

Hatte Einstein wirklich Recht?

Äther vs. spezielle Relativitätstheorie

Symposium „Was ist das für eine Welt, in der wir leben?“
Freiburg 3. Juli 2010

Andreas Varesi

Klenzestr. 87

80469 München

Tel. 089/28808837

andreas.varesi@gmx.de

www.einstein-relativity.de

- **Newtons Licht-Äther**
- **Michelson-Morleys gescheiterter Beweis des Licht-Äthers**
- **Erklärungsversuch: Längenkontraktion**
- **Erklärungsversuch: Längenkontraktion und Zeitdilatation**
- **Die spezielle Relativitätstheorie (SRT)**
- **Belege für die SRT**
- **Widersprüche zur SRT**
- **Gegenüberstellung SRT und Äthertheorie**
- **Wie real ist die Zeitdilatation?**
- **Was ist der transversale Dopplereffekt?**
- **Wie real ist die Längenkontraktion?**
- **Was passiert wirklich beim Michelson-Morley Experiment?**
- **Neubewertung der Äthertheorie**

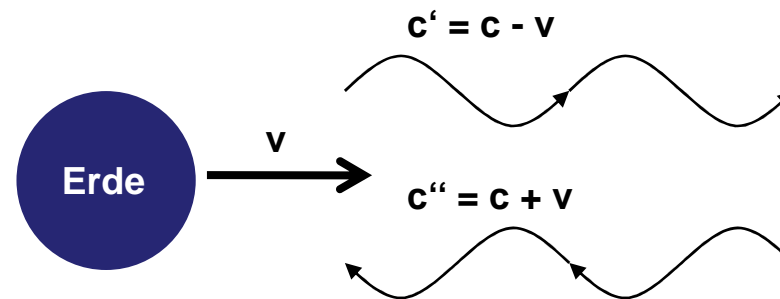
■ Newtons Annahme: ein Licht-Äther als Übertragungsmedium für Lichtwellen

Ein feinstoffliches Medium mit vernachlässigbar geringem Widerstand

Licht breitet sich darin mit konstanter Geschwindigkeit in alle Richtungen aus

Planeten-Geschwindigkeit v geht in die Messung der Lichtgeschwindigkeit c mit ein:

$$c' = c \pm v$$



■ Das Problem: Nachweis durch Messung der Lichtgeschwindigkeit in eine Richtung unmöglich

Michelson-Morley's gescheiterter Beweis des Licht-Äthers

Andreas Varesi
andreas.varesi@gmx.de
www.einstein-relativity.de

■ Die Idee von Michelson und Morley:

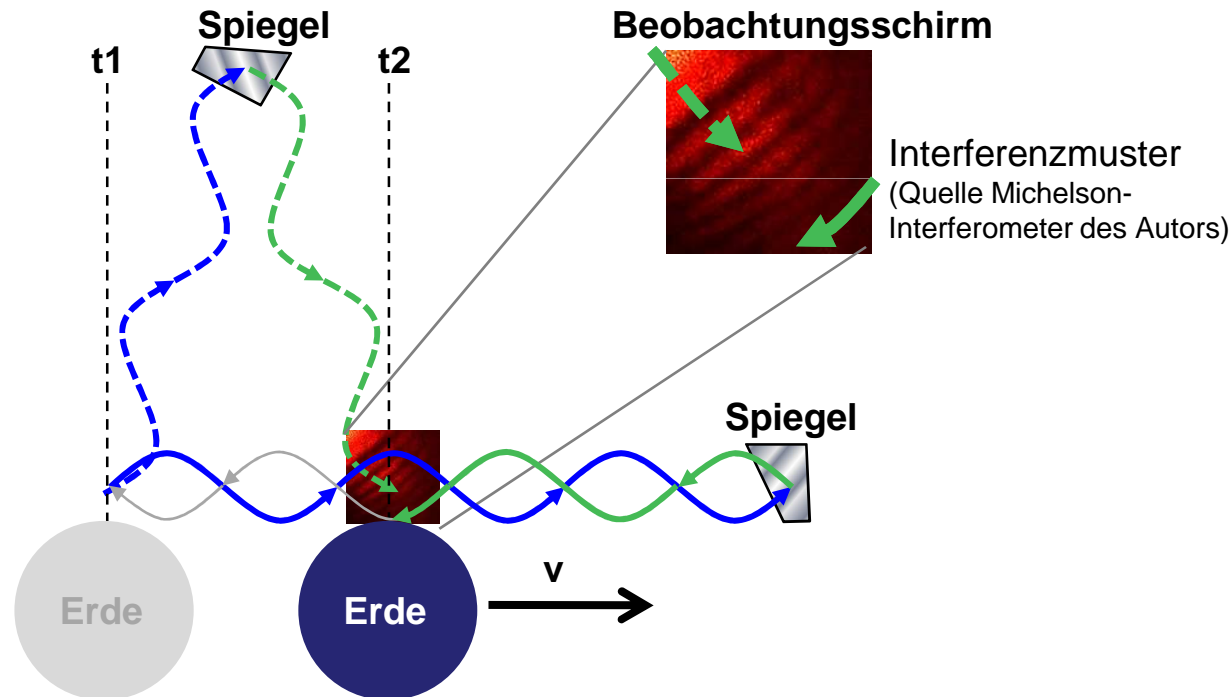
Statt der Geschwindigkeit Messung der Streckenunterschiede

Horizontaler Strahl: zum Spiegel langer Weg (blau), kurzer Weg zurück (grün)

Vertikaler Strahl (gestrichelt): hin (blau) und zurück (grün) in Summe kürzere Wegstrecke

Hochgenaue Messung mit Interferometer (d.i. Überlagerung monochromer Strahlen)

⇒ Wenn Aufbau gedreht wird, muss sich Interferenzmuster verändern



■ Das Ergebnis: keine Interferenzänderung!

Erklärungsversuch: Längenkontraktion

■ Die Erklärung von Fitzgerald (1889)

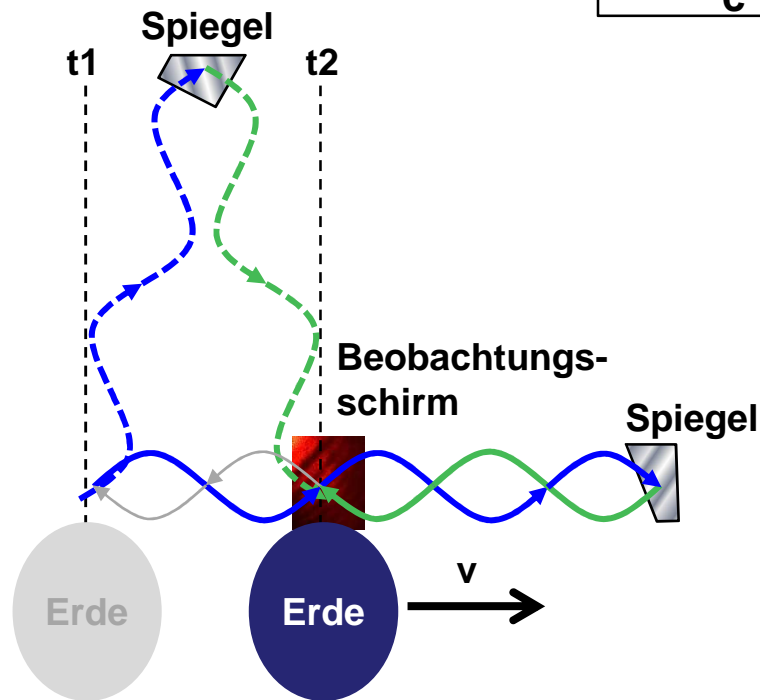
Es gibt weiterhin einen **absoluten Bezugsrahmen** (Äther)

Die **Lichtgeschwindigkeit** ist gegenüber dem Äther **konstant**

Ausgleich des horizontal längeren Weges durch eine (rechnerische) **Längenkontraktion** in Bewegungsrichtung

Der rechnerische Faktor ist dafür:

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$



Erklärungsversuch: Längenkontraktion und Zeitdilatation

Andreas Varesi
andreas.varesi@gmx.de
www.einstein-relativity.de

■ Lorentz (1897)

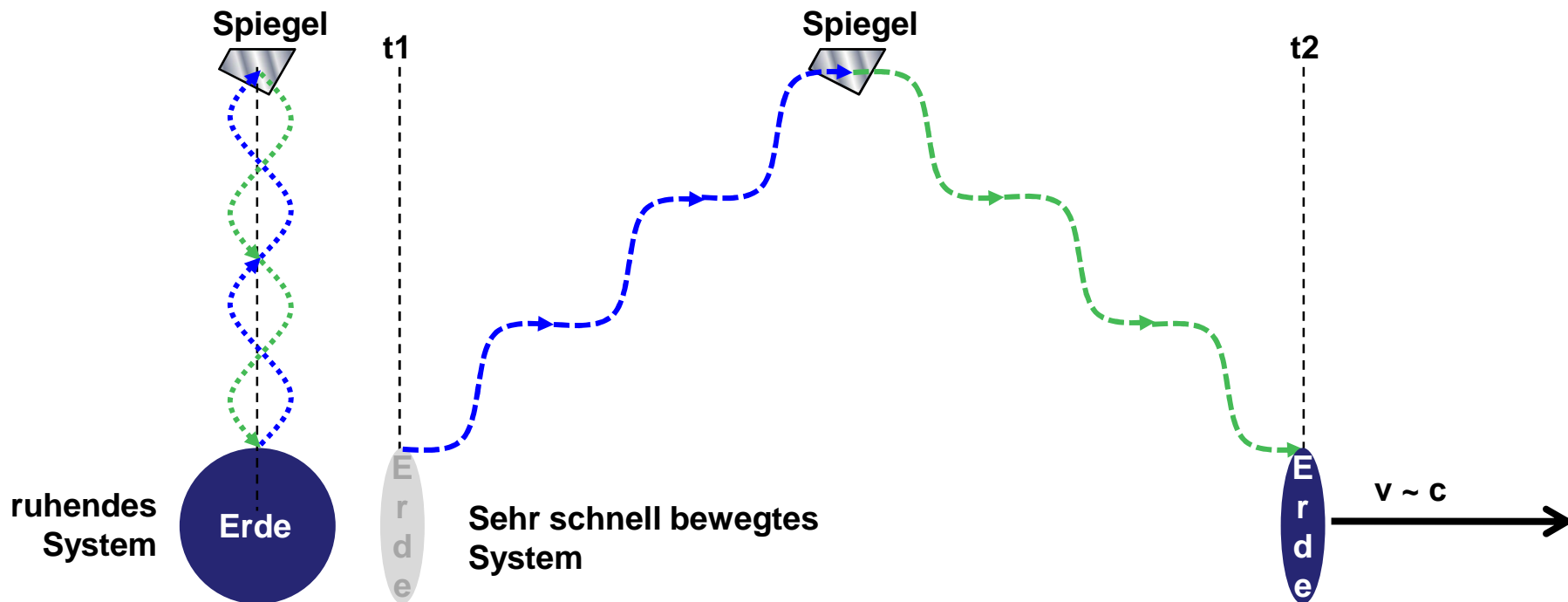
Es gibt einen **absoluten Bezugsrahmen** (Äther) und konstante **Lichtgeschwindigkeit**

Maßstäbe werden in Bewegungsrichtung **verkürzt** (der **Raum bleibt unverändert**)

Die **Masse wächst** mit der Geschwindigkeit und wird bei Lichtgeschwindigkeit unendlich groß

Wegen längerer Laufzeiten laufen **Prozesse langsamer** ab (die **Zeit bleibt unverändert**)

Der Zeitdilationsfaktor γ (= **Lorenzfaktor**) ist analog zum Kontraktionsfaktor von FitzGerald



Erklärungsversuch: Längenkontraktion und Zeitdilatation

- Wie kommt der Zeitdilationsfaktor (Lorenzfaktor) zustande?
- Einfache Dreiecksberechnung nach Pythagoras:

A: Strecke bis zum Spiegel = s

B: zurückgelegte Strecke des Systems = v * t'

C: Länge des Lichtstrahls = c * t'

t: Zeit die Licht im ruhenden System benötigt = t = s / c

$$A^2 + B^2 = C^2$$

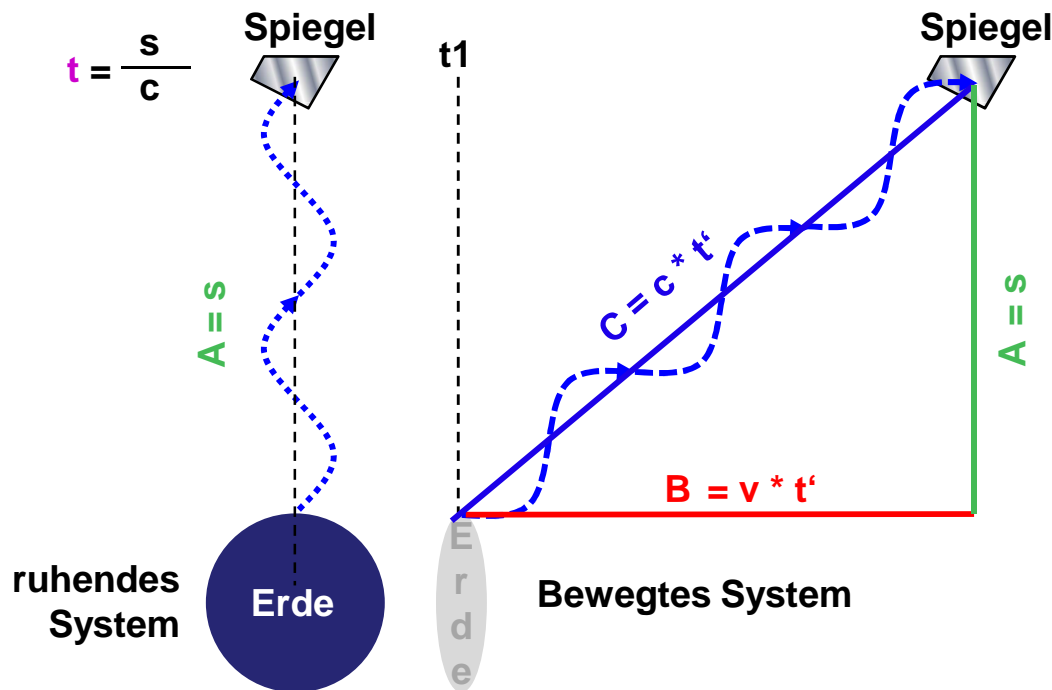
$$s^2 + (v * t')^2 = (c * t')^2$$

$$t'^2 = \frac{s^2}{c^2 - v^2} = \frac{s^2}{c^2} * \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$t' = \frac{s}{c} * \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$t' = t * \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$



■ Einstein (1905)

Es gilt die **Invarianz der Lichtgeschwindigkeit** für alle Inertialsysteme

Es tritt eine **Längenkontraktion** in Bewegungsrichtung auf – **der Raum ändert sich**

Es tritt eine **Zeitdilatation** auf – **die Zeit ändert sich**

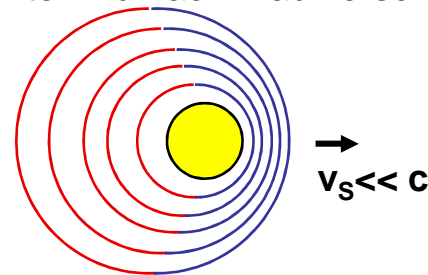
Es tritt eine **relativistische Massezunahme** bei steigender Geschwindigkeit auf

Einstein übernimmt die **Transformationsberechnungen von Lorentz**

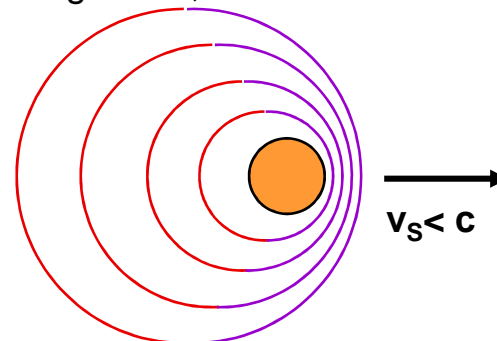
Es tritt ein **transversaler Dopplereffekt** auf, d.h. die Frequenz bewegter Strahler sinkt unabhängig von der Bewegungsrichtung

Was ist der transversale Dopplereffekt?

- Analog zur Zeitdilatation treten **zwei verschiedene Dopplereffekte** auf
- **Der longitudinale Dopplereffekt** – symmetrisch für Strahler und Beobachter
Die Strahlung sich entfernender Objekte wird nach Rot verschoben
Die Strahlung sich annähernder Objekte wird nach Blau verschoben



- **Der transversale Dopplereffekt** – nur bei bewegtem Strahler
Schnell bewegte Strahler unterliegen zudem der Zeitdilatation
Die Frequenz der Strahlung wird langsamer, sie wird für alle Richtungen nach Rot verschoben



- Aufgrund des transversalen Dopplereffektes können bewegte Beobachter trotz Zeitdilatation **keine Spektralverschiebung** eigener Lichtquellen feststellen!

■ Einstein (1905)

Es gilt die **Invarianz der Lichtgeschwindigkeit** für alle Inertialsysteme

Es tritt eine **Längenkontraktion** in Bewegungsrichtung auf – **der Raum ändert sich**

Es tritt eine **Zeitdilatation** auf – **die Zeit ändert sich**

Es tritt eine **relativistische Massezunahme** bei steigender Geschwindigkeit auf

Einstein übernimmt die **Transformationsberechnungen von Lorentz**

Es tritt ein **transversaler Dopplereffekt** auf, d.h. die Frequenz bewegter Strahler sinkt unabhängig von der Bewegungsrichtung

Es gilt das **Relativitätsprinzip**

■ Das Besondere am Relativitätsprinzip

In allen gleichförmig bewegten Inertialsystemen gelten **die selben physikalischen Gesetze**

Die **Einweglichtgeschwindigkeit ist eine Konstante** und ist in jedem Inertialsystem c

Die **Summengeschwindigkeit** aufeinander zurasender Objekte **kann c nicht überschreiten**

Alle **Inertialsysteme** sind einander **gleichberechtigt**

Es gibt keine absolute Eigengeschwindigkeit, sondern nur **Relativgeschwindigkeiten**

Ein übergeordneter **Bezugsrahmen ist nicht mehr nötig**

Es gibt **keine Gleichzeitigkeit** zwischen verschiedenen bewegten Systemen

Das **Relativitätsprinzip** ist Axiom und bedarf keiner weiteren Herleitung

⇒ **Die Folge: das Aus für den Licht-Äther**

■ **Bestätigung des Michelson-Morley Experiments**

Langzeitversuche der Humboldt-Universität Berlin mit optischem Resonator (Peters 2002)
Eigene Versuchsreihen des Autors und anderer kritischer Forscher (z.B. Feist 2008)

■ **Myonen-Zählversuch (Frisch und Smith 1963)**

Myonen entstehen in ca. 15 km Höhe, Halbwertszeit $1,5\mu\text{s}$, Geschwindigkeit $0,9994 * c$
Maximale Reichweite ca. 450 m (ohne Zeitdilatation)
Tatsächliche Reichweite 15 km (nur mit Zeitdilatation erklärbar)
Bestätigung der Ergebnisse im Speicherring von CERN

■ **Vergleich von Atomuhren (Hafele und Keating 1971)**

Atomuhren wurden an Bord von Linienflugzeugen installiert
Die beschleunigungsabhängige Zeitdilatation (ART) wurde heraus gerechnet
Es verblieb eine Zeitdilatation (SRT) in Abhängigkeit der Flugrichtung

■ **Nachweis der relativistischen Massezunahme (Kaufmann 1901)**

Geschwindigkeitsabhängigkeit der trägen, elektromagnetischen Masse des Elektrons
Präzisere Bestätigung in Teilchenbeschleunigern

■ Vermischung scheinbarer und tatsächlicher Effekte

Scheinbarer Zeitraffereffekt bei Annäherung; bei Entfernung entsprechender Zeitlupeneffekt

Atomuhren und Myonen gehen jedoch tatsächlich langsamer

Gilt die Längenkontraktion nun für die Länge des bewegten Objekts oder für die Wegstrecke?

Vermischung scheinbarer und realer Zeitdilatation

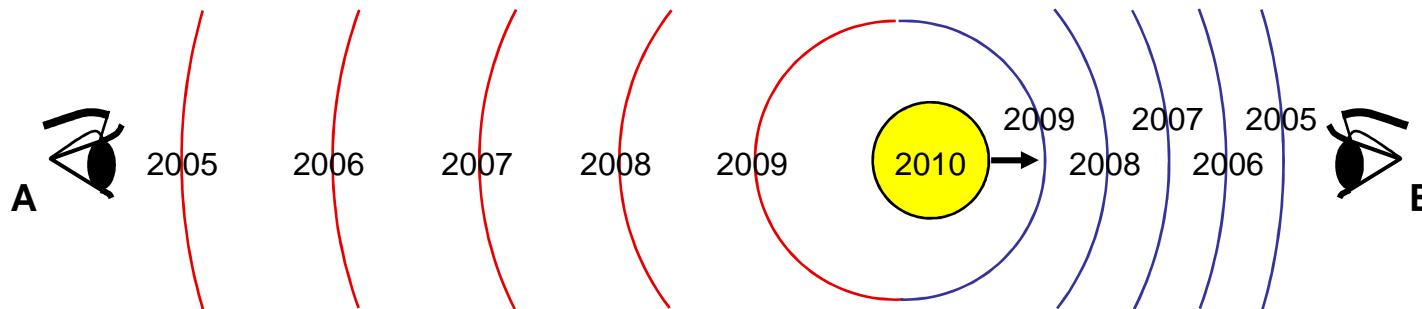
Andreas Varesi
andreas.varesi@gmx.de
www.einstein-relativity.de

- **Verwirrung durch Vermischung von scheinbarer und realer Zeitdilatation**

- **Zeitdilatation als reiner Beobachtereffekt – keine Auswirkung auf Uhren**

Bei der Entfernung eines Objektes wirken beobachtete Prozesse wie in Zeitlupe (Auge A)

Bei der Annäherung eines Objektes wirken beobachtete Prozesse wie in Zeitraffer (Auge B)



- **Reale Zeitdilatation bei Geschwindigkeiten nahe c – Uhren gehen langsamer**

Myonen fliegen weiter

Atomuhren gehen langsamer

■ Vermischung scheinbarer und tatsächlicher Effekte

Scheinbarer Zeitraffereffekt bei Annäherung; bei Entfernung entsprechender Zeitlupeneffekt
Atomuhren und Myonen gehen jedoch tatsächlich langsamer
Gilt die Längenkontraktion nun für die Länge des bewegten Objekts oder für die Wegstrecke?

■ Fehlende physikalische Erklärung für Zeitdilatation und Längenkontraktion

Wie sorgt die Natur für die tatsächlich auftretende Zeitdilatation?
Welche Kräfte sorgen für eine echte Verkürzung der Länge?

■ Zwillingsparadoxon

Bei strenger Auslegung des Relativitätsprinzips dürften keine Altersunterschiede auftreten
Gleiches gilt für den Myonenzählversuch und Messungen mit Atomuhren

■ Logische Brüche bei konstanter Einweglichtgeschwindigkeit

Lorentz-Faktor geht aus den Grundannahmen $c' = c + v$ und $c'' = c - v$ hervor
Wie schafft es ein Lichtstrahl, die Eigengeschwindigkeiten mehrerer Systeme zu kompensieren?

■ Summengeschwindigkeit zweier Objekte kann c überschreiten

Teilchenbeschleuniger arbeiten mit der Addition zweier Teilchengeschwindigkeiten $v_1 + v_2 > c$

■ Hinweise auf Existenz eines kosmischen Bezugssystems

Rot-/Blauverschiebung des 3 K-Hintergrundrauschens als kosmischer Bezugsrahmen (Muller 1976)
Vakuumfluktuation als Hinweis auf realen Äther (Nachweis Casimir-Effekt, Lamoreaux 1996)
„Gemäß der allgemeinen Relativitätstheorie ist ein Raum ohne Äther undenkbar“ (Einstein 1920)

Gegenüberstellung SRT und Äthertheorie

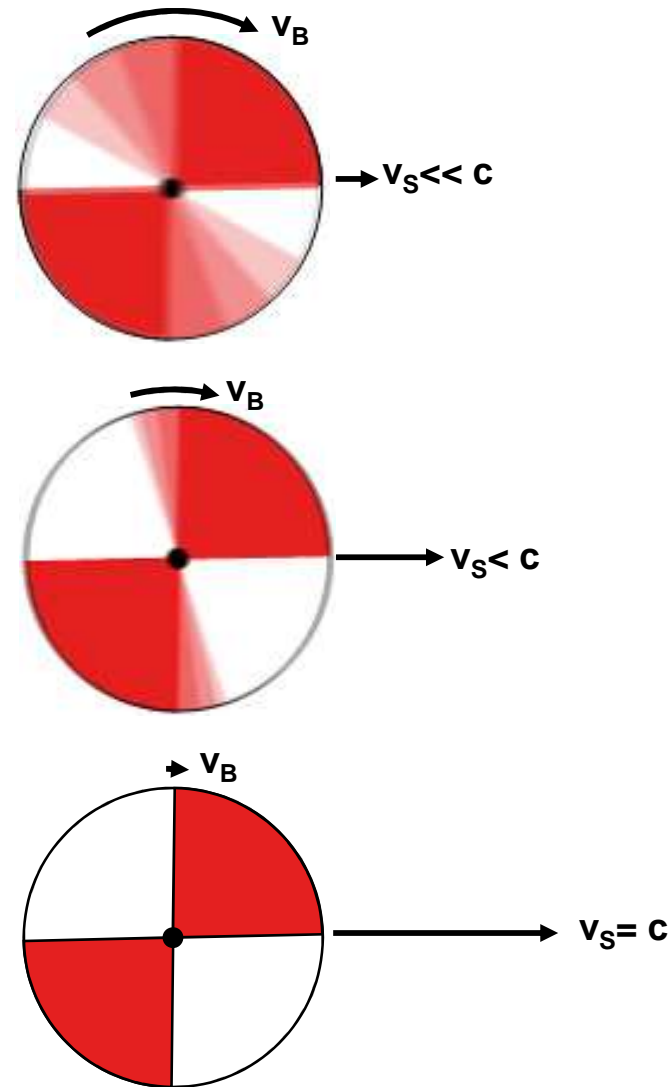
Andreas Varesi
andreas.varesi@gmx.de
www.einstein-relativity.de

| | Newton | Lorentz | SRT |
|--|--------|---------|-----|
| Nullergebnis des Michelson-Morley Experiments ist zulässig | x | ✓ | ✓ |
| Reale Zeitdilatation im Myonen-Zählversuch ist zulässig | x | ? | x |
| Klärung des Zwillingsparadoxons | x | ? | x |
| Physikalische Erklärung für Zeitdilatation | x | x | x |
| Konstanz der LG in Zweiwegrichtung | ✓ | ✓ | ✓ |
| Keine Widersprüche bei LG in Einwegrichtung | ✓ | ✓ | x |
| Geschwindigkeitsaddition im Teilchenbeschleuniger möglich | ✓ | ✓ | x |
| Klare Unterscheidung von realen und scheinbaren Effekten | x | ? | x |
| Erklärung für physikalische Längenkontraktion | x | x | x |
| Vereinbarkeit mit kosmischen Hintergrundrauschen | ✓ | ✓ | x |
| Konstanz aller Naturgesetze in relativistischen Systemen | ? | ? | ✓ |
| Erklärung für das Relativitätsprinzip | x | x | x |
| Gleichzeitigkeit auf alle Systeme im Universum anwendbar | ✓ | ✓ | x |

Wie real ist die Zeitdilatation?

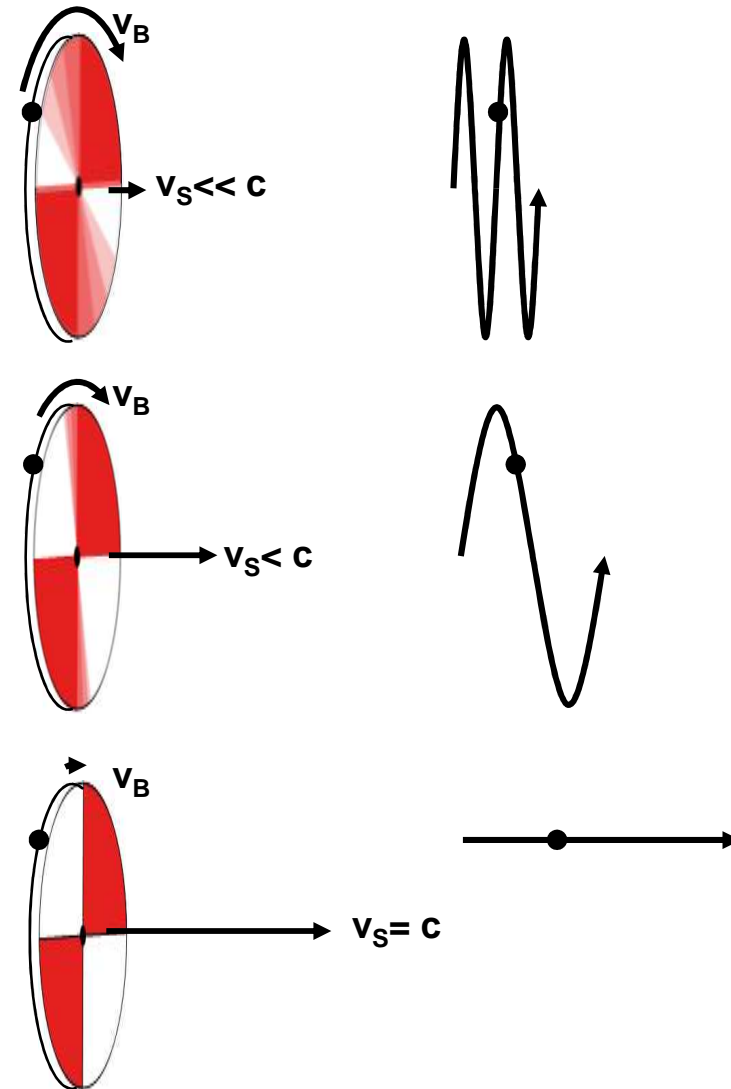
- **Annahme 1:** es gilt ein fester Bezugsrahmen (**Äther**)
- **Annahme 2:** **c ist konstant** und kann nicht überschritten werden
- **Beispiel 1:** rotierende Scheibe in Bewegungsrichtung
- **Addition** von Bahngeschwindigkeit v_B zur Systemgeschwindigkeit v_S
- Bahngeschwindigkeit muss auf 0 sinken, wenn System c erreicht

⇒ Bei Erreichen von c müssen in bewegten Systemen **zyklische Prozesse in Bewegungsrichtung** „einfrieren“



Wie real ist die Zeitdilatation?

- **Beispiel 2: rotierende Scheibe senkrecht zur Bewegungsrichtung**
 - Rotierende Randpunkte legen **längere Strecke im Raum** zurück als Gesamtsystem
 - **Sinusüberlagerung** von Bahngeschwindigkeit v_B mit Systemgeschwindigkeit v_S
 - Bahngeschwindigkeit muss auf **0** sinken, wenn System c erreicht
- ⇒ Bei Erreichen von c müssen in bewegten Systemen **alle zyklischen Prozesse richtungsunabhängig „einfrieren“**

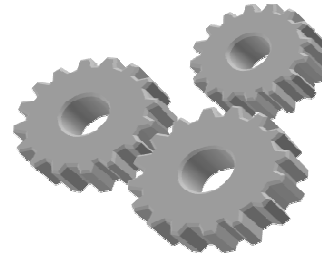


Wie real ist die Zeitdilatation?

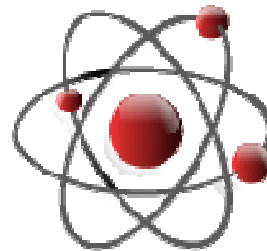
Andreas Varesi
andreas.varesi@gmx.de
www.einstein-relativity.de

- **Rotierende Scheiben** zeigen innerhalb eines festen Bezugsrahmens: **makroskopische Systeme** bleiben beim **Erreichen von c** stehen, z.B.:

- Pendel
- Getriebe
- Motoren
- Mechanische Uhren
- Blutkreislauf
- Mensch und Tier



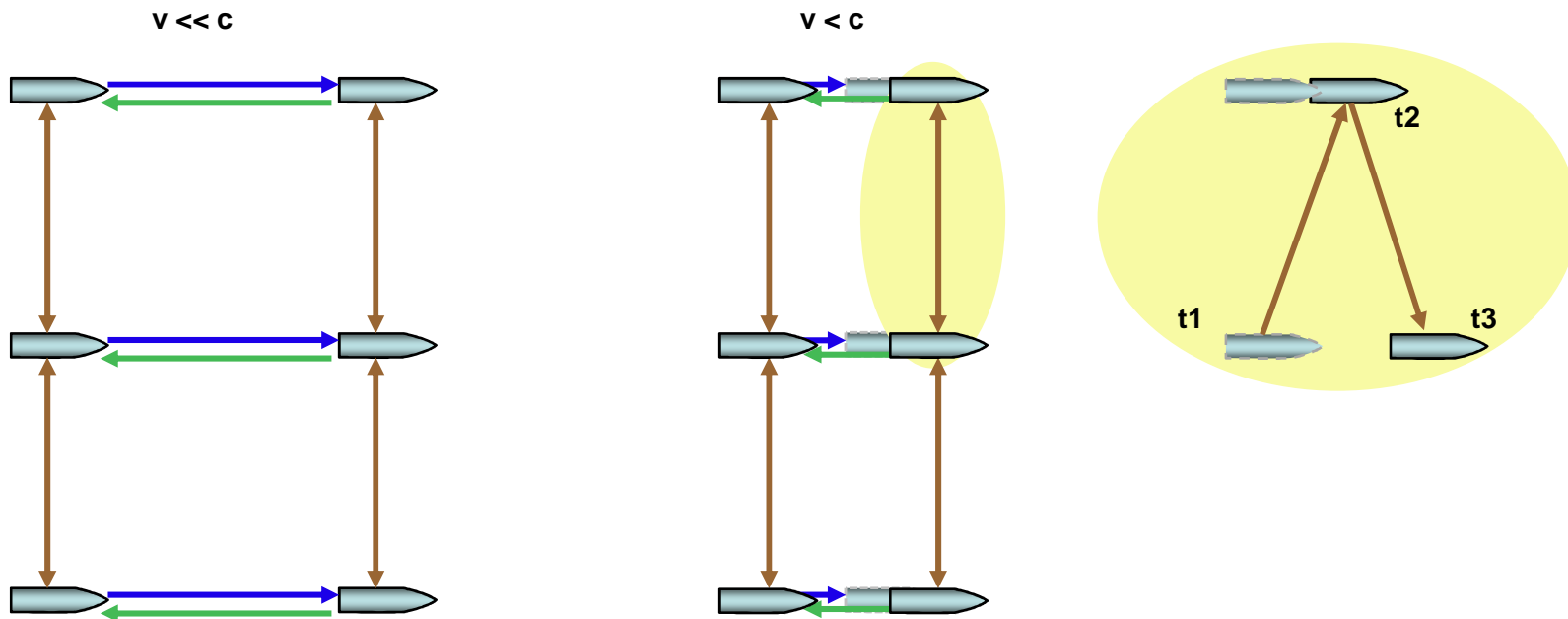
- **Myonenzählversuch** und **synchronisierte Atomuhren** zeigen: auch Prozesse auf **atomarer** und **Quanten-Ebene** unterliegen der **Zeitdilatation**



- ⇒ Für bewegte Systeme vergeht die **Zeit real und richtungsunabhängig langsamer**
- ⇒ **Das Relativitätsprinzip spielt hierbei noch keine Rolle!**

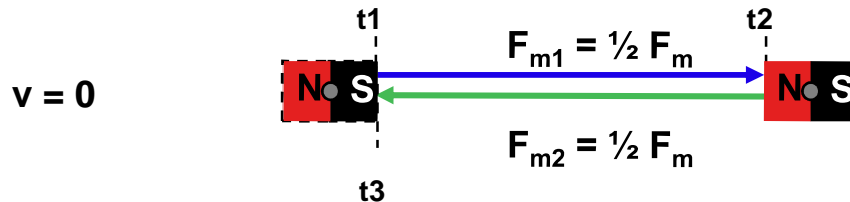
Wie real ist die Längenkontraktion?

- **Beispiel 1: Raumschiffverband** in einem festen Bezugsrahmen
 - **Distanz** wird durch Messung von **Signallaufzeiten** eingestellt
 - In Bewegungsrichtung geht **Laufzeit** gegen **Unendlich** →
 - Entgegen Bewegungsrichtung geht **Laufzeit** gegen **Null** ←
 - Raumschiffe können nur **Summenlaufzeit** (hin und zurück) messen
 - Aufgrund **Zeitdilatation** bleibt **vertikaler Abstand gleich**
- ⇒ Horizontaler **Abstand nimmt** mit zunehmender Geschwindigkeit **ab**

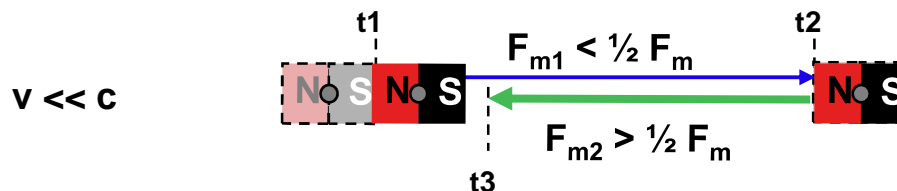


Wie real ist die Längenkontraktion?

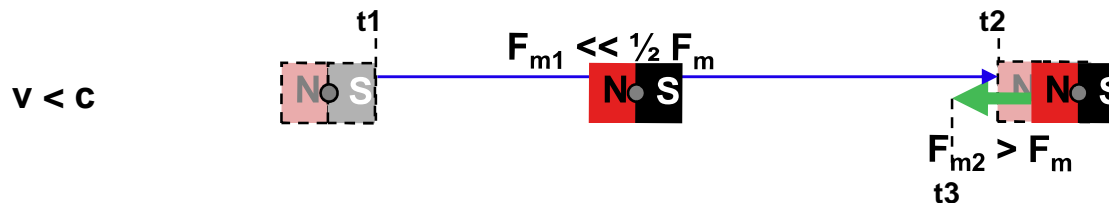
- **Beispiel 2: Ausbreitung elektromagnetischer Kräfte**
- Im **Ruhezustand** sind Distanzen und somit **Kräfte** in beide Richtungen **gleich**



- In **Bewegungsrichtung** eilt Kraft hinter rechtem Magneten her => **Entfernung steigt**, Kraft geht gegen Null →
- **Entgegen Bewegungsrichtung** kommt linker Magnet der Kraft entgegen => **Entfernung sinkt**, Kraft geht gegen halbe Maximalkraft der Magneten ←

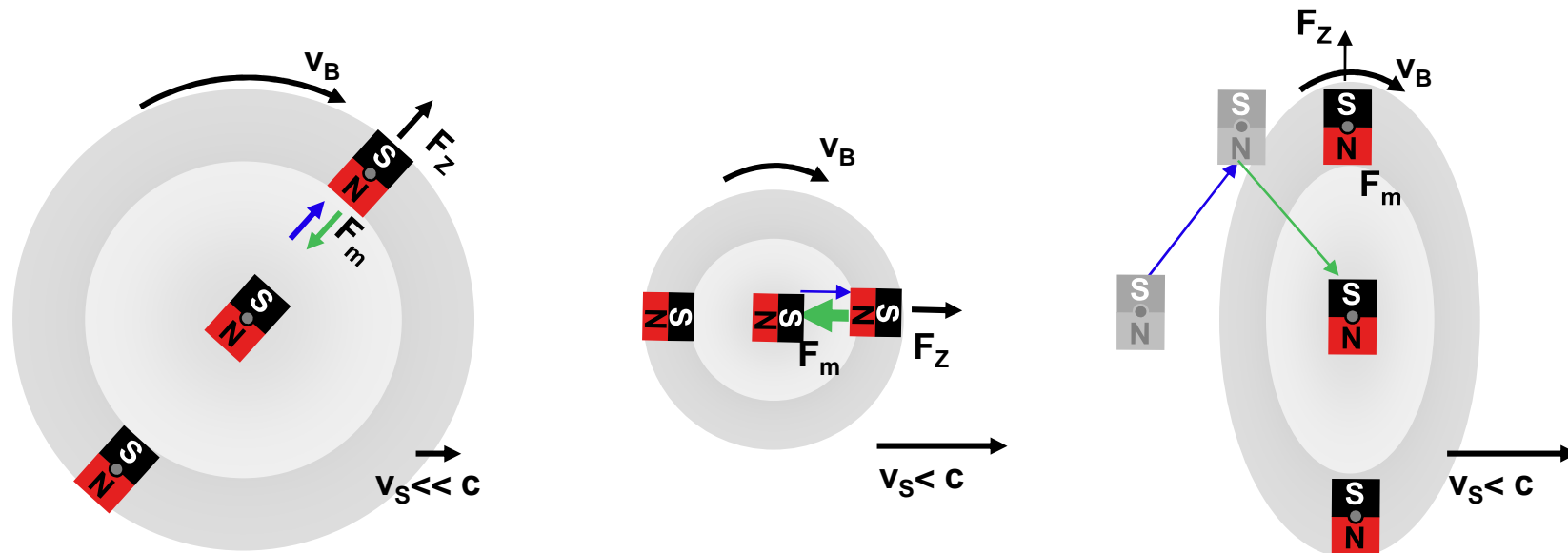


⇒ Mit **steigender Geschwindigkeit steigen** elektromagnetische **Anziehungskräfte**



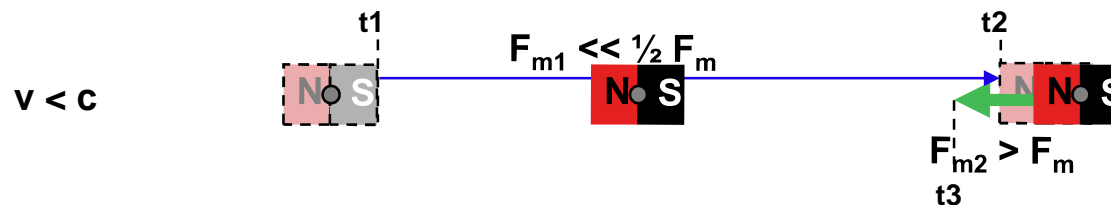
Wie real ist die Längenkontraktion?

- **Beispiel 3: bewegte Magnetzentrifuge**
- **Magnete** werden mit **Magnetkraft F_m** angezogen, Rotation erzeugt **Fliehkraft F_z**
- **In Bewegungsrichtung** erreicht die **Magnetkraft** ihr **Maximum**
- Die **Zeitdilatation** reduziert die Bahngeschwindigkeit, **die Fliehkraft sinkt**
- ⇒ Neues Kräftegleichgewicht auf **engerer Umlaufbahn**
- Quer zur Bewegungsrichtung wird Weglänge größer, die **Magnetkraft sinkt**, langsamere Rotation **reduziert Fliehkraft** im selben Verhältnis, Radius bleibt gleich
- ⇒ **Umlaufbahn wird lediglich in Bewegungsebene gestaucht**



Wie real ist die Längenkontraktion?

- Elektromagnetische **Laufzeitunterschiede** wirken sich auf makroskopische **Entfernungsmessungen** aus
- **Laufzeitunterschiede** stellen **unterschiedliche Entfernungen** dar und beeinflussen **Kräfte** innerhalb atomarer Strukturen, in Bewegungsrichtung **steigen die Anziehungskräfte**, neues Kräftegleichgewicht führt zu **verkürzten Distanzen**

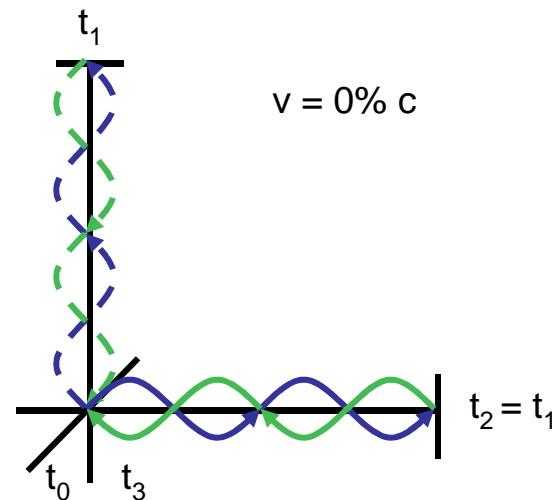


- Durch die **Verkürzung von Maßstäben** kann die Längenkontraktion innerhalb des Systems **nicht gemessen werden**
- Da Längenkontraktion Resultat eines veränderten Kräftegleichgewichts innerhalb von Materialien ist, kommt es zu **keiner Materialermüdung**

Was passiert wirklich beim Michelson-Morley Experiment?

Andreas Varesi
andreas.varesi@gmx.de
www.einstein-relativity.de

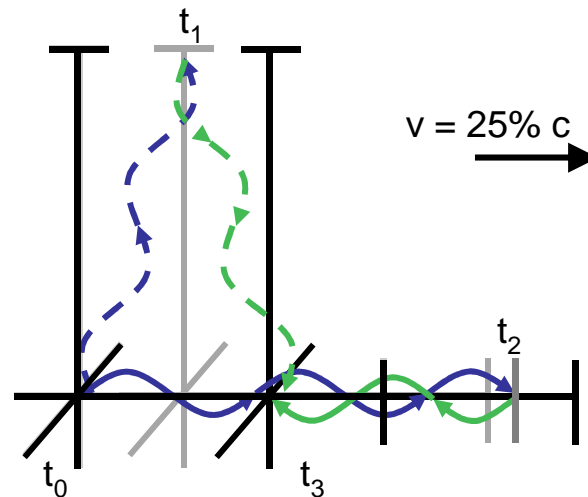
- **Im ruhenden System** treten in diesem Beispiel am **Längs-** als auch am **Querarm** des Michelson-Interferometers **zwei komplette Wellenzüge** auf
- In Hin- und Rückrichtung sind das **je Arm vier Wellenzüge**
- Zum Zeitpunkt t_0 wird der Strahl in Quer- und Längsrichtung **aufgespaltet**
- Nach der halben Zeit (Zeitpunkt t_1) wird der Strahl am **Querarm reflektiert**
- Zum Zeitpunkt t_2 wird der Strahl am **Längsarm reflektiert**
- Zum Zeitpunkt t_3 werden beide Strahlengänge zur **Interferenz** gebracht
- Beim Drehen des Aufbaus bleibt das **Interferenzmuster unverändert**



Was passiert wirklich beim Michelson-Morley Experiment?

Andreas Varesi
andreas.varesi@gmx.de
www.einstein-relativity.de

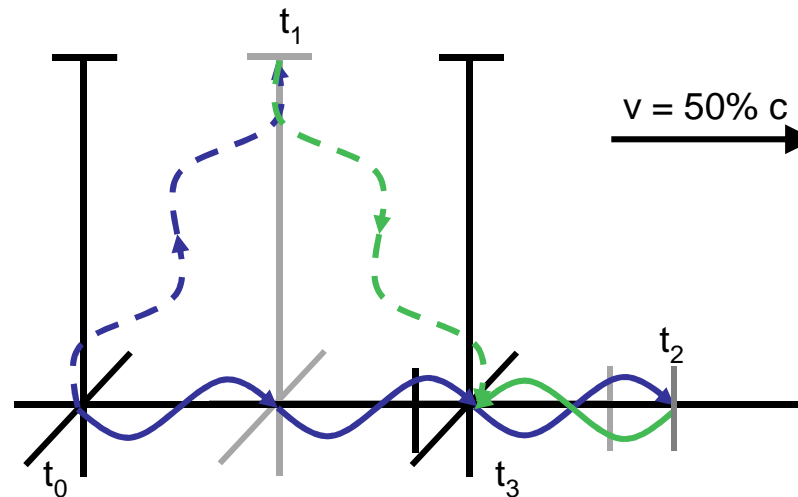
- **Annahme: Zeitdilatation, Längenkontraktion und transversaler Dopplereffekt sind reale Effekte** für die der **Lorentz-Faktor γ** gilt
- Bei **25% c** dehnt der **transversale Dopplereffekt** die Wellenlänge, so dass trotz längerem Weg am **Querarm weiterhin nur 2 Wellenzüge** je Richtung auftreten
- Das System **folgt** in Bewegungsrichtung **dem Lichtstrahl**, dieser wird bei t_2 nach **2,5 Wellenzügen** am verkürzten **Längsarm** reflektiert
- In **Gegenrichtung** kommt das System **dem Strahl entgegen**, so dass dieser bis t_3 nur **1,5 Wellenzüge** bis zum Beobachtungsschirm benötigt
- Die Anzahl der **Wellenzüge bleibt konstant**, es gibt **keine Interferenzänderungen**



Was passiert wirklich beim Michelson-Morley Experiment?

Andreas Varesi
andreas.varesi@gmx.de
www.einstein-relativity.de

- Bei **50% c** sorgt der **transversale Dopplereffekt** weiter für 2 Wellenzüge am **Querarm**
 - In Bewegungsrichtung benötigt der Strahl **nun 3 Wellenzüge** bis zur Reflektion bei t_2
 - In **Gegenrichtung** trifft der Strahl bei t_3 nach **1 Wellenzug** den Beobachtungsschirm
 - In beide Richtungen benötigt der Lichtstrahl **wieder exakt vier Wellenzüge**
 - Unabhängig von der Geschwindigkeit bleibt die Anzahl der Wellenzüge in beide Richtungen aufgrund **Zeitdilatation, Längenkontraktion** und **transversalem Dopplereffekt** stets konstant
- ⇒ Das Michelson-Morley Experiment misst **NICHT** die **Einweglichtgeschwindigkeit!**



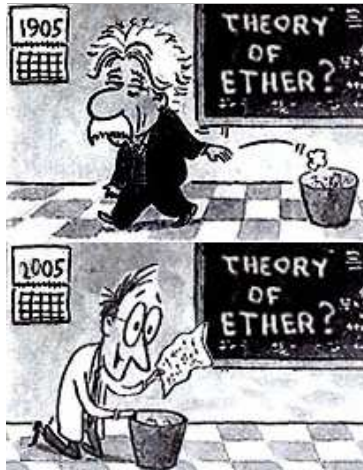
- ⇒ Zeitdilatation, Längenkontraktion und transversaler Dopplereffekt lassen sich logisch aus der Limitierung auf Lichtgeschwindigkeit herleiten, es gilt der Lorentz-Faktor γ
- ⇒ Sie sorgen für Kräftegleichgewicht und stabile physikalische Verhältnisse unabhängig von der Systemgeschwindigkeit
- ⇒ Selbst das Michelson-Interferometer kann keine Unterschiede zwischen bewegten und ruhenden Systemen nachweisen
- ⇒ Das Relativitätsprinzip ist Folge und nicht Ursache von Zeitdilatation und Längenkontraktion!
- ⇒ Obwohl die Zweiweglichtgeschwindigkeit in allen bewegten Systemen stets als c gemessen wird, kann die Einweglichtgeschwindigkeit deutlich von c abweichen
- ⇒ Die Rot-/Blauverschiebung des kosmischen Hintergrundrauschens ermöglicht eine exakte Bestimmung der Einweglichtgeschwindigkeit sowie der eigenen Geschwindigkeit

Mathematische Herleitung dieser Aussagen unter www.einstein-relativity.de

Neubewertung der Äthertheorie

Andreas Varesi
andreas.varesi@gmx.de
www.einstein-relativity.de

| | Newton | Lorentz | SRT | Äther V2 |
|--|--------|---------|-----|----------|
| Nullergebnis des Michelson-Morley Experiments ist zulässig | x | ✓ | ✓ | ✓ |
| Reale Zeitdilatation im Myonen-Zählversuch ist zulässig | x | ? | x | ✓ |
| Klärung des Zwillingsparadoxons | x | ? | x | ✓ |
| Physikalische Erklärung für Zeitdilatation | x | x | x | ✓ |
| Konstanz der LG in Zweiwegrichtung | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Keine Widersprüche bei LG in Einwegrichtung | ✓ | ✓ | x | ✓ |
| Geschwindigkeitsaddition im Teilchenbeschleuniger möglich | ✓ | ✓ | x | ✓ |
| Klare Unterscheidung von realen und scheinbaren Effekten | x | ? | x | ✓ |
| Erklärung für physikalische Längenkontraktion | x | x | x | ✓ |
| Vereinbarkeit mit kosmischen Hintergrundrauschen | ✓ | ✓ | x | ✓ |
| Konstanz aller Naturgesetze in relativistischen Systemen | ? | ? | ✓ | ✓ |
| Erklärung für das Relativitätsprinzip | x | x | x | ✓ |
| Gleichzeitigkeit auf alle Systeme im Universum anwendbar | ✓ | ✓ | x | ✓ |



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**

Andreas Varesi

Klenzestr. 87

80469 München

Tel. 089/28808837

andreas.varesi@gmx.de

www.einstein-relativity.de