

Einsteins spezielle Relativitätstheorie

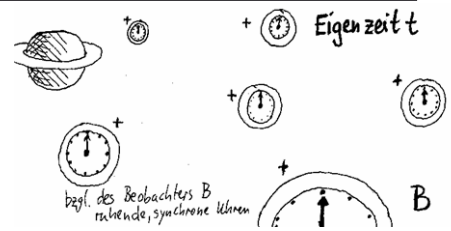
Lektion 5a

Die Zeitdilatation:

Verschieden schnell bewegte Bezugssysteme haben jeweils ihre eigene Zeit

Wir stellen uns nun vor, wir leben als Beobachter in einem Bezugssystem B. Dort haben wir beliebig viele, ruhende Uhren aufgestellt und diese alle synchronisiert.

Dann können wir in diesem Bezugssystem B die **Eigenzeit t** angeben.



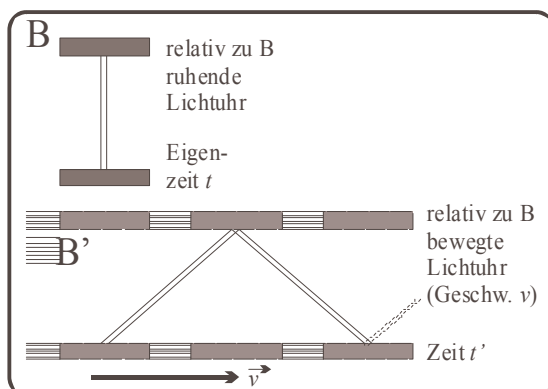
Die **Eigenzeit t** gilt im **Bezugssystem B** für alle ruhenden Objekte und ruhenden Beobachter.

Ein Objekt oder Beobachter (**Bezugssystem B'**), der sich **relativ zu B** mit der **Geschwindigkeit v** bewegt, befindet sich jedoch in einem **anderen Zeitsystem t'** .

Die beiden Zeiten t und t' laufen nicht synchron.

Albert Einstein berechnete den Unterschied zwischen der **Eigenzeit t** im Bezugssystem B und der **Zeit t'** eines relativ bewegten Bezugssystems B' mit Hilfe seiner berühmten Lichtuhren. Damit Du die Berechnung Einsteins verstehst, musst Du den **Satz des Pythagoras** kennen.

Der Begriff „Zeitdilatation“



Der Begriff **Zeitdilatation** ist dem Lateinischen entnommen und bedeutet **Zeitdehnung**.

In der Zeichnung links siehst Du zwei Uhren:

- Die ruhende Uhr B misst die Eigenzeit t .
- Die bewegte Uhr B' misst die Zeit t' .

Da Licht stets gleich schnell ist, müssen die Sekunden in der bewegten Uhr langsamer vergehen: Denn dort ist der Lichtweg länger!

Die Zeit ist im Bezugssystem B' „gedehnt“ – verglichen mit unserer Eigenzeit im System B.

Die Berechnung der Zeitdilatation:

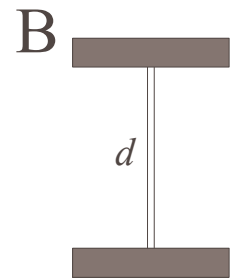
I. Der Abstand der Spiegel in einer Lichtuhr

Der **Abstand** d zwischen den beiden Spiegeln einer Lichtuhr ist so ausgefüllt, dass der **Lichtweg hin und her** genau **1 Sekunde** dauert.

Die **Lichtgeschwindigkeit** beträgt grundsätzlich c .

Es gilt deshalb:

$$d = c \cdot \frac{1}{2} s$$



Um die weitere Rechnung Einsteins zu verstehen, muss man stets **genau** unterscheiden, **welche Zeit- bzw. welche Entfernungsangabe** aus Sicht von **welchem Beobachter** gemeint ist.

II. Zeit- und Längenangaben aus Sicht verschiedener Bezugssysteme

Zunächst einmal versetzen wir uns in die Lage des **Beobachters B**, der seine eigene **Lichtuhr B** betrachtet. Aus Sicht von B ist die Lichtuhr B **ruhend**.

Für die **Länge des Lichtwegs hin und her** in der Lichtuhr von B gilt aus Sicht von B:

$$l_{B \rightarrow B} = 2 \cdot d$$

Die Zeitdauer, die das Licht in der Lichtuhr B hin und her braucht, beträgt aus Sicht von B natürlich:

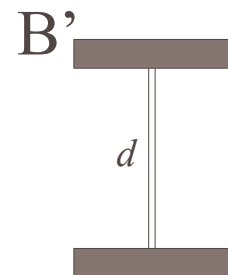
$$t_{B \rightarrow B} = 1 s$$

Jetzt versetzen wir uns in die Lage des bewegten **Beobachters B'**, der seine **Lichtuhr B'** betrachtet.

Aus Sicht von B' ist die Lichtuhr B' **ruhend**, weil B' mit seiner Uhr B' „mitfährt“.

B' kommt bei der Beurteilung seiner Lichtuhr B' zum unweigerlichen Ergebnis:

$$\begin{aligned} l_{B' \rightarrow B'} &= 2 \cdot d \\ t_{B' \rightarrow B'} &= 1 s \end{aligned}$$



Beachte in diesen Schreibweisen das Kleingedruckte!

Zum Beispiel bedeutet „ $t_{X \rightarrow Y}$ “ die „Zeitdauer, die ein Beobachter im Bezugssystem X ermittelt für einen Vorgang, der im Bezugssystem Y stattfindet“.

Ein bisschen komplizierter ist es allerdings, wenn der **Beobachter B** die vorbei fliegende **Uhr B'** beurteilt: Ein **ruhender Beobachter** beurteilt ein **bewegtes Objekt**...