

# Grundlagen der Speziellen Relativitätstheorie

Bernhard Bodenstorfer

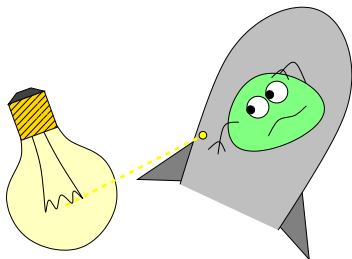
HTL Leonding

2020-05-11

- 1 Einsteins Postulate
- 2 Bezugssysteme und Ereignisse
- 3 Raumzeit- = Minkowski-Diagramm
- 4 Gleichzeitigkeit

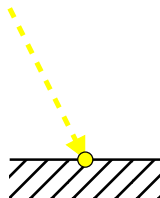
# Einsteins Postulate

- Die Naturgesetze haben in allen Inertialsystemen die gleiche mathematische Form. Alle Inertialsysteme sind gleichberechtigt.
- Die Lichtgeschwindigkeit  $c_0$  im Vakuum ist in allen Inertialsystemen gleich. Die Bewegungszustände von Lichtquelle und Beobachter haben keinen Einfluss auf  $c_0$ .



# Bezugssysteme und Ereignisse

- Ein Ereignis ist etwas, das in Zeit und Raum passiert.
- In einem gegebenen Bezugssystem hat jedes Ereignis eine Zeitkoordinate und drei Ortskoordinaten.
- Verschiedene Bezugssysteme können für das selbe Ereignis unterschiedliche Zeit und Ortskoordinaten angeben.

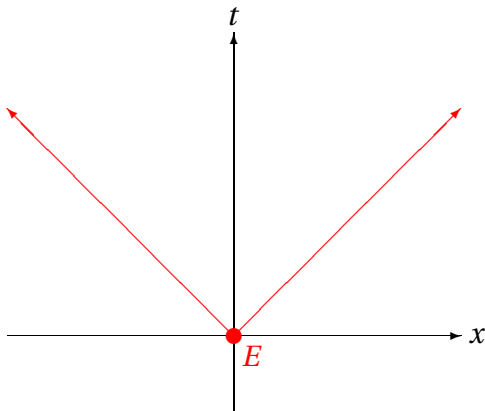


$$I: E \mapsto (t, x, y, z)$$

$$I': E \mapsto (t', x', y', z')$$

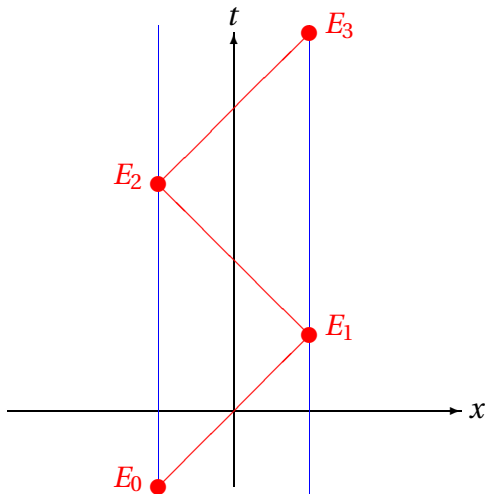
# Raumzeit- = Minkowski-Diagramm

- Zeit und eine Ortskoordinate (hier:  $x$ )
- Ereignis entspricht Punkt
- $c_0$  entspricht  $45^\circ$  zur Waagrechten
- Stillstand entspricht Parallele zur  $t$ -Achse
- Gleichzeitige Ereignisse: auf selber Parallelen zur  $x$ -Achse



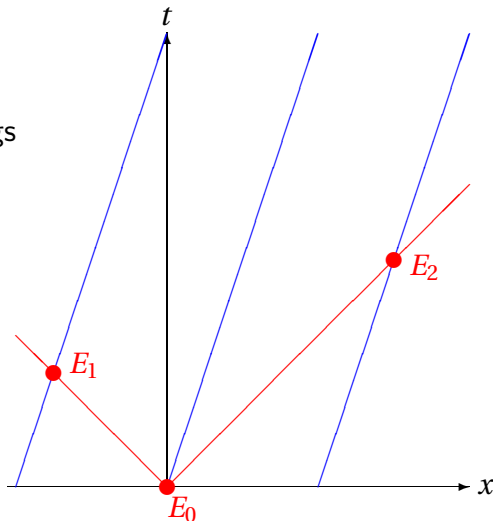
# Beispiel 1: ruhende Lichtuhr

- Zeit- und Ortskoordinaten-Achse
- Spiegel in Ruhe
- Licht pendelt mit  $c_0$

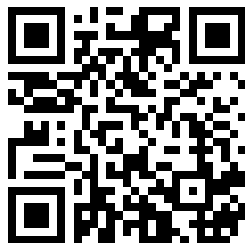


# Beispiel 2: Lichtblitz mitten im Zug

- Koordinaten-Achsen
- Anfang, Mitte, Ende des Zugs
- Lichtblitz in der Mitte
- breitet sich aus mit  $c_0$
- erreicht das Ende
- erreicht den Anfang



# Gleichzeitigkeit



Sehen Sie den Film „Relativitätstheorie: Gleichzeitigkeit“. Zeichnen Sie dann je ein Minkowski-Diagramm im Bezugssystem des Bahndamms (Bezugssystem  $I$ , Weltlinien des Bahndamms vertikal) für folgende Szenarien:

- ➊ (leicht) An zwei Punkten am Bahndamm wird bezüglich  $I$  gleichzeitig ein Lichtblitz ausgesendet (Ereignisse  $B_1$  und  $B_2$ ). Die Lichtblitze erreichen den mittleren Beobachter am Bahndamm gleichzeitig (Ereignis  $B_4$ ).
- ➋ (ungewohnt) An zwei Punkten in der Eisenbahn wird *bezüglich  $I'$  gleichzeitig* geblitzt (Ereignisse  $E_1$  und  $E_2$ ). Diese Blitze erreichen den mittleren Beobachter im Eisenbahnzug gleichzeitig (Ereignis  $E_3$ ). Tipp: Zeichnen Sie zeitlich rückwärts von  $E_3$  ausgehend, um  $E_1$  und  $E_2$  zu finden!