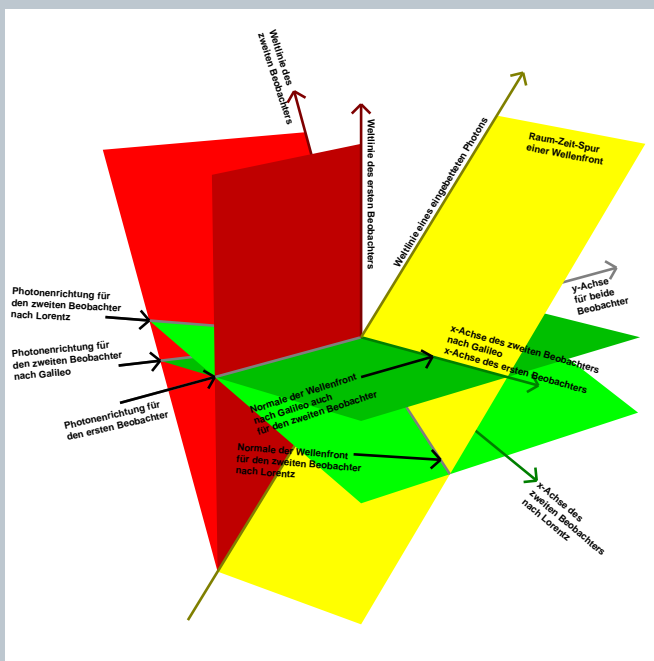
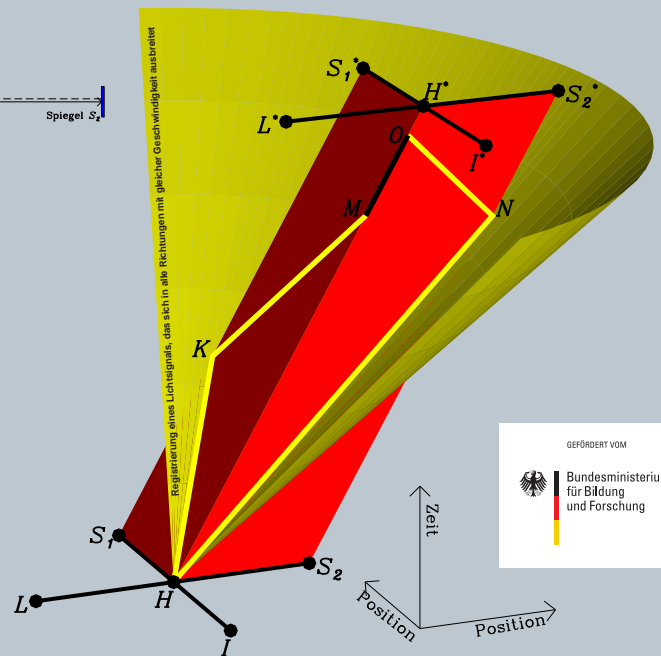
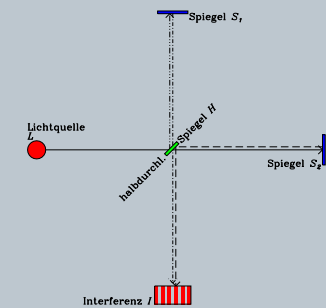


Wenn wir uns in Bewegung setzen, scheint sich der Himmel in Bewegungsrichtung zusammenzuziehen. Das ist die Aberration. Bei der Geschwindigkeit der Erde um die Sonne ($0.0001c$) sind das maximal 20 Bogensekunden, aber sie zeigen, dass sich die Erde wirklich um die Sonne bewegt, und sie scheinen zu bestätigen, dass es sich beim Licht um einen Teilchenregen handelt. Wir kennen den Effekt beim Lauf durch den Regen, der immer stärker von vorn zu kommen scheint, je schneller wir uns bewegen (s.o.). Das Licht ist jedoch eine Welle, deren Fronten keine Aberration zeigen, wenn gleichzeitige Beobachtungen ein für alle Mal gleichzeitig sind (Fresnels Paradoxon).

DAS MICHELSON-EXPERIMENT VON 1881 IN POTSDAM

Fresnel musste einen Äther unterstellen, der frei durch alle Materie strömt. Diese Strömungsgeschwindigkeit wollte Michelson messen.

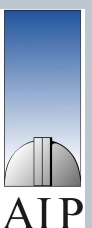
Im Versuch fällt das Licht der Quelle L aus einen halbdurchlässigen Spiegel H , der die eine Hälfte des Lichts auf den Weg zum Spiegel S_1 und zurück und die andere Hälfte zum Spiegel S_2 und zurück schickt. Dann kombiniert er sie wieder in Richtung Schirm, auf dem die Interferenzfigur I entsteht, die von der Laufzeitdifferenz der beiden Wege (in der Zeichnung rechts $OM = HNO - HKM$) abhängt. Die von der Orientierung des Instruments abhängige Laufzeitdifferenz entsteht, wenn Geschwindigkeiten wirklich additiv zusammengesetzt werden müssen. Michelsons Versuchsanordnung wurde mit Unterstützung des BMBF hier wieder aufgebaut.



Michelson findet keine Ätherströmung. Fresnels Äther wird von der Erde mitgenommen. Das Paradoxon ist nicht gelöst.

Lorentz zeigt: Eine prinzipielle Lösung setzt voraus, dass die Bestimmung der Wellennormalen auf eine bewegungsabhängige Gleichzeitigkeit zurückgreift (links: Nur wenn für den zweiten Beobachter der Raum gleichzeitiger Ereignisse gekippt ist, rollt die Wellenfront in die von der Aberration eines Photons angezeigten Richtung).

Einstein erkennt, dass alle Schwierigkeiten gelöst werden, wenn man von einer Konstanz (Unveränderlichkeit bei Zusammensetzung mit anderen Geschwindigkeiten) der Lichtgeschwindigkeit ausgeht.

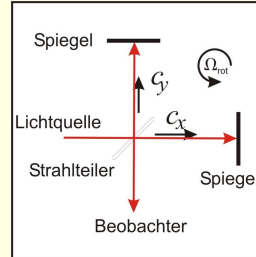


EIN MODERNES MICHELSON-EXPERIMENT

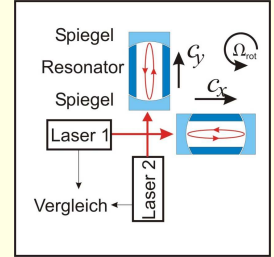


Prinzip

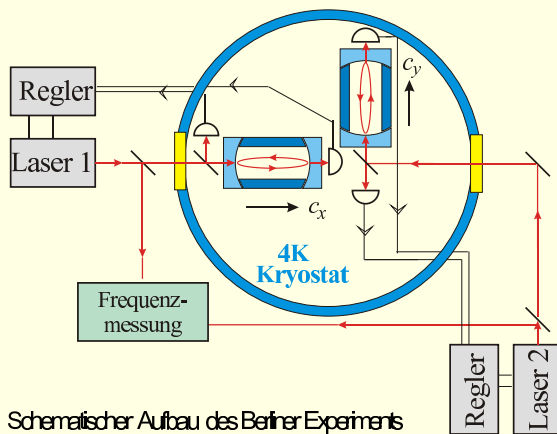
Mit modernen Methoden ist es heute möglich, das Michelson-Experiment mit vielfach gesteigerter Genauigkeit durchzuführen. Diese Verbesserung wird durch den Einsatz moderner Lasersysteme und optischer Resonatoren erreicht. Mittels dieser Resonatoren werden die Lichtstrahlen in den Interferometerarmen zwischen zwei Spiegeln höchster Güte eingeschlossen. Das bedeutet eine enorme Vergrößerung der Laufzeit und damit des möglichen Laufzeitunterschiedes z.B. durch einen Ätherwindeffekt.



Michelson 1881



Berlin 2005

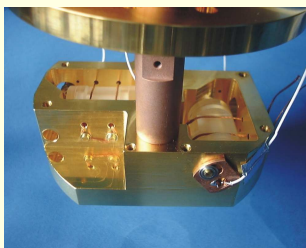


Schematischer Aufbau des Berliner Experiments

Ein Michelson-Experiment im Jahr 2005

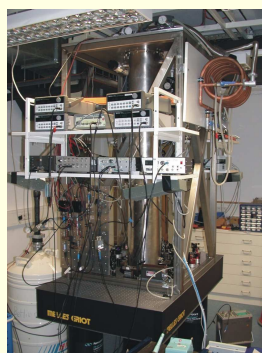
- Infrarot-Laser, Wellenlänge = 1064 nm.
- Resonatoren aus besonders längenstabiler Glaskeramik, temperaturstabilisiert.
- Drehung auf einem Präzisionsdrehtisch alle 50 s.
- Elektronische Regelung der Laserfrequenzen f auf die Resonator-Eigenfrequenzen: $f \sim c/2L$.
- Vergleich der Frequenzen während der Drehung. Richtungsabhängige Lichtausbreitung = Variation der Laserfrequenz mit der Drehung.
- $\Delta c/c < 10^{-15}$, das entspricht einem Ätherwind < 15 m/s.

Fotos



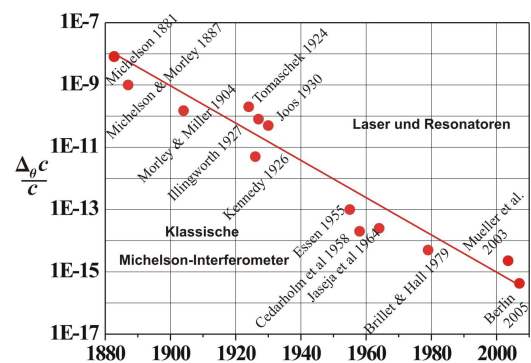
Oben: Herzstück des Berliner Michelson-Experiments: Die Resonatoren.

Unten: Der Gesamtaufbau mit Regelelektronik auf dem Drehtisch.



Links: Der Präzisionsdrehtisch mit einer Rundlaufgenauigkeit: $< 1 \mu\text{m}$.

Michelson-Versuch 1881 - 2005



Referenz

S. Herrmann, A. Senger, A. Peters
HU Berlin / AG Optische Metrologie

<http://qom.physik.hu-berlin.de>