

VOLKER THOMAS

Das Aether-Problem und die Lorentz-Transformation

1. Irrungen und Wirrungen

1.1. Ein elektrodynamisches Problem

Insbesondere die Erforschung der Elektrodynamik und des Elektromagnetismus führten gegen Ende des Neunzehnten Jahrhunderts zu Irritationen und Zweifeln an der Klassischen Physik, die am Ende sogar zur Aufgabe der Absolutheit von Raum und Zeit führten.

Als besonders problematisch erschien die experimentelle Feststellung, dass

- eine *ruhende* elektrische Ladung (nur) ein elektrisches Feld erzeugt, während
- eine *bewegte* elektrische Ladung ein elektrisches Feld *und* ein magnetisches Feld erzeugt.

Unter Berufung auf das Relativitätsprinzip erwartete man, dass die ruhende elektrische Ladung sich wie eine bewegte Ladung verhalten müsse, wenn man sie einem Inertialsystem A und den Beobachter/Detektor einem Inertialsystem B zuordnet und wenn sich sodann B gegenüber A bewegt und relativistisch entscheidet, dass sich nicht B gegenüber A, sondern A gegenüber B bewegt.

Aber alles Hin- und Her-Definieren und alles Bewegen des Beobachters/Detektors half nichts. Die elektrische Ladung blieb das, was sie ist, ruhend und sie erzeugte partout kein magnetisches Feld.

Man erkannte nicht, dass sich an einem im Universum real existierenden Objekt/Ereignis nichts, rein gar nichts dadurch ändert, dass es einem Inertialsystem A zugeordnet und in Bezug auf ein anderes Inertialsystem B betrachtet wird.

Wenn eine bestimmte real existierende elektrische Ladung - weshalb auch immer - tatsächlich kein Magnetfeld erzeugt, dann ist das so. Dann ist das eine physikalische Tatsache. So

sehr ein Beobachter auch sausen und definieren mag, die reale elektrische Ladung bleibt wo und wie sie ist.

Statt die Problematik durch eine sinnvolle Interpretation des Relativitätsprinzips aufzulösen, postulierte man, dass die Elektrodynamik in einem *bevorzugten*, d.h. absolut ruhenden Bezugssystem stattfindet, für das das Relativitätsprinzip nicht gelte. Dieses bevorzugte Bezugssystem sollte der seit langem postulierte „Aether“ sein.

Der Aether sollte das gesamte Universum ausfüllen und in ihm ruhen und die Lichtausbreitung und alle Ereignisse der Elektrodynamik sollten in diesem absolut ruhenden und damit bevorzugten Bezugssystem ablaufen. Daraus folgte dann ohne weiteres, dass eine im Aether ruhende elektrische Ladung nicht nur relativ, sondern absolut ruht.

1.2 Das Michelson-/Morley-Experiment

1.2.1 Idee und Ergebnisse des Experiments

Mit den ab 1881 von Michelson und Morley durchgeführten Experimenten sollte die Existenz des postulierten ruhenden Aethers bestätigt werden.

Die Grundidee des Experiments:

1.

Die Erde bewegt sich bei ihrem Umlauf um die Sonne an dem im Universum ruhenden Aether vorbei.

2.

Weil das Licht nicht der Erdbewegung folgt, sondern sich im Aether ausbreitet, sollte es für die Überwindung einer Strecke parallel zur Erdumlaufbahn mehr Zeit benötigen als für eine gleich lange Strecke quer zur Umlaufbahn.

Das Interferometer:

Die Messungen erfolgten mit einem erdgebundenen Interferometer. Die Abbildung 1 zeigt die weit verbreitete, aber irreführende Wirkungsskizze.

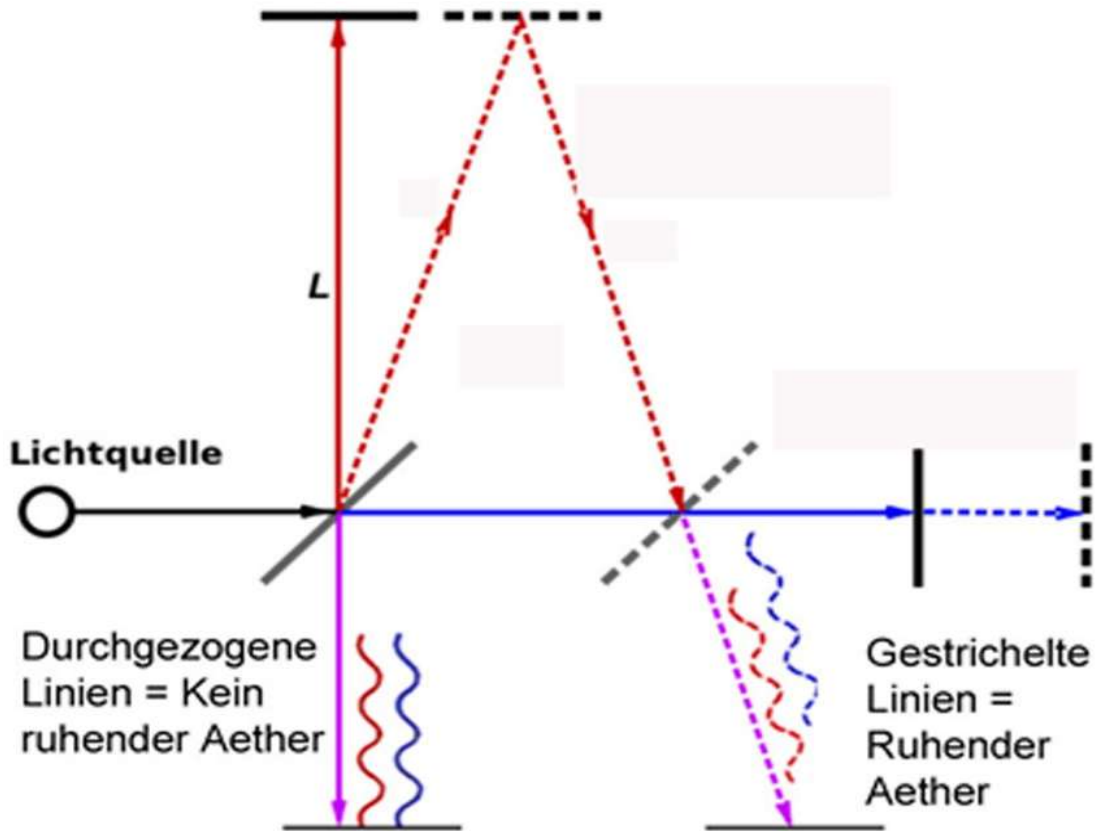


Abbildung 1

Eine Lichtquelle liefert Licht, das an einem halbdurchlässigen Spiegel in zwei Teilwellen geteilt, von dort auf die beiden gleich langen Laufwege geschickt, am Ende der Laufwege gespiegelt und am halbdurchlässigen Spiegel wieder zusammengeführt wird.

Die parallel zur Erdbewegung verlaufende Teilwelle ist in Blau und die quer zur Erdbewegung verlaufende Teilwelle ist in Rot eingezeichnet.

Das Wirkungsprinzip:

1.

Der erwartete Aether existiert nicht

In diesem Fall breiten sich die beiden Teilwellen entlang der durchgezogenen Linien, also auf gleich langen Strecken, aus, kehren gleichzeitig zum halbdurchlässigen Spiegel zurück und können im Detektor positiv interferieren.

2.

Der erwartete Aether existiert

Weil sich das Interferometer gegenüber dem lichtführenden Aether bewegt, muss die blaue Teilwelle in einer Richtung einen längeren Weg (zusätzlich die gestrichelte blaue Linie) und in der entgegengesetzten Richtung einen entsprechend verkürzten Weg zurücklegen. Allerdings heben sich die zusätzliche und die ersparte Weglänge gegenseitig nicht restlos auf, so dass die Summe für Hin- und Rückweg etwas größer ist.

Die quer zur Erdbewegung ausgesandte rote Teilwelle ist von der Relativbewegung nicht betroffen. Die rote Teilwelle breitet sich im Aether genau *senkrecht* zur Erdbewegung aus und kehrt nach der Spiegelung wieder *senkrecht* zurück.

Deshalb ist die übliche Darstellung der roten Teilwelle in der Abbildung 1 irreführend. Es ist zwar richtig, dass die rote Teilwelle den Spiegel seitlich versetzt erreicht, weil sich die Erde zwischenzeitlich weiterbewegt hat, daraus folgt jedoch nicht, dass die Lichtausbreitung entlang der gestrichelten Linien erfolgt. Tatsächlich breitet sich die Lichtwelle sowohl auf dem Hinweg als auch auf dem Rückweg genau senkrecht, also im rechten Winkel zum waagerechten Arm des Interferometers aus.

Weil der Lichtweg der blauen Teilwelle etwas länger ist als der Lichtweg der roten Teilwelle, erwartete Michelson, dass die beiden Teilwellen nicht gleichzeitig zurückkehren und deshalb auch nicht positiv interferieren können.

Das Ergebnis der Experimente:

Michelson wurde enttäuscht. Auch wiederholte und später immer genauer durchgeführte Experimente zeigten übereinstimmend, dass die beiden Teilwellen stets positiv interferieren. Der Versuch, mit den Experimenten einen ruhenden Aether nachzuweisen, war gescheitert.

Michelson erkannte nicht, dass es bei der Frage, ob Interferenz auftritt oder nicht, weder auf die Länge der Lichtwege, noch auf die Lichtlaufzeiten ankommt, sondern dass es für das Auftreten der Interferenz genügt, dass die Teilwellen eine konstante Frequenz und eine konstante Periodendauer behalten.

Richtig ist zwar, dass zwei einzelne Photonen, die gleichzeitig auf unterschiedlich lange Wege geschickt werden, nicht gleichzeitig zurückkehren können. Im Falle des Michelson-/Morley-Experiments handelt es sich jedoch nicht nur um zwei individuelle Photonen, sondern um einen Strom von Photonen, so dass jedes blaue Photon bei seiner Rückkehr zwar nicht das gleichzeitig gestartete rote Photon, aber ein passendes anderes rotes Photon, das entsprechend früher gestartet ist, vorfindet und positiv mit ihm interferieren kann, wenn Frequenz und Periodendauer der beiden Teilwellen übereinstimmen.

Im Falle gleichsinniger Bewegung von Sender und Empfänger, wie sie beim Michelson-/Morley-Experiment vorliegt, ist die Übereinstimmung von Frequenz und Periodendauer zwischen den beiden Teilwellen grundsätzlich gegeben. Darauf hat Harald Maurer überzeugend hingewiesen ¹.

Mit anderen Worten: Das Michelson-/Morley-Experiment liefert stets positive Interferenz, gleichgültig, ob es einen ruhenden lichtführenden Aether, einen mit der Erdbewegung

¹ Harald Maurer, Konstante Frequenz und konstante Periodendauer im Michelson-Interferometer und die Folgen:
www.mahag.com/srt/zeitbasis.htm.

mitgeführten lichtführenden Aether oder überhaupt keinen Aether gibt. Das Experiment ist aus heutiger Sicht ungeeignet für den verfolgten Zweck.

1.2.2 Erste Folgerungen aus dem Experiment

Aus dem unerwarteten Ergebnis wurde damals kurzer Hand geschlossen, dass es keinen Aether gibt, obwohl durch den Ausgang der Experimente die Existenz eines Aethers nicht widerlegt, sondern lediglich nicht bestätigt werden konnte. Auch aus damaliger Sicht vertrugen sich die experimentellen Ergebnisse mit der Existenz eines mit der Erde mitgeführten Aethers. Die anfänglich auch von Michelson vertretene Interpretation, dass der Aether in der Nähe großer Massen, wie der Erde, mitgeführt wird, wurde jedoch bald aufgegeben.

Stattdessen versuchten FitzGerald und Lorentz, die gewünschte Existenz eines ruhenden, nicht mitgeführten Aethers dadurch zu retten, dass sie eine Längenschrumpfung, eine sogenannte Längenkontraktion des Interferometers in Bewegungsrichtung der Erde, postulierten.

Sie erkannten zunächst nicht, dass die von ihnen postulierte Längenkontraktion überhaupt nicht geeignet ist, das angestrebte Ziel zu erreichen.

1.2.3 Ein Rettungsversuch für den Aether

FitzGerald und Lorentz dachten wie folgt. Wenn Gegenstände parallel zur Erdbewegung, also gegen den vermuteten Aether bewegt werden, dann sollten sie in Längsrichtung der Bewegung schrumpfen. Mithin sollte sich auch der eine Interferometerarm verkürzen, sobald er parallel zur Erdumlaufbahn ausgerichtet wird.

Sie stellten sich ganz abstrakt die Frage: Um wieviel muss sich der parallel zur Erdumlaufbahn ausgerichtete Arm verkürzen, damit die beiden Lichtwellen trotz des Aethers gleichzeitig zurückkehren.

Heutige Interpreten unterstellen, dass Lorentz bei der mathematischen Lösung dieser Frage im Sinne der Abbildung 2 vorgegangen sei. Der technische Aufbau des Interferometers ist gleich wie im Falle der Abbildung 1.

An dieser Stelle sei erneut darauf hingewiesen, dass der in der Abbildung 2 dargestellte und in der nachfolgenden Rechnung verwendete Laufweg der roten Teilwelle - wie schon in der Abbildung 1 - unzutreffend ist, weil die Ausbreitung tatsächlich senkrecht erfolgt.

Doch sehen wir uns an, wie die für notwendig erachtete Längenkontraktion noch heute berechnet wird.

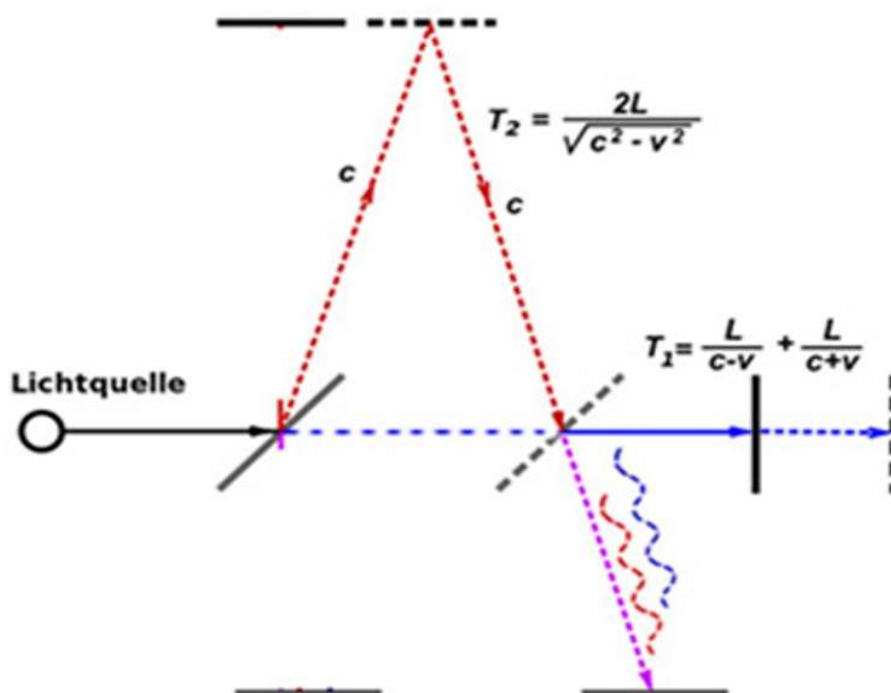


Abbildung 2

Für die parallel zur Erdbewegung laufende blaue Teilwelle ist der Hinweg, weil die Erde mit dem Interferometer zwischenzeitlich mit der Erdbeschwindigkeit v nach links wandert, kürzer als der Arm des Interferometers. Der Rückweg ist dafür länger als der Interferometerarm.

Für die Zeit, die die blaue Teilwelle für Hin- und Rückweg benötigt, gilt in Übereinstimmung mit der Abbildung 2 die Gleichung

$$(1): \quad t = L / (c - v) + L / (c + v) \Rightarrow \\ t = (2L / c) \cdot ((1 / (1 - v^2/c^2)))$$

Nach Multiplikation von t mit c erhalten wir für die blaue Weglänge L

$$(2): \quad L_{\text{blau}} = 2L / (1 - v^2/c^2)$$

Würde die rote Welle den gestrichelten Weg nehmen, was freilich nicht der Realität im Falle eines im Universum ruhenden Aethers entspricht, dann würde die Zeit für Hin- und Rückweg nach dem Satz des Pythagoras und entsprechend der im oberen Teil der Abbildung 2 eingetragenen Gleichung betragen

$$(3): \quad t = (2 / c) \cdot (L^2 + v^2 t^2) \Rightarrow \\ t = 2L / (c^2 - v^2)^{1/2} \Rightarrow \\ t = (2L/c) \cdot ((1 / (1 - v^2/c^2))^{1/2})$$

Durch Multiplikation von t mit c erhalten wir für die Weglänge L

$$(4): \quad L_{\text{rot}} = 2L / (1 - v^2/c^2)^{1/2}$$

Aus der Division der Gleichung (2) durch die Gleichung (4) erhalten wir den Faktor (hier Gamma genannt), um den sich der Längsarm gegenüber dem Querarm verkürzen muss.

$$(5): \quad \gamma = 1 / (1 - v^2/c^2)^{1/2}$$

Der Term der Gleichung (5) ist der sogenannte Lorentz-Faktor für die parallel zur Erdbewegung postulierte Längenkontraktion.

Lorentz glaubte - jedenfalls zunächst -, mit seinem Postulat der Längenkontraktion um den Faktor γ , den Widerspruch zwischen der Annahme eines ruhenden Aethers und den Ergebnissen der Michelson-/Morley-Experimente beseitigt zu haben.

Wir werden nachfolgend sehen, dass die postulierte Längenkontraktion allein nicht geeignet ist, den Widerspruch aufzulösen, selbst wenn man einmal davon absieht, dass die rote Welle im

Falle eines ruhenden Aethers nicht den diagonalen, sondern einen senkrechten Weg nehmen müsste.

Wichtig ist es auch festzuhalten, dass der Lorentz-Faktor für die Längenkontraktion nicht aus Naturbeobachtungen abgeleitet wurde, sondern aus einer mutwilligen Rechnung folgt, mit der das tatsächliche experimentelle Ergebnis mit einem anders erwarteten Ergebnis nachträglich harmonisiert werden sollte.

1.2.4 Die Unredlichkeit, den Lorentz-Faktor aus den Ergebnissen der Michelson-/Morley-Experimente abzuleiten

Für die Gleichungen (3) und (4) wurde unterstellt, dass die rote Teilwelle den gestrichelt eingezeichneten Weg nimmt. Für den unterstellten Fall, dass ein im Universum ruhender lichtführender Aether existiert, ist das jedoch falsch. In diesem Fall verläuft die rote Teilwelle im Aether senkrecht nach oben und nach der Spiegelung wieder senkrecht nach unten.

Damit wird eine richtige Lichtstrecke (blau) mit einer falschen Lichtstrecke (rot) unzulässigerweise ins Verhältnis gesetzt.

Zudem führt eine Längenkontraktion des blauen Weges um den Lorentz-Faktor nicht zu dem insinuierten Ergebnis, was an folgendem Beispiel gezeigt werden kann.

Wir unterstellen, dass die beiden Arme des Interferometers mit jeweils 600 m gleich lang sind und dass die Erdbewegung mit fiktiv 100 m/Mikrosekunde (ms) nach links erfolgt.

In diesem Fall kehrt der quer zur Umlaufbahn ausgesandte rote Lichtstrahl nach 4 ms zurück (1.200 m bei der Lichtgeschwindigkeit $c = 300 \text{ m/ms}$). Inzwischen hat sich das Interferometer um 400 m nach links bewegt, so dass der Lichtstrahl nicht an seinen Ausgangspunkt, sondern 400 m weiter rechts zurückkehrt.

Die Weglänge des parallel zur Umlaufbahn ausgesandten blauen

Lichtstrahls beträgt nach Gleichung (2): $1.200 \text{ m} / (1 - 100^2/300^2) = \text{rd. } 1.350,00 \text{ m}$. Unterzieht man diese Weglänge der Lorentz-Kontraktion, ergibt sich ein verkürzter Weg von $1.350 \text{ m} \cdot (1 - 100^2/300^2)^{1/2} = \text{rd. } 1.272,79 \text{ m}$, für den der blaue Lichtstrahl rd. 4,24 ms benötigt. Zum Zeitpunkt $t = 4 \text{ ms}$ hat der blaue Lichtstrahl den Rückkehrpunkt des roten Lichtstrahls (400 m rechts vom Ausgangspunkt) längst passiert, so dass die beiden Lichtstrahlen nicht gleichzeitig an einen Punkt zurückkehren.

Selbst wenn der quer zur Umlaufbahn ausgesandte Lichtstrahl den rot gestrichelten Weg nehmen würde, der nach Gleichung (4) $= 1.200 \text{ m} / (1 - 100^2/300^2)^{1/2} = \text{rd. } 1.272,79 \text{ m}$ beträgt, könnten die beiden Lichtstrahlen nicht gleichzeitig an einen Punkt zurückkehren. Zwar wäre dann die Ausbleibezeit mit rd. 4,24 ms gleich, aber der blaue Lichtstrahl hätte auch hier den Rückkehrpunkt des gestrichelt roten Lichtstrahls bereits lange vor dem Eintreffen des rot gestrichelten Lichtstrahls passiert.

Mithin kann mit der Längenkontraktion nicht erreicht werden, dass die beiden Teilwellen gleichzeitig an einen Ort zurückkehren.

Noch einmal ganz in Ruhe und von Anfang an:

Michelson hatte für den Fall, dass der postulierte ruhende Aether existiert, erwartet, dass die beiden Teilwellen nicht gleichzeitig zurückkehren und deshalb nicht positiv interferieren können. Das Experiment zeigte jedoch, dass die Teilwellen positiv interferieren. Das schien gegen die Existenz eines ruhenden Aethers zu sprechen. Um den Aether dennoch zu retten, wollte Lorentz zeigen, dass die tatsächlich beobachtete positive Interferenz (nur) deshalb entsteht, weil die von ihm postulierte Längenkontraktion für gleich lange Lichtlaufwege und das gleichzeitige Zurückkehren der beiden Teilwellen sorgt.

Die von Lorentz geführte Argumentation, dass die Teilwellen Dank der Längenkontraktion gleichzeitig *an einen Ort* zurückkehren, haben wir in der vorangegangenen Rechnung klar widerlegt.

Schlussfolgerung:

Wenn es die Längenkontraktion nicht leistet, den ruhenden Aether mit den Ergebnissen der Michelson-/Morley-Experimente in Einklang zu bringen, dann ist es unredlich, den Lorentz-Faktor aus den Michelson-/Morley-Experimenten abzuleiten und die Michelson-/Morley-Experimente als Beweis für die Existenz der Längenkontraktion zu reklamieren.

1.2.5 Was beim Michelson-/Morley-Experiment tatsächlich geschieht, falls ein ruhender Aether existiert

Gegeben sei ein Interferometer mit zwei jeweils 600 m langen Armen. Der eine Arm verlaufe parallel zur Erdbewegung, der andere im rechten Winkel quer zur Erdbewegung. Die Geschwindigkeit der Erde gegenüber dem ruhenden Aether setzen wir rein fiktiv mit $v = 100 \text{ m/ms}$ an. Die Erdbewegung soll nach links erfolgen.

Bei unserer Betrachtung gehen wir zunächst nicht von Teilwellen in Form eines anhaltenden Lichtstrahls, sondern von zwei einzelnen, gleichzeitig gestarteten Photonen aus.

In der nachfolgenden Abbildung 3 betrachten wir zunächst nur das parallel zur Erdbewegung ausgesandte Photon.

Im unteren Teil der Abbildung sehen wir, dass sich das im Zeitpunkt $t = 0 \text{ ms}$ am halbdurchlässigen Spiegel gestartete Photon im Aether nach rechts bewegt und den ihm mit $v = 100 \text{ m/ms}$ entgegenkommenden Reflexionsspiegel nach 1,5 ms und einer Wegstrecke von 450 m erreicht. Obwohl sich das Photon im Aether ausbreitet, wird es vom Reflexionsspiegel erfasst und reflektiert. Nach der Reflexion bewegt sich das erneut entstandene Photon - wiederum unbeeinflusst von der Erd- und Interferometerbewegung - im Aether nach links und holt den vor ihm "flüchtenden" halbdurchlässigen Spiegel nach 2 mal 450 m = 900 m Weg zum Endzeitpunkt $t = 4,5 \text{ ms}$ ein.

Mathematisch gilt für den Hinweg im Aether die Gleichung

$$(6): \quad L - v \cdot t = c \cdot t \Rightarrow t = L / (c + v) \Rightarrow t = 1,5 \text{ ms}$$

Für den Rückweg gilt die Gleichung

$$(7): \quad L + v \cdot t = c \cdot t \Rightarrow t = L / (c - v) \Rightarrow t = 3,0 \text{ ms}$$

6

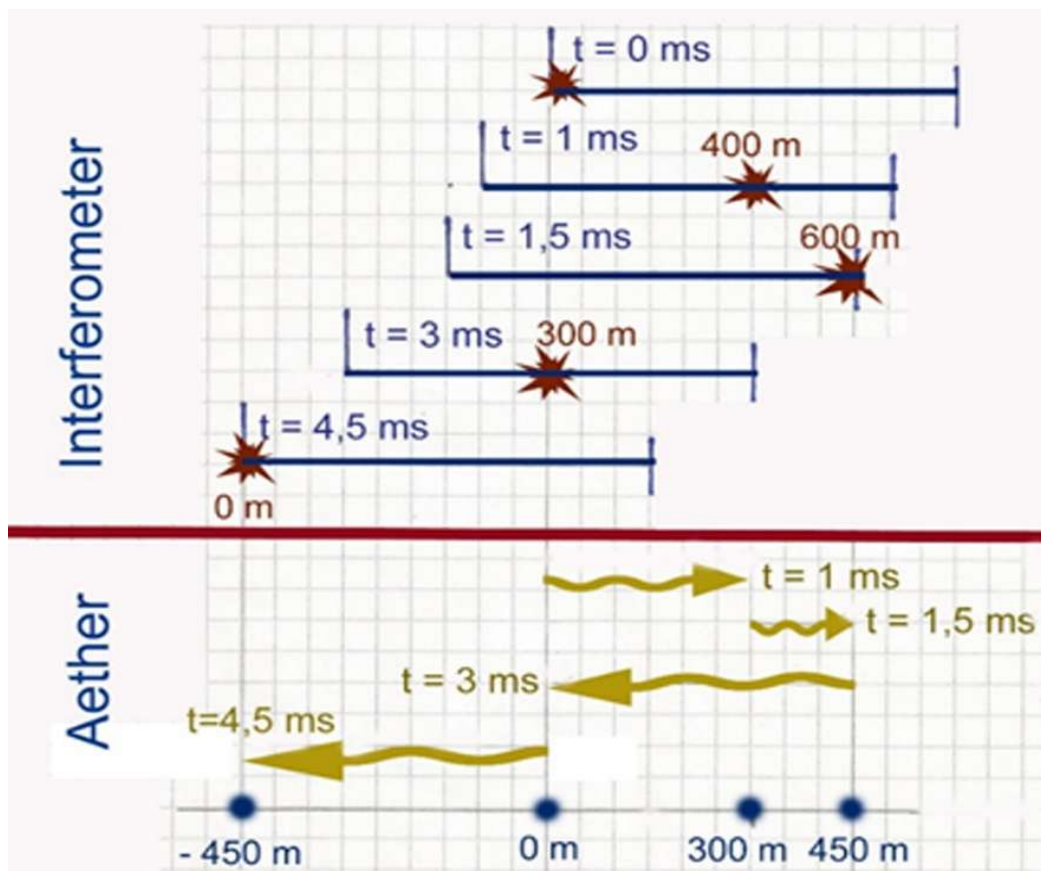


Abbildung 3

Im oberen Teil der Abbildung 3 sehen wir das Photon in Bezug auf das gegenüber dem Aether bewegte Interferometer.

Die erste Zeile zeigt den Start am halbdurchlässigen Spiegel.

Bis zum Zeitpunkt $t = 1 \text{ ms}$ haben sich Erde und Interferometer um 100 m nach links bewegt, so dass das Photon gerade die

400 m-Markierung am Interferometerarm passiert.

Bis zum Zeitpunkt $t = 1,5$ ms ist das Interferometer weitere 50 m nach links gewandert und das Photon hat im Aether weitere 150 m zurückgelegt. Zu diesem Zeitpunkt $t = 1,5$ ms trifft das Photon auf den Reflexionsspiegel des Interferometers und wird reflektiert.

In der Zeitspanne zwischen $t = 1,5$ ms und $t = 4,5$ ms hat sich das Interferometer weitere 300 m nach links bewegt und das Photon hat in diesen 3 ms gleichgerichtet 900 m zurückgelegt und damit seinen Startpunkt wieder erreicht.

Hier das Gesamtergebnis für das parallel zur Erdbewegung ausgesandte Photon:

In den 4,5 ms hat das Photon im ruhenden Aether in Übereinstimmung mit der physikalischen Lichtgeschwindigkeit 1.350 m zurückgelegt. Projiziert man den tatsächlich im Aether zurückgelegten Weg auf das Bezugssystem des Interferometers, dann hätte das Photon in 4,5 ms nur $2 \cdot 600$ m = 1.200 m zurückgelegt, was nicht im Einklang mit der Lichtgeschwindigkeit c steht.

Letzteres ist aber - so die Überzeugung des Autors - unbedenklich, weil sich das Photon im Falle eines existierenden Aethers allein im Aether und nicht im Bezugssystem des Interferometers bewegt. Im Bezugssystem des Interferometers gibt es in diesem Fall kein reales Photon, sondern nur eine aus der Transformation von Koordinatenwerten erscheinende Abbildung eines Photons, also nur die Abbildung einer Lichtausbreitung. Zwar unterliegt auch das Entstehen von Abbildungen irgendwelchen Gesetzmäßigkeiten, jedoch nicht denen, die für die reale Lichtausbreitung gelten.

Nachdem wir den schwierigeren Teil - die zur Erdbewegung parallele Lichtausbreitung - betrachtet haben, fügen wir jetzt das quer zur Erdbewegung ausgesandte Photon hinzu.

Die Abbildung 4 zeigt oben, dass das parallel zur Erdbewegung laufende (rote) und das dazu quer laufende (grüne) Photon zum

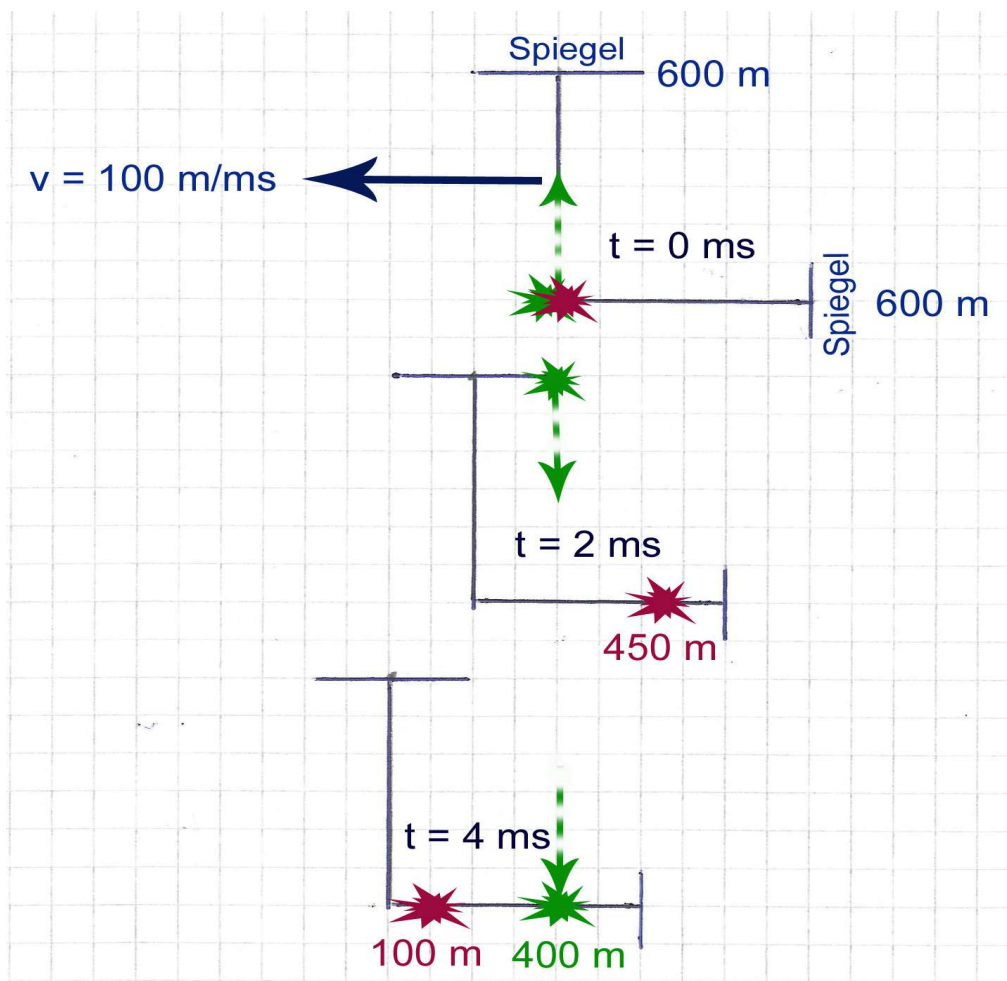


Abbildung 4

Zeitpunkt $t = 0 \text{ ms}$ gleichzeitig starten.

Nach 2 ms hat das grüne Photon seinen Reflexionsspiegel erreicht und wird dort in $t = 2 \text{ ms}$ reflektiert. Weil sie sich das grüne Photon im ruhenden Aether fortgepflanzt hat und weil sich das Interferometer inzwischen um 200 m nach links bewegt hat, muss der Reflexionsspiegel entsprechend breit sein.

Zum Zeitpunkt der Reflexion ($t = 2 \text{ ms}$) befindet sich das rote Photon bereits auf seinem Rückweg am Punkt $x = 450 \text{ m}$.

Im Zeitpunkt $t = 4 \text{ ms}$ kehrt das grüne Photon soeben auf seine Ausgangsebene zurück, allerdings, weil sich das Interferometer seit seinem Start um 400 m nach links bewegt hat, nicht am

halbdurchlässigem Spiegel - seinem Startpunkt -, sondern an der 400 m-Marke des erdparallelen Interferometerarmes.

Das rote Photon hat die 400 m-Marke - den Rückkehrpunkt des grünen Photons - bereits früher passiert und befindet sich in $t = 4 \text{ ms}$ bereits bei $x = 100 \text{ m}$.

Das Beispiel mit den zwei Photonen haben wir im Einklang mit der Klassischen Physik durchgespielt und daraus erkannt, dass zwei gleichzeitig gestartete Photonen nicht gleichzeitig an denselben Ort zurückkehren können.

Daraus, dass die zwei einzelnen Photonen nicht gleichzeitig an denselben Ort zurückkehren können, folgt jedoch nicht, dass ein ruhender lichtführender Aether im Michelson-/Morley-Experiment zum Verlust der positiven Interferenz führt. Denn beim Michelson-/Morley-Experiments handelt es sich nicht um zwei individuelle Photonen, sondern um einen Strom von Photonen, so dass jedes rote Photon auf seinem Rückweg zwar nicht das gleichzeitig gestartete grüne Photon, aber ein anderes grünes Photon, das entsprechend früher gestartet ist, treffen und mit ihm superpositionieren und positiv interferieren kann, wenn Frequenz und Periodendauer zwischen beiden Teilwellen übereinstimmen.

Wir sehen auch hier, dass das Michelson-/Morley-Experiment nicht geeignet ist, über die Existenz eines lichtführenden Aethers zu entscheiden.

2. Der Lorentz-Faktor für die Längenkontraktion

Der Lorentz-Faktor für die Längenkontraktion ist weder erforderlich, noch geeignet, um die Ergebnisse der Michelson-/Morley-Experimente mit der insinuierten Existenz eines lichtführenden ruhenden Aethers zu versöhnen.

Der mathematische Term $(1 - v^2/c^2)^{1/2}$ ist auch kein speziell der Lorentz-Transformation zuzurechnender Term. Der Term basiert auf dem Satz des Pythagoras und dient z.B. auch dazu, im

ebenen Dreieck den Zusammenhang zwischen Hypotenusen- und Katheten-Veränderung darzustellen.

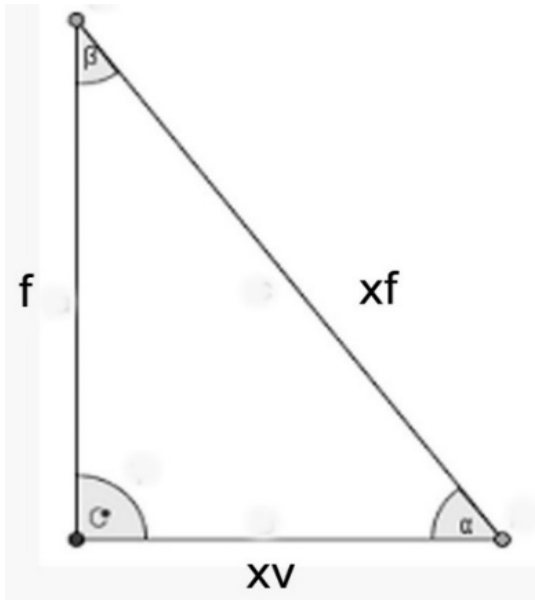


Abbildung 5

Wenn wir z.B. das in der Anlage 5 dargestellte Dreieck betrachten, dann können wir folgendes ableiten:

Nach Pythagoras gilt die Gleichung

$$(8): \quad xf = (f^2 + x^2v^2)^{1/2}$$

Die Auflösung nach x ergibt

$$(9): \quad x = 1 / (1 - v^2/f^2)^{1/2}$$

Dazu ein Rechenbeispiel:

In der Ausgangssituation sei $f = 6$, $v = 3$ und folglich die Hypotenuse = rd. 6,71. Damit ist $x = \text{rd. } 1,1547$. Ändert sich dann die kurze Kathete um den Faktor x auf $v = \text{rd. } 3,4641$, ohne dass sich die lange Kathete f ändert, so beträgt die neue Hypotenuse das x -fache der unveränderten langen Kathete, also $6x = \text{rd. } 6,9282$.

In diesem Zusammenhang sei auch auf W. v. Ignatowsky ¹ verwiesen, der allein auf Basis des Klassischen Relativitätsprinzips, also unter Abstraktion von weiteren physikalischen Gegebenheiten, nachgewiesen hat, dass es für die Transformation zwischen Inertialsystemen einen allgemeingültigen Transformationsfaktor p der Form

$$(10): \quad p = 1 \cdot (1 - v^2 \cdot n)^{-1/2}$$

gibt, wobei der Faktor n eine universelle Konstante ist, die je nach geometrischer oder physikalischer Gegebenheit konkretisierbar ist. So wird der Faktor n im Beispiel der Abbildung 5 durch $1/f^2$ und im Falle des Lorentz-Faktors durch $1/c^2$ ersetzt.

Einen harten physikalischen Beweis für das reale Auftreten der Lorentz-Kontraktion gibt es nicht. Es ist zwar vorstellbar, dass Materie, die gegen ein Etwas bewegt wird, eine Stauchung erfährt ², aber es wäre nicht einsichtig, dass das Maß der Kontraktion unabhängig von der Art der Materie sein soll. Insoweit würde zumindest ein materieabhängiger Faktor im Lorentz-Faktor fehlen.

Auch die Kennedy-Thorndike-Experimente haben gezeigt, dass es die Längenkontraktion als separates Phänomen nicht gibt, sondern dass bei jeder Längenkontraktion auch eine Zeitdilatation auftritt. Entgegen einer weit verbreiteten Meinung beweisen diese Experimente jedoch nicht die Existenz von Längenkontraktion und Zeitdilatation, sondern besagen nur, dass es, *falls* es eine Längenkontraktion geben sollte, auch eine Zeitdilatation geben muss. Vice versa.

¹ Wladimir Sergejewitsch v. Ignatowsky, Einige allgemeine Bemerkungen zum Relativitätsprinzip, Physikalische Zeitschrift, 1910, S. 972 ff.

² Oliver Heaviside leitete 1888 aus der Maxwellschen Elektrodynamik ab, dass bewegte elektrostatische Felder deformiert sein sollten (Heaviside-Ellipsoid mit einem Achsenverhältnis von $1/\gamma : 1 : 1$).

3. Der Lorentz-Faktor für die Zeitdilatation

Kaum hatte Lorentz die Längenkontraktion postuliert, um den gewünschten ruhenden Aether mit den Michelson-/Morley-Experimenten scheinbar zu versöhnen, postulierte man zusätzlich eine Zeitdilatation.

Der Faktor für die Zeitdilatation stimmt mathematisch mit dem Lorentz-Faktor für die Längenkontraktion überein. Auch für die Zeitdilatation gilt

$$(11): \quad \gamma = 1 / (1 - v^2/c^2)^{1/2}$$

Immerhin ist es folgerichtig, dass es eine Zeitdilatation geben muss, *wenn* es eine Längenkontraktion geben *würde*. Aber auch nur dann.

Vom selben Autor

DIE ZEIT BEWIRKT NICHTS – REIN GAR NICHTS

Was steckt hinter dem schillernden Phänomen Zeit? Kann die Zeit unterschiedlich schnell verrinnen oder sind es nur die Uhren, die langsamer oder schneller laufen? Der Autor kommt zu dem Ergebnis, dass das, was wir Zeit nennen, „nur“ das Ergebnis eines geistig-schöpferischen Aktes ist.

Zeit entsteht als hypothetisches Konstrukt, indem der Mensch zum Beispiel bestimmte Frequenzen in Bezug auf das Cäsiumnuklid beobachtet, die Anzahl der Schwingungen zählt und dann willkürlich festlegt, dass nach so und so vielen Schwingungen eine Sekunde vergangen ist.

Das, was wir Zeit nennen, ist keine wirkfähige Entität, sondern nur ein geistiges Konstrukt. Deshalb kann die Zeit nichts bewirken, rein gar nichts.

Uhren, die veränderten Gravitationskräften oder Geschwindigkeiten ausgesetzt werden, können schneller bzw. langsamer laufen, nicht aber die Zeit selbst.