehenen Phänomene im Michelson-Morley-Experiment

von Paul Marmet

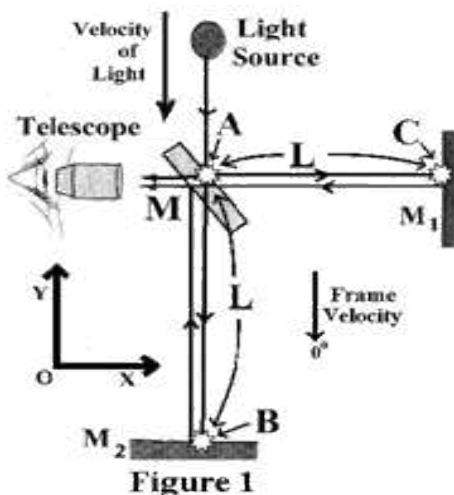
Original übersetzt von M.Hüfner
letzte Durchsicht:01.11.12

Zusammenfassung.

Wir zeigen, dass Michelson und Morley eine vereinfachte Beschreibung verwendeten und nicht bemerkten, dass ihre Berechnungen mit ihrer eigenen Hypothese nicht übereinstimmten, dass Licht in allen Koordinatensystemen eine konstante Geschwindigkeit hat. Während des letzten Jahrhunderts sind die Michelson-Morley-Gleichungen verwendet worden, ohne festzustellen, dass zwei wesentliche grundlegende Phänomene in der Michelson-Morley-Demonstration fehlen. Wir zeigen, dass die Geschwindigkeit des Spiegels berücksichtigt werden muss, um den Reflexionswinkel des Lichtes zu berechnen. Unter Verwendung des Huygens-Prinzips sehen wir, dass der Reflexionswinkel des Lichtes auf einem bewegten Spiegel eine Funktion der Geschwindigkeit des Spiegels ist. Dieses ist in der Michelson-Morley-Berechnung ignoriert worden. Auch wegen der Querrichtung des bewegten Koordinatensystems kommt Licht nicht bei 90 Grad in das Instrument herein, wie im Michelson-Morley-Experiment angenommen. Wir bestätigen, dass die Grundidee, die von Michelson-Morley vorgeschlagen wird, um die Abweichung der Raumzeit, unter Verwendung eines Vergleiches zwischen den Zeiten zu prüfen, die Licht benötigt, um in der Parallelrichtung in Bezug auf eine Querrichtung zurücklegt, sehr reizvoll ist. Jedoch zeigen wir hier, dass die üblichen Vorhersagen, wegen jener zwei nicht berücksichtigten klassischen Sekundärphänomene ungültig sind. Wenn diese übersehenen Phänomene berücksichtigt werden, sehen wir, dass ein ungültiges Ergebnis, im Michelson-Morley-Experiment, die natürliche Folge ist, und das aus der Annahme eines absoluten Bezugskoordinatensystems und der Galilei'schen Transformation resultiert. Im Gegenteil: Es wäre eine Verschiebung der Interferenzstreifen erforderlich, um Einsteins Relativität zu stützen. Deshalb hat die Relativitätstheorie für das letzte Jahrhundert auf einer irreführenden Berechnung basiert.

1 - Einschätzung des Problems.

Das Ziel des Michelson-Morley-Experiments(1-10) ist es zu überprüfen, ob die Zeit, die das Licht braucht, um eine Strecke in Richtung parallel zur Geschwindigkeit eines bewegten Koordinatensystems zurückzulegen die selbe ist wie die Zeit, die die gleiche Strecke in einer Richtung senkrecht dazu zurücklegt. Das Experiment basiert auf der Annahme, dass die Lichtgeschwindigkeit in einem absolut ruhenden Koordinatensystem konstant ist.



Der Michelson-Morley-Apparat(1) wird auf Abbildung 1 veranschaulicht. Nachdem Licht durch die Lichtquelle ausgestrahlt wird, wird der Lichtstrahl in einem zentralen halbdurchlässigen Spiegel M in zwei zueinander senkrechte Richtungen aufgespalten. Die Strecke L zurückgelegt zwischen Punkt A (Spiegel ist M) und Punkt B auf Spiegel M₂ ist gleich dem Abstand L zwischen dem Punkt A auf Spiegel M und Punkt C auf Spiegel M₁.

In unserem Experiment wollen wir annehmen, dass sich das Licht abwärts mit der Geschwindigkeit c bewegt, während das Koordinatensystem sich auch nach unten aber mit der

Geschwindigkeit v bewegt, wie auf Abbildung 1 veranschaulicht. Um die Hypothese zu überprüfen, dass die Lichtgeschwindigkeit in Bezug auf ein absolutes Bezugssystem c ist, (im Gegensatz zu einer konstanten Geschwindigkeit, die gleich c in allen bewegten Bezugssystemen ist), haben Michelson und Morley den Zeitabstand berechnet, die das Licht in Längsrichtung (zwischen A und B) braucht verglichen mit der Zeit, die das Licht in der Querrichtung zwischen A und C braucht. Deshalb schlugen sie vor, ein Interferometer, wie auf Abbildung 1 veranschaulicht zu errichten, um ihre Hypothese zu überprüfen. Entsprechend den Michelson-Morley-Vorhersagen, die bekräftigten, dass der optische Weg

für Licht zwischen den Armen des Interferometers in Bewegung unterschiedlich sein müsse, muss es auf dem Spiegel M, in dem die Strahlen zusammen geführt werden, eine Verschiebung der Interferenzstreifen geben, wenn der Apparat gedreht wird. Es ist jedoch überhaupt keine Verschiebung mit der von Michelson-Morley vorausgesagten Amplitude beobachtet worden. Wir wollen deshalb ihre Berechnung überprüfen.

Im Michelson-Morley-Experiment wird angenommen, dass das Licht sich mit einer konstanten Geschwindigkeit in Bezug auf ein ruhendes absolutes Koordinatensystem bewegt. In diesem Experiment berechnen Michelson und Morley die Zeit $t(A \rightarrow B \rightarrow A)$, die das Licht benötigt, um die Strecke von A nach B und von B bis A zurück zulegen, während das Koordinatensystem sich mit der Geschwindigkeit v bewegt. Wir sehen, wenn sich das Koordinatensystem vom Bezugspunkt des Lichtes weg bewegt, dass das Licht das bewegte Koordinatensystem (von $A \rightarrow B$) mit der Geschwindigkeit $(c-v)$ passiert, während es die Distanz L überstreicht. Wenn das Licht von $B \rightarrow A$ zurückkehrt, dann passiert es das bewegte Koordinatensystem mit der Geschwindigkeit $(c+v)$, während wieder der gleiche Abstand L überstrichen wird. Diese zwei Zeitabstände werden in der folgenden Gleichung zusammengefügt:

$$t(A \rightarrow B \rightarrow A) = t(A \rightarrow B) + t(B \rightarrow A) = \frac{L}{c-v} + \frac{L}{c+v} = \frac{2Lc}{c^2 - v^2} = \frac{2L}{c} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1} \quad (1)$$

Da der letzte Term in den Klammern von Gleichung (1) größer als Eins ist, braucht Licht eine längere Zeit für den Rückweg, als wenn die Geschwindigkeit des Koordinatensystems null wäre. Deshalb muss Licht ein Extraabstand zwischen den Standorten $A \rightarrow B \rightarrow A$ zurücklegen, wenn das System in der Bewegung ist. Unter Verwendung einer Reihenentwicklung kann Gleichung (1) geschrieben werden als:

$$t(A \rightarrow B \rightarrow A) = t_v = \frac{2L}{c} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1} = t_0 \left(1 + \frac{v^2}{c^2} + \dots\right) \quad (2)$$

In Gleichung (2) ist t_0 die Zeit, die das Licht braucht, um die Strecke $2L$ zurückzulegen, wenn die Geschwindigkeit null ist. Ebenso ist t_v die Zeit, wenn die Geschwindigkeit des Koordinatensystems v ist. Wir haben t_0 gleich:

$$t_0 = \frac{2L}{c} \quad (3)$$

Wenn das Licht zwischen $A \rightarrow C \rightarrow A$ quer zur Lichtgeschwindigkeit c im absoluten Koordinatensystem reflektiert wird, wird der Lichtweg als ein gleichschenkliges Dreieck im ruhenden Koordinatensystem gesehen. Unter Verwendung der Geometrie finden wir, dass die Zeit, die das Licht dann benötigt, ist:

$$t(A \rightarrow C \rightarrow A) = \frac{2L}{(c^2 - v^2)^{1/2}} = \frac{2L}{c} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1/2} \quad (4)$$

Gleichung (4) gibt den Zeitabstand $t(A \rightarrow C \rightarrow A)$ den Licht benötigt, um den Weg zwischen den bewegten Standorten ($A \rightarrow C \rightarrow A$) zurückzulegen. Unter Verwendung einer Reihenentwicklung von Gleichung (4), kann die Zeit, die das Licht in der Querrichtung benötigt, geschrieben werden als:

$$t(A \rightarrow C \rightarrow A) = t_v = \frac{2L}{c} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1/2} = t_0 \left(1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} + \dots\right) \quad (5)$$

Entsprechend Michelson und Morley haben wir in Gleichung (2) gesehen, dass, wenn die Lichtbewegung parallel zur Geschwindigkeit des Koordinatensystems (zwischen $A \rightarrow B \rightarrow A$) ist, braucht

das Licht eine zusätzlichen Zeit, die in Bezug auf das System im Ruhezustand gleich: $t_0 (v^2/c^2)$ ist. Jedoch in Gleichung (5), wenn die Richtung des Koordinatensystems zur Lichtgeschwindigkeit (zwischen $A \rightarrow C \rightarrow A$) quer ist, dann ist die zusätzliche Zeit, wegen der richtigen Geschwindigkeit des Koordinatensystems verschieden. Sie ist jetzt nur Hälfte des anderen Wertes. Der Unterschied der Zeit ist $(t_0/2) (v^2/c^2)$. Es ist dieser Unterschied des Zeitabstands zwischen den Koordinatenachsen, der Michelson und Morley dazu führte, vorauszusagen, dass es eine Verschiebung der Interferenzstreifen zwischen den Armen des Interferometers geben sollte. Aus den Gleichungen (2) und (5) ersehen wir, dass es zwischen der Parallelrichtung ($A \rightarrow B$) und der Querrichtung ($A \rightarrow C$) eine Zeitdifferenz gibt, die gleich ist:

$$\Delta t(\text{between arms}) = \{t(A \rightarrow B \rightarrow A) - t(A \rightarrow C \rightarrow A)\} = t_0 \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} \quad (6)$$

Es gibt eine Wegdifferenz ΔL , entsprechend dem Zeitunterschied aus Gleichung (6). Diese Differenz ist gleich der Lichtgeschwindigkeit c mal Δt (siehe Gleichung (6)). Deshalb ist die Differenz des Lichtweges zwischen dem parallelen und dem Querarm des Interferometers, wie durch Gleichung (3) und (6) gegeben:

$$\Delta L(\text{between arms}) = c \Delta t(\text{between arms}) = L \frac{v^2}{c^2} \quad (7)$$

Wenn man das Interferometer um $\phi = 90$ Grad dreht, **tauschen** die zwei Strahlen ihre Längen aus und geben eine Gesamtwegdifferenz $DL(\text{Rotation } 90^\circ)$ zwischen den zwei gedrehten senkrechten Achsen. Unter Verwendung von Gleichung (7) ist die Differenz der Weglänge $DL(\text{Rotation } 90^\circ)$ wegen dieser Rotation:

$$\Delta L(\text{rotation } 90^\circ) = 2\Delta L(\text{between arms}) = 2L \frac{v^2}{c^2} \quad (8)$$

Entsprechend Michelson-Morley gibt Gleichung (8) die Differenz des Lichtweges zwischen der parallelen und der senkrechten Richtung, wenn der Apparat um 90° gedreht wird. Nach diesen Berechnungen wurde das Michelson-Morley-Experiment von vielen Forschern unter verschiedenen Bedingungen gemacht und an den verschiedenen Standorten wiederholt. Am wichtigsten ist: es wurde experimentell beobachtet, dass die Verschiebung der Interferenzstreifen wenn überhaupt ziemlich geringfügig war und deshalb viel kleiner als von Michelson und von Morley vorausgesagt. Infolgedessen entschieden sich Wissenschaftler, irgendeine esoterische Hypothese in Erwägung zu ziehen, um diese experimentellen Beobachtungen zu erklären. Wir zeigen hier, dass diese Michelson-Morley-Demonstration ernsthaft vereinfacht worden ist. Tatsächlich stellen wir im folgenden dar, dass dieses unerwartete Ergebnis an einer fehlerhaften Vorhersage liegt.

2 - Reflexion des Lichtes auf einem bewegten Spiegel.

Wir zeigen hier, dass es mindestens zwei entscheidende physikalische Phänomene gibt, die in der Michelson-Morley-Berechnung ignoriert worden sind. Die Bedeutung dieser Phänomene ändert radikal die Michelson-Morley-Vorhersage. Eins von diesen Phänomenen steht im Zusammenhang mit dem reflektierten Licht an dem halbtransparenten Spiegel M des Interferometers.

Im Michelson-Morley-Experiment geht man davon aus, dass Licht auf 90° reflektiert wird, weil der Spiegel unter 45° steht. Jedoch zeigen wir hier, dass es wegen der Eigengeschwindigkeit des Spiegels so nicht sein kann. Wann immer ein Spiegel eine Geschwindigkeit in Bezug auf ein stationäres Koordinatensystem besitzt, in dem Licht mit der Geschwindigkeit c läuft, sehen wir hier, dass die üblichen Reflexionsgesetze auf bewegten Spiegeln nicht mit der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit in

diesem Koordinatensystem übereinstimmen¹.

Auf Abbildung 2 wollen wir zuerst die Bewegung des Spiegels M bei 45° betrachten, der sich in die gleiche Abwärtsrichtung wie das ankommende Licht bewegt. Die Position des Spiegels zur Zeit ($t_m=1$)

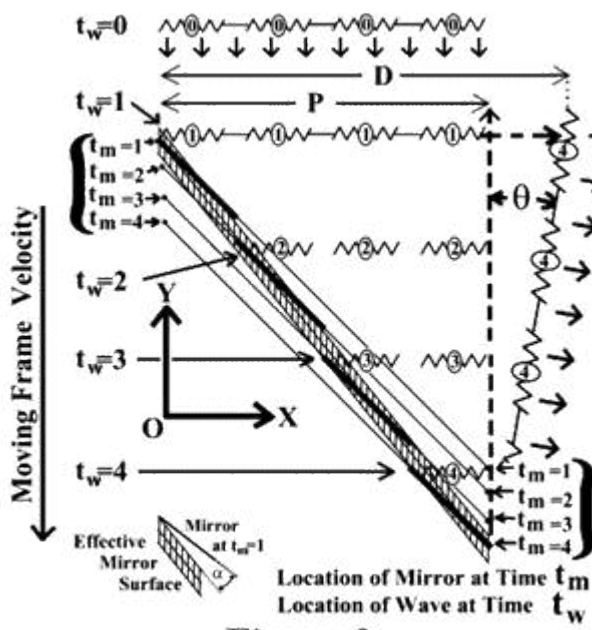


Figure 2

wird durch die schmale Linie zwischen dem Paar von Beschriftungen ($t_m=1$) dargestellt. Zu Zeit $t_w=0$ (beschriftet mit vier 0'en in der Wellenfront) sehen wir die ankommende Welle. Wir betrachten das Licht, das nach und nach auf dem Spiegel M ankommt. Zur Zeit $t_w=1$ (beschriftet mit 1'en) sehen wir, dass die ankommende Wellenfront gerade die linke Seite des Spiegels M erreicht. Während der Zeit, in der diese Wellenfront sich abwärts bewegt und die rechte Seite des Spiegels erreicht, bewegt sich der Spiegel M selbst zwar langsamer als das Licht eine kurze Entfernung abwärts. Die kontinuierliche Weiterentwicklung der Wellenfront auf dem Spiegel (während der Spiegel sich nach unten bewegt), wird in vier Schritten veranschaulicht. Während jedes Schrittes wird der (sich nach unten bewegende) Spiegel zwischen jedem Paar Beschriftungen $t=1_m$, $t=2_m$, $t=3_m$ und $t=4_m$ gezeigt.

Wir wollen jetzt die Bewegung der Wellenfront betrachten. Die Etiketten auf jeder Wellenfront ($t_w=0, 1, 2, 3$ oder 4) werden an jedem einzelnen Viertel der Wellenfront wiederholt. Nach der Anfangszeit $t_w=0$, wird die selbe Wellenfront zu den verschiedenen späteren Zeitpunkten der Lichtausbreitung: $t_w=1, t_w=2, t_w=3$ und $t_w=4$, angezeigt (auf jedem Segment gekennzeichnet). Alle Wellenfronten (beschriftet mit $t_w=1, t_w=2, t_w=3$ und $t_w=4$) eingezeichnet auf Abbildung 2 beziehen sich auf die gleiche Wellenfront zu verschiedenen Zeitpunkten.

Wir wollen nun die Weiterentwicklung der Wellenfront betrachten. Zur Zeit $t_w=1$, (auf Abbildung 2) erreicht die linke Seite der Wellenfront des Lichtes gerade die linke Seite (dickes Segment) des Spiegels M, (segmentiert in vier Teile). Zu diesem Zeitpunkt ist das erste Segment (dicke Linie) des Spiegels am Spiegelstandort $t_m=1$. Dann bewegt sich die Wellenfront weiter nach unten. Zur Zeit $t_w=2$ erreicht das zweite Viertel der gleichen Wellenfront das zweite Viertel des Spiegels, (sehen Sie das dicke Segment am Spiegelstandort $t_m=2$), der sich dann wegen der Geschwindigkeit des Spiegels abwärts bewegt hat. Ähnlich zum Zeitpunkt $t_w=3$, erreicht das dritte Segment der Wellenfront den dritten Abschnitt des Spiegels, (sehen Sie das dicke Segment am Spiegelstandort $t_m=3$), der sich weiterhin während dieser Zeit nach unten bewegte. Schließlich zur Zeit $t_w=4$, wird die Reflexion der Wellenfront auf dem Spiegel abgeschlossen, nachdem das vierte Segment der Wellenfront über den vierten Abschnitt des Spiegels reflektiert ist (dickes Segment am Spiegelstandort $t_m=4$), der sich weiterhin wegen der Spiegelgeschwindigkeit abwärts bewegt hat. Selbst wenn der Spiegel genau einen Winkel von 45 Grad in Bezug auf die ankommende Welle hat, wird daher diese Welle durch einen Spiegel reflektiert, der effektiv im Allgemeinen einen größeren Winkel erzeugt, weil der Spiegel während der Reflexionszeit an seiner Oberfläche, die Zeit hat, sich nach unten zu bewegen. Der „effektiv bewegte Spiegel“ wird auf Abbildung 2 durch die Summe der vier dicken Segmente des bewegten Spiegels veranschaulicht, gebildet durch den breiten Satz von den schmalen Linien (gekennzeichnet von drei parallele Linien) und umfasst von

¹ Das ruhende Koordinatensystem ist in Ruhe bezüglich der Sonne und das bewegte Koordinatensystem bezieht sich auf die Erdbewegung. Die Bahngeschwindigkeit beträgt etwa 30km/s .

dem durchschnittlichen Standort die vier dicken Abschnitte des Spiegels. Dieser effektive Spiegel hat einen effektiven Winkel α (in Bezug auf 45 Grad) wie auf Abbildung 2 veranschaulicht. Der Winkel α zwischen dem unmittelbaren und dem effektiv bewegten Winkel des Spiegels wird separat auf Abbildung 2 gezeigt (unten links). Es kann gezeigt werden, dass dieses Winkel α die Hälfte der Zunahme des Winkels θ der Reflexion des Lichtes wegen der Spiegelgeschwindigkeit darstellt. Jedoch hier wird der Reflexionswinkel des Lichtes unter Verwendung einer direkteren Methode berechnet.

Wir wollen nun die Änderung des Winkels (infolge der Geschwindigkeit des bewegten Spiegels) der reflektierten Wellenfront nach der Reflexion berechnen. Die projizierte Breite der Wellenfront auf Spiegel M ist gleich P (siehe Abb. 2). Die „unmittelbare“ Position des Spiegels in Bezug auf die Wellenfront ist genau 45° . Da sich das Licht abwärts mit einer Geschwindigkeit $(c-v)$ in Bezug auf das bewegte Koordinatensystem bewegt, wollen wir den Zeitabstand T_1 berechnen, der benötigt wird, um den gegenüberliegenden Rand des Spiegels zu erreichen. Da der Spiegel bei 45° ist, ist der vertikale Abstand (der Projektion) P derselbe. Die Zeit T_1 , die das Licht benötigt, um den vertikale Abstand P zurückzulegen, ist:

$$T_1 = \frac{P}{c - v} \quad (9)$$

Wir können sehen, dass die Änderung des Abstandes P in der vertikalen Richtung, wegen der Bewegung des Spiegels zu eine Korrektur führt, die eine geringfügig höhere Potenz von v/c bedeutet. Zur selben Zeit T_1 , während das Licht abwärts zur rechten Seite des Spiegels läuft, läuft das vorher reflektierte Licht auf der linken Seite des gleichen Spiegels horizontal zur rechten Seite. Die horizontale Lichtgeschwindigkeit ist gleich c . Wir wollen diesen horizontalen Abstand D berechnen, den das Licht mit der Geschwindigkeit c im gleichen Zeitintervall T_1 zurückgelegt hat. Unter Verwendung von Gleichung (9) finden wir:

$$D = cT_1 = c \frac{P}{c - v} \cong P \left(1 + \frac{v}{c} \right) \quad (10)$$

Der Abstand D wird auf Abbildung 2 veranschaulicht. In Gleichung (10), berücksichtigen wir, dass die relative Geschwindigkeit des Spiegels (der die Geschwindigkeit der Erde um die Sonne ist) (d.h. $1/10000$) verglichen mit der Lichtgeschwindigkeit sehr klein ist. Höhere Potenzen von v/c werden entsprechend vernachlässigt (wie in Gleichung (10) gesehen).

Wir wollen Huygens Methode der Lichtausbreitung anwenden. Von Abbildung 2 sehen wir, dass, nach der Reflexion an der oberen linken Ecke des Spiegels, Huygens Wellen-Methode zeigt, dass Licht eine größere horizontale Distanz D zurückgelegt hat, als die X-Koordinate „P“ auf der rechten Seite des Spiegels. Deshalb erzeugt das den Winkel θ auf der reflektierten Wellenfront. Von Gleichung (10) finden wir, dass der zusätzliche Abstand (D-P) ist:

$$D - P = P \frac{v}{c} \quad (11)$$

Von Abbildung 2 und von den Gleichungen (10) und (11) ist der Tangens des Winkels θ :

$$D = cT_1 = c \frac{P}{c - v} \cong P \left(1 + \frac{v}{c} \right) \quad (12)$$

Deshalb wird Licht bei $(90+\theta)^\circ$ reflektiert, wenn der statische Winkel des Spiegels bei 45 Grad mit einer Geschwindigkeit v bewegt. Abbildung 2 veranschaulicht die Wellenfront (der Wellenzeichnung) (Etikett $t_w=4$) nach Totalreflexion am bewegten Spiegel mit dem zusätzlichen Winkel θ , aufgrund des effektiven Winkels α .

Es ist wichtig festzustellen, dass der Winkel θ auch erscheint, wenn das bewegte Koordinatensystem

in verschiedene Richtungen läuft. Anstatt den Spiegel wie in Abbildung 2 abwärts zu bewegen, können wir unter Verwendung der gleichen Methode zeigen, dass die Zunahme des Winkel θ der Wellenfront die selbe ist, wenn der Spiegel sich zur linken Seite bewegt. Unter Verwendung der gleichen Methode wie oben können wir auch zeigen, dass sich, wenn der Spiegel sich in eine Richtung gegen die Lichtgeschwindigkeit (aufwärts) oder zur rechten Seite bewegt, der effektive Ablenkwinkel des Lichtes dann um den Winkel θ verringert.

Die Demonstration, die zeigt, wie die Änderung des Ablenkwinkels das Lichtes an einem Spiegel reflektiert, der sich senkrecht zur Lichtausbreitung bewegt, wird im [Anhang](#) dieses Papiers gegeben.

3 - Verschobene Richtung des Lichtes in einer Querrichtung.

Es gibt ein zweites Phänomen, das auch im Michelson-Morley Experiment ignoriert worden ist.

Wir wollen jetzt Abbildung 3 betrachten. Gerade wie von Michelson und von Morley angenommen, veranschaulicht Abbildung 3 die Lichtbewegung mit der Geschwindigkeit c in Bezug auf ein stationäres

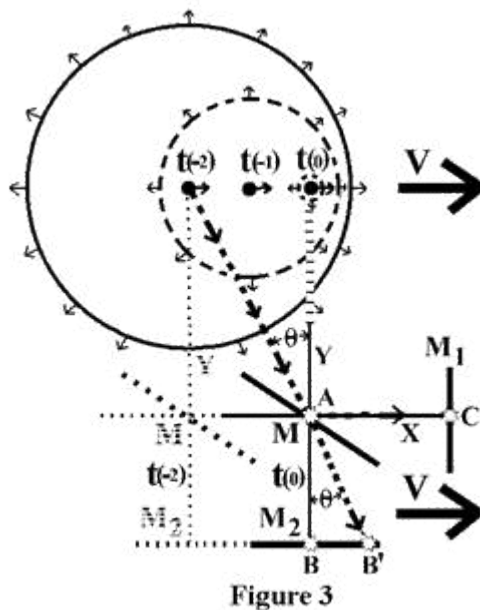


Figure 3

Koordinatensystem. Nach Emission bildet dieses Licht Kreiswellenfronten um den momentanen Standort des Emitters. Dann werden die Kreiswellenfronten mit der Zeit größer. Gleichwohl ist in diesem Problem hier die „Lichtquelle“ nicht stationär, sondern verschiebt sich seitlich auf der Erde zur selben Zeit wie das Interferometer. Auf Abbildung 3 veranschaulichen wir beides: Die Lichtquelle und das Interferometer bewegen sich mit der Geschwindigkeit v zur rechten Seite.

Wir wollen eine Wellenfront des Lichtes ausgestrahlt zur Zeit $t(-2)$ betrachten. Selbstverständlich befindet sich der Spiegel M des Michelson-Morley-Interferometers, um das vorliegenden Licht zu emittieren, gerade unterhalb der Lichtquelle, in der das Interferometer gezeigt wird (Geisterbild). Zwei Zeiteinheiten später bei $t(0)$, erreicht die kugelförmige Wellenfront des Lichtes (ausgestrahlt bei $t(-2)$) den Spiegel M des Michelson-Morley-Interferometers (neuer

Standort des Interferometers gezeichnet mit dunklen Linien). Gleichzeitig bewegt sich die lichtemittierende Quelle auch zur rechten Seite. Deshalb haben beide, die Quelle und das Interferometer, noch ähnliche relative Positionen (die gleiche vertikale Achse) wie experimentell gesehen. Diese Beschreibung entspricht dem experimentellen Michelson-Morley Apparat.

Wir sehen, dass das Licht, das den Standort A auf Spiegel M erreicht, herrührt von einem Standort, in dem sich die Lichtquelle zwei Zeiteinheiten zuvor befand. Wir sehen, dass das Licht offenbar einen Winkel θ in Bezug auf die Y-Achse bildet, um den Spiegel M am Standort A des Interferometers zu erreichen und darüber hinaus in Richtung zu B'. Selbst wenn die Lichtquelle immer genau über dem Spiegel M des Interferometers sitzt, muss deshalb wegen der Eigengeschwindigkeit des Koordinatensystems eingesehen werden, dass das Licht, das in Richtung zum Spiegel M_2 läuft, entweder betrachtet werden kann, als sich mit der Geschwindigkeit c unter dem Winkel θ im ruhenden Koordinatensystem zu bewegen, oder mit der Geschwindigkeit $[c \cos\theta]$ entlang der y-Achse im sich bewegenden Koordinatensystem. Selbstverständlich sind, wie aus Abbildung 3 zu ersehen, diese zwei Berechnungen nicht zu unterscheiden. Jedoch ist die Funktion $\cos\theta$ im bewegten Koordinatensystem von Michelson und von Morley ignoriert worden. Dieses wird unten in Abbildung 5 berücksichtigt.

Wir wollen festhalten, dass die M-M-Berechnung² eine vollständig klassische Berechnung ist (keine relativistische). Nochmal, die M-M-Berechnung ist total klassisch, „mit einem absoluten Koordinatensystem“, egal wie auch immer die Beobachtungen des bewegten Beobachters sind! Wir wollen nun wieder betrachten, wie viel Zeit Licht benötigt, um vom Punkt A auf dem Spiegel M zum

² M-M-Berechnung = Michelson-Morley-Berechnung

Spiegel M_2 zu laufen (Abbildung 3), unabhängig vom Standort auf der Oberfläche des Spiegels M_2 . Wir sehen, das selbst wenn der Beobachter im bewegten Koordinatensystem erkennt, dass das Licht sich entlang seiner bewegten y -Achse bewegt, das Zeitintervall, das das Licht benötigt, um diese Strecke zurückzulegen, $(L/\cos\theta)/c$ ist (weil sich das Koordinatensystem bewegt). Da dieses eine klassische Berechnung ist, gibt es keine Raumzeit-Verzerrung, die in diese Berechnung, wie für die M-M-Berechnung erwartet, mit einbezogen wird.

Es scheint, dass wir so sehr in die Relativitätstheorie verwickelt sind, dass wir manchmal „übersehen“, wann genau wir Relativitätstheorie oder klassische Physik anwenden müssen. Es ist nicht, weil der bewegte Beobachter den Winkel θ nicht direkt sehen kann, das der Zeitabstand zwischen den Spiegeln M und M_2 sich ändert! Die Übertragungszeit ist länger, weil im M-M-Experiment das Licht, das vom Spiegel M bis M_2 läuft, notwendigerweise über den Winkel θ laufen muss.

Ein ähnliches Phänomen wird beobachtet, wenn sich zwei schnelle Autos, Schall ausstrahlend, in der stationären Luft parallel bewegen. Der Beobachter in beiden Autos wird Töne ermitteln, die anscheinend aus einer Richtung senkrechten zu ihrer Geschwindigkeit kommen, aber das Zeitintervall, das der Ton benötigt, bevor er das gegenüberliegende Auto erreicht, vergrößert sich mit dem Faktor $(L/\cos\theta)$ mit der Geschwindigkeit der Autos.

Die Tatsache, dass der Lichtweg, der das Interferometer erreicht, einen Winkel θ in Bezug auf die beobachtete Richtung innerhalb des bewegten Koordinatensystems macht, hängt mit einem anderen weithin bekannten Phänomen zusammen, entdeckt von Bradley(11) im Jahre 1725³. Dieses Phänomen erklärt, wie ein Beobachter im bewegten Koordinatensystem Licht, das aus einer Richtung parallel zur Y -Achse kommt, sehen kann, selbst wenn die Lichtquelle tatsächlich aus einem Winkel θ ist. Infolgedessen wird es offensichtlich, dass das Licht mehr Zeit braucht, um zwischen den Spiegeln M und M_2 zu laufen, als wenn das Koordinatensystem im Ruhezustand wäre. Dieses wird unten berücksichtigt.

4 - Anwendung auf den Michelson-Morley-Apparat.

Abbildung 4, stellt den Michelson-Morley-Apparat dar, der sich in eine Richtung bewegt, die zur Lichtgeschwindigkeit parallel ist. Auf Abbildung 4-A bewegt sich das Interferometer abwärts von der Lichtquelle weg.

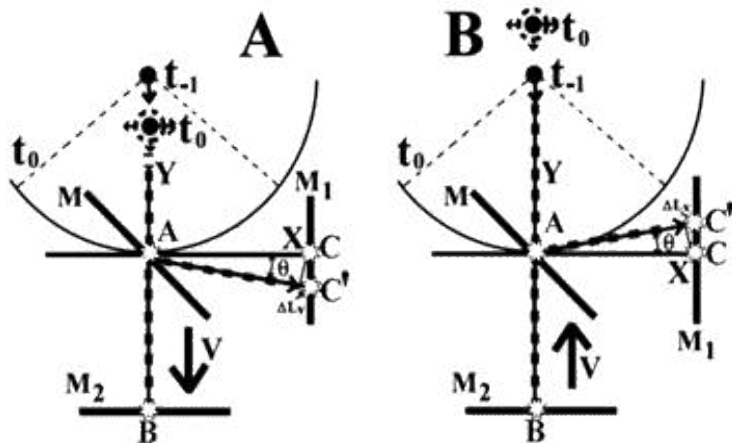


Figure 4

Die Lichtgeschwindigkeit im ruhenden Hintergrundkoordinatensystem ist c . Deshalb bewegen sich beide, die Lichtquelle und das Interferometer in Bezug auf diesen Hintergrund wie im Michelson-Morley-Apparat. Auf Abb. 4-A dehnt sich die ausgestrahlte Wellenfront aus und bildet Kreise um die augenblickliche Position, in der sich die Lichtquelle zum Zeitpunkt der Emission befindet. Auf Abbildung 4 wird die Hälfte des Lichtes von Standort A auf den Spiegel M , in Richtung zu Spiegel M_1 reflektiert, und die andere Hälfte wird durch den Spiegel M in Richtung zu Spiegel M_2 geschickt. Die Lichtwege werden

als dicke Striche auf einer schmalen Linie veranschaulicht .

Abbildung 4 zeigt das bewegte Interferometer und die Wellenfront des augenblicklichen Lichts, das früher ausgestrahlt wurde und den Spiegel M des Interferometers erreicht, wie es vom ruhenden Koordinatensystem zur Zeit $t=0$ gesehen wird. Dieses Licht wurde vorher zur Zeit $t=-1$ ausgestrahlt. Auf Abb. 4-A, bewegt sich das Koordinatensystem abwärts. Er verschiebt sich aufwärts auf Abb. 4-B.

3 Der Abberation des Sternenlichtes, die ein Nachweis für die Rotation der Erde um die Sonne ist. Jeder Stern beschreibt jährlich gegenüber dem Himmels-Koordinatensystem eine kleine Ellipse mit $41''$ Durchmesser; nur bei Sternen senkrecht oberhalb beziehungsweise unterhalb der Erdbahn ist diese Richtungsänderung kreisförmig. Ihr mittlerer Radius von $20,49552''$ heißt **Aberrationskonstante**

Abb. 4-A veranschaulicht das Licht, das von der Quelle zu Zeit $t(-1)$ ausgestrahlt wird. Später zur Zeit $t(0)$ sehen wir, dass das Koordinatensystem sich nach unten bewegt hat. Dann zur Zeit $t(0)$ bildet die Wellenfront, die bei $t(-1)$ ausgestrahlt wurde, einen Kreis, der gerade den Standort A auf dem Spiegel M des Michelson-Morley-Interferometers erreicht. Wie auf Abb. 4-A veranschaulicht, ist die Geschwindigkeit des Koordinatensystems zur Lichtgeschwindigkeit parallel, wenn sich Licht durch Spiegel M in Richtung zu Standort B auf Spiegel M_2 bewegt. Das Licht läuft direkt von A auf den Spiegel M in Richtung zu Punkt B auf Spiegel M_2 . Wir haben oben in Gleichung (2) gesehen, dass die Zeit, die das Licht zwischen Spiegeln benötigt, wenn die Bewegungen des bewegten Koordinatensystems zur Lichtgeschwindigkeit parallel ist, gleich:

$$t(A \rightarrow B \rightarrow A) = t_0 \left(1 + \frac{v^2}{c^2} + \dots \right) \quad (13)$$

ist.

Jedoch im Falle, dass das Licht über den Spiegel M in Richtung zu Spiegel M_1 reflektiert wird, haben wir oben auf der Abbildung 2 gesehen, dass wegen der Geschwindigkeit des Spiegels, das Licht nicht bei 90° reflektiert wird. Wie in Abschnitt 2 demonstriert (siehe Gleichung 12), wird das Licht in einem zusätzlichen Winkel θ reflektiert. Deshalb läuft das Licht nicht von $A \rightarrow C \rightarrow A$. Stattdessen läuft das Licht, wegen der Geschwindigkeit des Spiegels, von A nach C' und kehrt zu A zurück wie auf Abb. 4-A gezeigt. Unter Verwendung von Abbildung 4 wollen wir die Zeit-Verlängerung berechnen, die das Licht wegen des Extraabstandes am Winkel θ anstelle des horizontalen Weges zurücklegt. Das Verhältnis zwischen dem Abstand $A \rightarrow C \rightarrow A$ und $A \rightarrow C' \rightarrow A$ ist:

$$\frac{A \rightarrow C' \rightarrow A}{A \rightarrow C \rightarrow A} = \frac{1}{\cos\theta} \quad (14)$$

Unter Verwendung einer Reihenentwicklung von $\cos\theta$ erhalten wir aus Gleichung (14)

$$\frac{A \rightarrow C' \rightarrow A}{A \rightarrow C \rightarrow A} = \frac{1}{\cos\theta} = 1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} + \dots \quad (15)$$

Wenn die Zeiten $t(A \rightarrow C' \rightarrow A)$ und $t(A \rightarrow C \rightarrow A)$ für die Lichtausbreitung (mit der Geschwindigkeit c) proportional zum Abstand sind, haben wir von Gleichung (14)

$$\frac{t(A \rightarrow C' \rightarrow A)}{t(A \rightarrow C \rightarrow A)} = \frac{A \rightarrow C' \rightarrow A}{A \rightarrow C \rightarrow A} = 1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} + \dots \quad (16)$$

die gleich ist:

$$\frac{A \rightarrow C' \rightarrow A}{A \rightarrow C \rightarrow A} = \frac{1}{\cos\theta} = 1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} + \dots \quad (17)$$

Das Einsetzen von Gleichung (5) in Gleichung (17) ergibt:

$$t(A \rightarrow C' \rightarrow A) = t_0 \left(1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} + \dots \right) \left(1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} + \dots \right) \quad (18)$$

welches gleich ist:

$$t(A \rightarrow C' \rightarrow A) = t_0 \left(1 + \frac{v^2}{c^2} + \dots \right) \quad (19)$$

Gleichung (19) zeigt, dass die Zeit der Lichtausbreitung in die Querrichtung entlang $A \rightarrow C' \rightarrow A$, die gleiche Zeit beträgt wie in der Parallelrichtung, die in Gleichung (13) gegeben wird. Deshalb ist die

Anzahl von Wellenlängen des Lichtes entlang dem horizontalen Lichtweg die selbe wie die Zahl entlang dem senkrechten Lichtweg. Das Phänomen der Reflexion an den bewegten Spiegeln, die von Michelson und Morley ignoriert wurden, erzeugen einen Effekt, der genau dem Zeitunterschied entspricht und der irrtümlich als eine Übereinstimmung mit der Relativitätstheorie in der modernen Physik interpretiert wurde.

Wir wollen auch den Fall betrachten, wenn sich Licht und das Koordinatensystem des Beobachters in die entgegengesetzte Richtung bewegen, wie auf Abb. 4-B veranschaulicht. Folglich ist wie an Abbildung 2 erklärt, wegen der richtigen Aufwärts-Geschwindigkeit von Spiegel M in die entgegengesetzte Richtung, der Winkel θ des Lichtstrahls in Bezug auf die X-Achse in die andere Richtung, verglichen damit, wenn das Koordinatensystem sich abwärts bewegt. Als Folge dieser Verschiebung in der Lichtrichtung durch den Winkel θ , erhalten wir die gleiche Zunahme des Abstandes in Richtung von θ und die gleiche Zeitdifferenz wie in Gleichung (19) berechnet. Deshalb ist die gesamte Zeitdifferenz $t(A \rightarrow C' \rightarrow A)$ genau die selbe, wie in Gleichung (19) gegeben. Es gibt keine Änderung der Wegezeit zwischen den Armen des Interferometers, entgegen zur allzu vereinfachten Berechnung von Michelson-Morley.

5 - Bewegtes Koordinatensystem in der Querrichtung zum einfallenden Licht.

Wir benutzen jetzt Abbildung 5, um die Lichtbahn zu sehen, die in das Interferometer eintritt und sich senkrecht mit der Geschwindigkeit v in Bezug auf die Lichtquelle bewegt.

Auf Abb. 5-A, sehen wir die Lichtquelle zu Zeit $t(-1)$, dass die kugelförmige Wellenfront des Lichtes

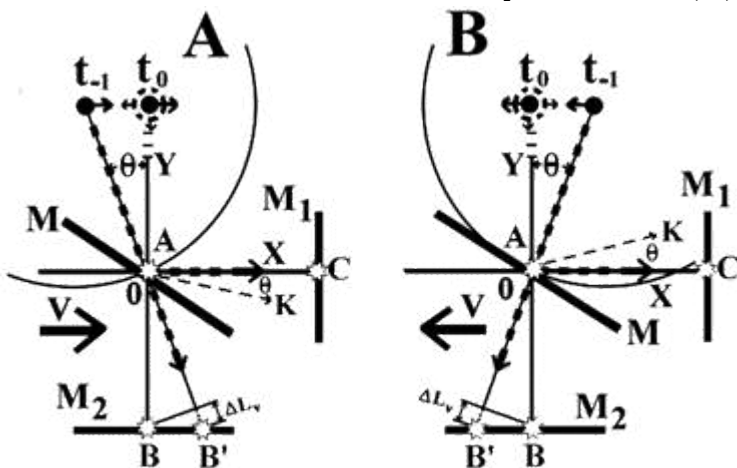


Figure 5

den Spiegel M des Interferometers zu Zeit $t(0)$ erreicht. Wir sehen, dass die Lichtquelle, in dem Augenblick als ihr Licht den Spiegel M erreicht, sich jetzt zum Standort $t(0)$ bewegt hat. Jedoch hatte das neue Licht, das gerade um Zeitpunkt $t=0$ ausgestrahlt wurde, nicht die Zeit, das Interferometer noch zu erreichen. Licht muss, um das Interferometer zu erreichen, immer vorher ausgestrahlt werden, damit es genügend Zeit hat, zum Interferometer zu laufen.

Abbildung 5 zeigt das bewegte Interferometer und die Wellenfront des Lichtes, die bei $t-1$ emittiert wurde, so, wie sie vom

ruhenden Koordinatensystem zur Zeit $t=0$ den Spiegel M des Interferometers erreicht. Auf Abb.5-A bewegt sich das Koordinatensystem zur rechten Seite. Das selbe Koordinatensystem bewegt sich auf Abb.5-B nach links. Wir bemerken, dass im Augenblick $t=0$ die Lichtquelle (t_0) und der Spiegel M, (am Standort A) genau in einer Richtung entlang der Y-Achse liegen, wie gerade auf Abbildung 4 erklärt. Dieses ist notwendig, um die Michelson-Morley-Beschreibung zufrieden zustellen, die erfordert, dass sich die Lichtquelle in Bezug auf die Geschwindigkeit des Koordinatensystems bei 90° befinden muss.

Folglich kann das Licht in diesem Fall, wegen der Geschwindigkeit des Koordinatensystem, im Gegensatz zu Abbildung 4, wegen der Querbewegung des Koordinatensystems, sich dann nicht auf der Y-Achse verschieben. Auf Abbildung 5 haben wir jetzt einen neuen Winkel θ in Bezug auf die Y-Achse, wegen der Geschwindigkeit des beweglichen Koordinatensystems. Deshalb kommt das Licht, wenn es das Interferometer aus einer Querrichtung erreicht, notwendigerweise auf dem Interferometer im Winkel θ in Bezug auf die Y-Achse an, wie auch auf Abbildung 3 veranschaulicht ist.

Auf Abb.5-A läuft das Licht nach Reflexion an dem bewegten Spiegel M in Richtung M_1 . Wegen der Geschwindigkeit des Spiegels wird Licht, wie auf Abbildung 2 und durch Gleichung (12) erklärt, an dem Spiegel M mit einem Einfallswinkel (in Bezug auf die Spiegeloberfläche) reflektiert, der nicht mehr 45° sondern $(45-\theta)^\circ$ ist. Deshalb ist auch der Reflexionswinkel $(45-\theta)^\circ$. Dieses wird auf Abb.5-A als die Richtung der ausgestrichenen Linie $A \rightarrow K$ veranschaulicht. Jedoch haben wir im letzten Paragraphen

von Abschnitt 2 gesehen, dass der Reflexionswinkel, wegen der Geschwindigkeit des Spiegels, um den Winkel θ verringert wird. Infolgedessen reflektiert der bewegte Spiegel das Licht in Richtung der X-Achse entlang dem Weg $A \rightarrow C \rightarrow A$, wie auf Abb. 5-A gezeigt ist. Da die Richtung des Lichtes entlang $A \rightarrow C \rightarrow A$ zur X-Achse parallel ist und das Licht sich parallel zur Geschwindigkeit des Bezugssystems bewegt, wird die Zeit, die das Licht zwischen $A \rightarrow C \rightarrow A$ benötigt, durch Gleichung (2) gegeben.

Wir müssen feststellen, dass wegen der Rotation des Apparates, die Bezeichnung $A \rightarrow B \rightarrow A$ in Gleichung 2 nach der Rotation des Koordinatensystems zu $A \rightarrow C \rightarrow A$ wird, wie auf Abbildung 5 veranschaulicht. Deshalb wird jetzt die Zeit $t(A \rightarrow C \rightarrow A)$, um die Strecke $A \rightarrow C \rightarrow A$ zurückzulegen, durch Gleichung (2) gegeben:

$$t(A \rightarrow C \rightarrow A) = t_0 \left(1 + \frac{v^2}{c^2} + \dots \right) \quad (20)$$

Wir wollen jetzt auf Abb. 5-A, das Licht studieren, das durch den Spiegel M sich zwischen Spiegel M und M_2 bewegt. Wir haben oben gesehen, dass wegen der Quergeschwindigkeit des bewegten Koordinatensystems in Bezug auf Licht, das Licht welches den Spiegel M erreicht, um einen Winkel θ in Bezug auf die Y-Achse abgelenkt wird.

Dieser Winkel θ ist erforderlich, um mit der Michelson-Morley-Beschreibung übereinzustimmen, die die Lichtquelle genau auf der Y-Achse lokalisiert hat. Dieses ist ähnlich wie in Abbildung 3, wenn die Lichtquelle auf der Y-Achse einen Lichtstrahl produziert, der eine Ablenkung von einem Winkel θ in Bezug auf die Y-Achse macht. Das ist verschieden von Abbildung 4, in diesem Fall produziert eine Lichtquelle (bei t_0) auf der Y-Achse einen Lichtstrahl, der zur Y-Achse parallel ist. Deshalb läuft das Licht zwischen den Spiegeln M und M_2 zwischen $A \rightarrow B' \rightarrow A$. Bevor wir die Zeit berechnen, die das Licht zwischen $A \rightarrow B' \rightarrow A$ läuft, wollen wir zuerst die Zeit $t(A \rightarrow B \rightarrow A)$ berechnen. Wir sehen auf Abb. 5-A, dass das Licht, das zwischen $A \rightarrow B \rightarrow A$ läuft, senkrecht in Bezug auf die Geschwindigkeit des Koordinatensystems ist. Wir haben gesehen, dass im Falle, dass das Licht quer zum bewegten Koordinatensystem verläuft, Gleichung (5) die Zeit gibt, die das Licht benötigt, um die Strecke zwischen $A \rightarrow B \rightarrow A$ entlang der Y-Achse zurückzulegen. Wir müssen auch bemerken, dass wegen der Rotation des Apparates, die Bezeichnung $A \rightarrow C \rightarrow A$ in Gleichung (5) im gedrehten Koordinatensystem entsprechend Abbildung 5, $A \rightarrow B \rightarrow A$ wird. Deshalb ist die Zeit $t(A \rightarrow B \rightarrow A)$, die vom Licht zur Reise entlang des Weges $A \rightarrow B \rightarrow A$ benötigt wird:

$$t(A \rightarrow B \rightarrow A) = t_0 \left(1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} + \dots \right) \quad (21)$$

Jedoch läuft das Licht nicht genau entlang Richtung $A \rightarrow B \rightarrow A$. Stattdessen läuft das Licht wegen der Geschwindigkeit des Koordinatensystems, zwischen $A \rightarrow B' \rightarrow A$. Deshalb müssen wir berücksichtigen, dass, weil das Licht eine längere Strecken am Winkel θ läuft, es eine längere Zeit dauert, diesen neuen Weg zurückzulegen. Wir wollen die Zeit berechnen, die vom Licht zwischen $A \rightarrow B' \rightarrow A$ wegen des Winkels θ zurückgelegt wird. Unter Verwendung von Abbildung 5 finden wir, dass das Verhältnis zwischen dem Abstand $A \rightarrow B \rightarrow A$ und $A \rightarrow B' \rightarrow A$ ist:

$$\frac{A \rightarrow B' \rightarrow A}{A \rightarrow B \rightarrow A} = \frac{1}{\cos \theta} \quad (22)$$

Unter Verwendung einer Reihenentwicklung von $\cos \theta$, gibt Gleichung (22):

$$\frac{A \rightarrow B' \rightarrow A}{A \rightarrow B \rightarrow A} = \frac{1}{\cos \theta} = 1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} + \dots \quad (23)$$

Da die Zeit $t(A \rightarrow B \rightarrow A)$ mit der Licht über die Strecke $A \rightarrow B \rightarrow A$ läuft, proportional zum Abstand ist (bei der Geschwindigkeit c), ergibt Gleichung (23):

$$\frac{t(A \rightarrow B' \rightarrow A)}{t(A \rightarrow B \rightarrow A)} = \frac{t(A \rightarrow B' \rightarrow A)}{t(A \rightarrow B \rightarrow A)} = 1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} + \dots \quad (24)$$

Gleichung (24) gibt:

$$t(A \rightarrow B' \rightarrow A) = t(A \rightarrow B \rightarrow A) \left(1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} + \dots \right) \quad (25)$$

In Betracht der Rotation wird $t(A \rightarrow C \rightarrow A)$ in Gleichung (5) jetzt $t(A \rightarrow B \rightarrow A)$. Diese Änderung der Bezeichnung berücksichtigend wegen der Rotation, gibt Gleichung (5) in Gleichung (25):

$$t(A \rightarrow B' \rightarrow A) = t_0 \left(1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} + \dots \right) \left(1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} + \dots \right) \quad (26)$$

Gleichung (26) ergibt:

$$t(A \rightarrow B' \rightarrow A) = t_0 \left(1 + \frac{v^2}{c^2} + \dots \right) \quad (27)$$

Die Gleichung (27) gibt die Zeit, die Licht benötigt, um die Strecke $A \rightarrow B' \rightarrow A$ zurückzulegen.

Unter Verwendung einer ähnlichen Demonstration wie oben, können wir auf Abb. 5-B sehen, wenn die Bewegungsrichtung des bewegten Koordinatensystems umgedreht wird, dass die Zeit, die Licht zwischen $A \rightarrow B' \rightarrow A$ benötigt, auch die selbe ist, wie in Gleichung (27) angegeben. Mit wenigen Worten: wir sehen, dass der Einfallswinkel in Bezug auf den Spiegel jetzt $(45^\circ + \theta)$ ist, wegen der Geschwindigkeit des bewegten Koordinatensystems, das sich in Richtung zur linken Seite bewegt. Auf Abb. 5-B würde das Licht entlang der Richtung $A \rightarrow K$ reflektiert. Jedoch da sich das Koordinatensystem in Richtung zur linken Seite bewegt, haben wir im letzten Paragraphen von Abschnitt 2 gesehen, dass der Reflexionswinkel sich um den Winkel θ erhöht. Deshalb wird der reflektierte Lichtstrahl entlang der X-Achse reflektiert. Dieses ist dem Problem ähnlich, das auf Abb. 5-A berechnet wurde.

Im Falle des Lichtes, das sich auf Abb.5-B abwärts verschiebt, ist der Winkel θ in Bezug auf die Y-Achse dem Problem in der Abb.5-A ähnlich. Es gibt nur eine Änderung des Vorzeichens des Winkels θ . Infolgedessen ist die Zeit, die das Licht braucht, um die Strecke $A \rightarrow B' \rightarrow A$ zurückzulegen, wieder dem Fall von der Zahl 5-A ähnlich.

Infolgedessen ist die Zeit, die das Licht zwischen Spiegeln unterwegs ist, in allen Fällen immer die selbe.

6 - Analyse der neuen Ergebnisse.

Wir haben hier gezeigt, dass im Michelson-Morley Experiment unter Verwendung der klassischen Physik, die Zeit für die Lichtbewegung zwischen allen möglichen Spiegelpaaren in irgendeiner Richtung immer die selbe ist, unabhängig von der Richtung des bewegten Koordinatensystems und auch unabhängig davon, ob sich das Licht parallel oder senkrecht zur Geschwindigkeit des Koordinatensystems bewegt. In jeder möglicher Richtung ist dieses Zeitintervall Δt zwischen den Spiegeln immer gleich:

$$\Delta t = t_0 \left(1 + \frac{v^2}{c^2} + \dots \right) \quad (28)$$

Insbesondere mit den Gleichungen (20) und (27) haben wir gezeigt, wenn die Geschwindigkeit des

Koordinatensystems zur Richtung des Lichteintritts in das Instrument senkrecht ist, dass die Zeiten, die das Licht zwischen dem horizontalen und vertikalen Spiegel benötigt, identisch sind. Wir haben gezeigt, dass dieses immer wahr ist, egal ob sich das Koordinatensystem zur Rechten oder zur Linken bewegt. Außerdem haben wir oben in den Gleichungen (13) und (19) gesehen, dass, wenn Licht in das Instrument in einer Richtung eindringt, die zur Geschwindigkeit des Koordinatensystems parallel ist, für das Licht die Zeiten zur Reise zwischen dem parallelen Arm, und Querarm des Interferometers auch immer identisch sind. Wir haben auch gezeigt, dass dieses immer wahr ist, ob nun die Bewegung des Koordinatensystems parallel oder anti-parallel in Bezug auf die Geschwindigkeit des Lichtes ist. Wir müssen feststellen, dass die Zeiten, die das Licht zwischen allen möglichen Paaren Spiegeln zurücklegt, immer die selben sind, unabhängig von irgendeiner Drehung des Interferometers im Raum. Deshalb sollte, entsprechend der klassischen Physik, die Drehung des Michelson-Morley Apparates im Raum niemals irgendwelche Verschiebungen von Interferenzlinien zeigen.

Im Gegenteil: es würde eine positive Verschiebung der Interferenzlinien in dem Umfang erforderlich sein, die mit den Vorhersagen von Michelson-Morley übereinstimmen würden, um mit Einsteins Relativitätstheorie überein zu stimmen. Solch eine Verschiebung der Interferenzstreifen ist bei einer Drehung nie beobachtet worden. Das Fehlen einer beobachteten Verschiebung der Interferenzstreifen erklärt Einsteins Relativität für ungültig.

Wir haben oben gesehen, dass die Vorhersage, die von Michelson und Morley präsentiert wurden auf einem Modell basieren, das zwei wichtige grundlegende Phänomene ignoriert. Diese missachteten Phänomene sind das Gesetz der Reflexion des Lichtes an einem bewegten Spiegel und ebenso die Abweichung der Beobachtungsrichtung des Lichtes, das von einem bewegten System kommt.

Die Relativitätstheorie, die Astrophysik und die meisten der moderner physikalischen Theorien im 20. Jahrhundert haben auf dem Glauben basiert, dass ein ungültiges Ergebnis im Michelson-Morley Experiment ein Argument zugunsten der Relativitätstheorie wäre. Wir sehen nun, dass das Gegenteil wahr ist. Eine enorme Menge menschlichen Bemühens und unglaubliche Geldbeträge für Forschung hat auf dieser fehlerhaften Vorhersage basiert, die 1887 veröffentlicht wurde. Es ist unglaublich, dass die ursprüngliche Demonstration nie ernsthaft nachgeprüft worden ist. Dieses ist das Ergebnis einer extrem dogmatischen Haltung des physikalischen Establishments gegen einige Wissenschaftler, deren Status bedroht und sogar ruiniert wurde, weil sie sich trautes, einige Grundprinzipien der Physik nachzuprüfen.

Es ist auch wichtig zu erwähnen, dass ein Ergebnis verschieden von null, das im Michelson-Morley-Experiment beobachtet wird, keinen Beweis für die Existenz des Äthers liefert. Die Existenz des Äthers sieht total nutzlos aus, wenn ein passendes Modell benutzt wird. Ohne Materie oder Strahlung gibt es keinen Raum.

Andere Experimente (12-17) haben bereits gezeigt, dass alles in der Physik unter Verwendung der klassischen Physik ohne die Ätherhypothese erklärt werden kann.

Wir bestätigen, dass die Grundidee, die von Michelson-Morley vorgeschlagen wurde, um die Abweichung der Raumzeit unter Verwendung eines Vergleiches zwischen den Zeiten zu prüfen, die das Licht in der Parallelrichtung in Bezug auf eine Querrichtung benötigt, sehr attraktiv ist. Jedoch ist dieser Test ungültig, weil es zwei klassische Sekundärphänomene gibt, die nicht berücksichtigt worden sind. Gerade ein Jahr vor dem Gedenken an Einsteins Papier von 1905 müssen wir feststellen, dass die Relativitätstheorie auf einem Schattenexperiment beruht.

Die oben genannten Berechnungen umfassen nicht alle möglichen physikalischen Mechanismen, die den Lichtweg im Michelson-Morley Apparat vielleicht stören könnten⁴. Jedoch vermuten wir stark, dass alle weiteren Mechanismen Effekte erzeugen, die viel kleiner als die Phänomene sind, die von Michelson und von Morley übersehen wurden. Selbstverständlich haben wir in diesem Aufsatz gesehen, dass ein Term vierter Ordnung (v^4/c^4) existiert, der hier vernachlässigt worden ist. Dieser höherwertige Ausdruck ist viel zu klein, um beobachtet zu werden. Wir können auch den Fizeau-Effekt erwähnen, der dafür bekannt ist, die Lichtausbreitung in einem bewegten Medium als Funktion des Brechungsindex zu bremsen. Die empirische Gleichung des Fizeau Effektes ist im Falle eines bewegten Mediums parallel zur Richtung des Lichtes bekannt. Wir haben überprüft, dass diese anderen Phänomene auch einen geringfügigen Beitrag zu einer angenommenen Verschiebung der Interferenzstreifen bewirken. Jedoch

4 Die folgenden Bemerkungen beziehen sich darauf, dass das Michelson-Morley-Experiment kein exaktes Nullergebnis lieferte, sondern eine kleine Verschiebung der Interferenzstreifen zeigte, die auch bei der Wiederholung insbesondere durch Miller (7,8) bestätigt wurde, was einen Streit bis in die Gegenwart auslöste. Der Übersetzer

scheint dieses Widerstandphänomen des Fizeau total unbekannt zu sein, wenn sich das Medium senkrecht zur Lichtgeschwindigkeit verschiebt. Schließlich könnte auch die schlechte Justierung der Spiegel des Interferometers einen geringen Effekt auf die beobachteten Interferenzstreifen (18) im Michelson-Morley Experiment haben.

Es ist wichtig daran zu erinnern, dass die übersehenen Phänomene, die hier beschrieben wurden, auch wichtige Auswirkungen auf andere grundlegende Experimente(19) für die Relativität haben, zum Beispiel auf die Lorentz-Transformation (19). Diese sagt eine Längenkontraktion entlang der Geschwindigkeitsachse bewegter Materie in Bezug auf die Querachse voraus. Hier zeigt sich, dass diese Vorhersagen auch falsch sind, wegen eines Sekundärphänomens, das in diesem vorliegenden Aufsatz erklärt wurde. Wir wissen, dass das Brilliet- und Hall-Experiment (20) auch ein Test für die Anisotropie des Raumes ist⁵. Auch das Brilliet- und Hall-Experiment ist durch den Autor (21) sorgfältig studiert worden und ähnlich ist gezeigt worden, dass ein entsprechendes Phänomen den Lichtweg innerhalb eines Fabry-Pérot- Etalon ändert. Folglich entspricht die fehlende Änderung der experimentell beobachteten Frequenz in diesem Fall wieder einem absoluten Bezugssystem, während ein anisotroper relativistischer Raum eine beobachtete Verschiebung der Frequenz erfordern würde.

Anhang

Reflexion des Lichtes auf einem Spiegel, der sich in eine Querrichtung bewegt.

Auf Abbildung A wollen wir die Bewegung des Spiegels betrachten, der sich horizontal bewegt, wenn sich Licht abwärts bewegt. Die Anfangsposition des Spiegels zur Zeit ($t_m = 1$) wird auf Abbildung A durch die schmale Linie zwischen den Paaren von Aufklebern dargestellt ($t_m = 1$), in dem Augenblick wenn die Wellenfront die linke Seite des Spiegels erreicht. Die ununterbrochene Weiterentwicklung der Wellenfront auf dem Spiegel, während der Spiegel sich auf die rechte Seite bewegt, wird in vier Schritten veranschaulicht. Während jedes Schrittes wird der sich seitwärts bewegende Spiegel gezeigt, wie er sich in Richtung der rechten Seite, zwischen jedem Paar Aufkleber $t_m = 1, t_m = 2, t_m = 3$, und $t_m = 4$ bewegt.

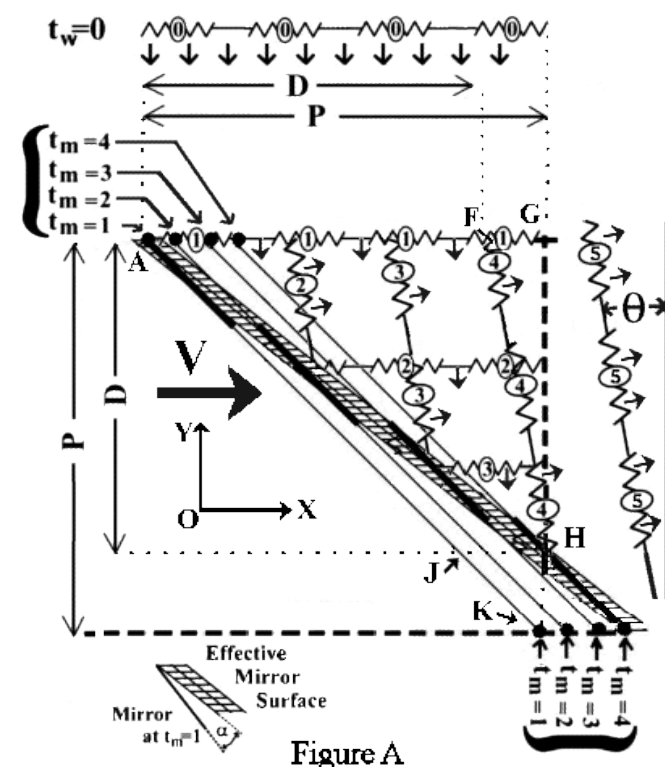


Figure A

Wir wollen jetzt die Bewegung der Wellenfronten betrachten. Die Aufkleber auf jeder der Wellenfronten ($t_w = 0, 1, 2, 3, 4$ und 5) werden an jedem einzelnen Viertel Wellenfront wiederholt. Nach der Anfangszeit $t_w = 0$ wird dieselbe Wellenfront zu den verschiedenen neueren Zeiten während der Lichtausbreitung: $t_w = 1, t_w = 2, t_w = 3, t_w = 4$ und $t_w = 5$ gezeigt. Alle Wellenfronten auf Abbildung A entsprechen der gleichen Wellenfront zu verschiedenen Zeiten.

Wir wollen nun die Weiterentwicklung einer Wellenfront betrachten. Zur Zeit $t_w = 1$, (auf Abbildung A) erreicht die linke Seite der Wellenfront #1 des Lichtes gerade die linke Seite (starkes Segment) des Spiegels M. Zu dieser Zeit ist das erste Segment (starke Linie) des Spiegels am Spiegelstandort $t_m = 1$. Dann beginnt die Wellenfront, sich nach unten zu bewegen. Zur Zeit $t_w = 2$ bewegt sich der Spiegel noch auf die rechte Seite und das zweite Viertel der gleichen Wellenfront erreicht das zweite Viertel des Spiegels. Jedoch wegen der Bewegung des Spiegels zur rechten Seite

⁵ Die Symmetrie des Raumes ist inzwischen bis auf die Meßgrenze von $\Delta c/c \approx 10^{-17}$ nachgewiesen. Der Übersetzer

erreicht die Wellenfront den Spiegel zu einer früheren Zeit, wie auf Abbildung A. gesehen werden kann. Zur Zeit $t_w=3$ erreicht ähnlich das dritte Segment der Wellenfront den dritten Abschnitt des Spiegels, (siehe starkes Segment am Spiegelort $t_m=3$), welches sich weiterhin nach rechts bewegt. Schließlich zur Zeit $t_w=4$ wird die Reflexion der Wellenfront auf dem Spiegel abgeschlossen, nachdem das vierte Viertel der Wellenfront über den vierten Abschnitt des Spiegels reflektiert worden ist (starkes Segment am Spiegelort $t_m=4$), die sich weiterhin wegen der Spiegelgeschwindigkeit nach rechts verschoben hat.

Folglich selbst wenn der Spiegel einen Winkel von exakt 45° zur ankommenden Welle hat, wird diese Welle durch eine Spiegel reflektiert, der im Allgemeinen effektiv einen anderen Winkel bildet, weil der Spiegel die hat Zeit, sich während der Gesamtzeit der Reflexion an der Oberfläche des Spiegels nach rechts zu bewegen.

Der „effektive Spiegel“ wird auf Abbildung A als die Summe der vier starken Segmente des Spiegels veranschaulicht, der einen gefühlsmäßigen Winkel θ bildet. Der effektive Winkel dieses bewegten Spiegels wird auf Abbildung A durch die vielen schmalen Linien (gekreuzt durch drei parallele Linien) veranschaulicht und überdeckt den mittleren Standort der vier starken Abschnitte des Spiegels.

Der Winkel α zwischen dem wirklichen und effektiven Winkel des Spiegels wird separat auf Abbildung A (unteres links) gezeigt. Es kann gezeigt werden, dass dieser Winkel α die Hälfte der Zunahme des Winkel θ der Reflexion des Lichtes wegen der Spiegelgeschwindigkeit darstellt. Jedoch wird hier der Reflexionswinkel des Lichtes unter Verwendung des Huygens Prinzips berechnet, wie im oben genannten Abschnitt 2 gesehen.

Wir wollen den Winkel der reflektierten Wellenfront berechnen und dabei die Geschwindigkeit des bewegten Spiegels berücksichtigen. Die projizierte Breite der Wellenfront auf Spiegel M ist gleich P (siehe Abb. A). Der „feste“ Winkel des Spiegels in Bezug auf die Wellenfront ist genau 45° . Da sich der Spiegel jedoch nach rechts bewegt, während die Wellenfront sich abwärts bewegt, erreicht nicht alles Licht die Gegenseite zur selben Zeit, wie wenn der Spiegel stationär wäre. Da sich der Spiegel tatsächlich bewegt, sehen wir auf Abbildung A, dass verglichen mit einem stationären Spiegel, das Licht den Spiegel zu einer früheren Zeit am Standort H erreicht. Das Licht reist nur von G bis H.

Im Ruhezustand sind die vertikale und horizontale Komponente des Spiegels bei 45° gleich P. Wir sehen, dass der horizontale Abstand (J-H) dem vertikalen Abstand (H-K) gleich ist, da der Winkel des bewegten Spiegels 45° ist.

$$(J - H) = (H - K) \quad (1A)$$

Das Zeitintervall T_1 ist gleich der Zeit, welches Licht für die Distanz P benötigt. Während dieses Zeitintervalls legt der Spiegel M die Distanz J-H zurück. Deshalb haben wir unter Verwendung der Gleichung (1A):

$$T_1 = \frac{P}{c} = \frac{(H - K)}{v} \quad (2A)$$

Gleichung (2A) gibt:

$$T_1 = \frac{P}{c} = \frac{(H - K)}{v} \quad (3A)$$

Gleichung (3A) zeigt, dass die durch das Licht zurückgelegte Distanz, bevor es auf den Spiegel am Standort H trifft, kürzer ist wenn sich der Spiegel bewegt. Wir wollen dieses Zeitintervall für die Lichtreise mit dem Abstand AG, nach einer Huygens-Reflexion im Punkt A) vergleichen. Wieder unter Verwendung des Huygens-Prinzips kann die am Ort A re-emittierte Wellenfront den Standort G nicht während der gleichen Zeit, erreichen (nachdem es die Distanz P zurück gelegt hat), wenn das Licht den Spiegel bei H erreicht. Wegen der Spiegelbewegung, ist nun (G-H) kürzer als (AG). Nach der Huygens-Reflexion in Punkt A legt das Licht nur die kürzere Distanz (A-F) zurück. Deshalb haben wir:

$$(F-G)=(H-K) \quad (4A)$$

Deshalb bildet die reflektierte Wellenfront einen Winkel θ in Bezug auf die vertikale Achse nach der Reflexion, in dem Augenblick, wenn das Licht schließlich am Standort H reflektiert wird und die Wellenfront #4 bildet), Dieses gibt:

$$\theta = \frac{(F - G)}{D} \cong \frac{(H - K)}{P} = \frac{v}{c} \quad (5A)$$

Einen Moment später, entweicht die Wellenfront #5 von der Oberfläche des Spiegels im Winkel θ . Man muss feststellen, dass das Licht, das über einen bewegten Spiegel reflektiert wird, einen Extrareflexionswinkel θ bildet, wie in der Gleichung (5A) gegeben. Unter Verwendung der gleichen Demonstration sehen wir, dass eine Änderung der Richtung der Geschwindigkeit v des Spiegels auch das Zeichen des Winkels θ ändert. Diese Demonstration erklärt das Verhalten des Lichtes auf Abbildung 5.

7 - Literaturhinweise

- 1 - Albert A. Michelson und Edward W. Morley, The American Journal of Science, "On the Relative Motion of the Earth and the Luminiferous Ether". No: 203, Vol. 134, P. 333-345, Nov. 1887.
- 2 - W. M. Hicks, Phil. Mag. Vol. 3 , 9, (1902)
- 3 - D. C. Miller "The Ether-Drift Experiment and the Determination of the Absolute Motion of the Earth" Rev. Mod. Phys. Vol 5, 203, (1933)
- 4 - E. W. Morley und D. C. Miller, "Report on an Experiment to Detect the FitzGerald-Lorentz Effect." Phil. Mag. 9, 669, (1905)
- 5 - M. Consoli und E. Costando, "The Motion of the Solar System and the Michelson-Morley Experiment" in: <http://www.arxiv.org/pdf/astro-ph/0311576>, 26 Nov 2003
- 6 - Raymond A. Serway, Clement J. Moses und Curt A. Moyer, Modern Physics, Saunders Golden Sunburst series, Saunders College Publishing, London (1989), ISBN 0-03-004844-3
- 7 - Miller, D. C. „Ether-drift experiments at Mount Wilson“, Proc. Nat. Acad. Sci. 11(1925) 306-314.
- 8 - Miller, D. C. „The ether-drift experiment and the determination of the absolute motion of the earth“, Rev. Mod. Phys. 5, (1933) 203-242.
- 9 - Piccard, A. und Stahel, E., Nouveaux résultats obtenus par l'expérience de Michelson, Comptes rendus 184, (1927) 152.
- 10 - Kennedy, R. J., A Refinement of the Michelson-Morley experiment, Proc. Nat. Acad. Sci. 12, (1926) 621-629.
- 11 - James Bradley, "Aberration of light" at: <http://brandt.kurowski.net/projects/lisa/wiki/view.cgi?doc=563>
- 12 - P. Marmet, Einstein's Theory of Relativity Versus Classical Mechanics, 200 p. Ed. Newton Physics Books, 2401 Ogilvie Road, Gloucester, Ontario, Canada, K1J 7N4
ebenso im Web unter: <http://www.newtonphysics.on.ca/einstein/index.html>
- 13 - P. Marmet, "Classical Description of the Advance of the Perihelion of Mercury" in Physics Essays Volume 12, No: 3, 1999, P. 468-487. ebenso im Web unter:
<http://www.newtonphysics.on.ca/mercury/index.html>
- 14 - P. Marmet, "Natural Length Contraction Mechanism Due to Kinetic Energy", Journal of New Energy, ISSN 1086-8259, Vol. 6, No: 3, pp. 103-115, Winter 2002. ebenso im Web unter:
<http://www.newtonphysics.on.ca/kinetic/index.html>
- 15 - P. Marmet, "Natural Physical Length Contraction Due to Gravity".
<http://www.newtonphysics.on.ca/gravity/index.html>
- 16 - P. Marmet, "Fundamental Nature of Relativistic Mass and Magnetic Fields".
Invited paper in: International IFNA-ANS Journal "Problems of Nonlinear Analysis in Engineering Systems" No. 3 (19), Vol. 9, 2003 Kazan University, Kazan city, Russia.
- 17 - P. Marmet, Einstein's Mercury Problem Solved in Galileo's Coordinates, Symposium "Galileo Back in Italy" Bologna, Italy, P. 335-351, May 26-29,1999,
- 18 - Héctor Múnera, Centro Internacional de Física, Michelson-Morley Experiment Revisited: Systematic Errors, Consistency among Different Experiments and Compatibility with Absolute Space. A. A.

251955, Bogotá D.C. Columbia, APEIRON, Vol 5, 37, (1998).

ebenso im Web unter: http://www.newtonphysics.on.ca/faq/michelson_morley.html

19 - P. Marmet, "The Collapse of the Lorentz Transformation" P. Marmet, ist veröffentlicht im Web unter: <http://www.newtonphysics.on.ca/lorentz/index.html>

20 – A. Brillet, and J. L. Hall, "Improved Laser Test on the Isotropy of Space", Physical Review Letters, Vol. 42, No: 9, (February 26, 1979).

21 – P. Marmet "Design Error in the Brillet and Hall Experiment" ist veröffentlicht im Web unter: http://www.newtonphysics.on.ca/brillet_hall/index.html