

## **5. Die Relativitätstheorie – Grenzen der Newtonschen Mechanik**

### **5.1 Grundaussagen der speziellen Relativitätstheorie (SRT)**

#### **a) Klassische Vorstellungen von Raum und Zeit**

Die Newtonsche Physik geht von

- einem **absoluten Raum** und einer **absoluten Zeit** aus, d.h.
  - Raum und Zeit existieren objektiv und unabhängig vom Bewegungszustand eines Körpers.
  - Raum und Zeit beeinflussen sich gegenseitig nicht!
  - Raum und Zeit sind universell, d.h. die räumlichen Abmessungen und die Zeitdauer eines Vorganges sind in allen Bezugssystemen gleich!
- einer **absoluten Masse** aus, d.h. sie ist in allen Bezugssystemen gleich!
- einer **relativen Geschwindigkeit** aus, d.h. Beobachter in verschiedenen Bezugssystemen messen unterschiedliche Geschwindigkeiten.

#### **Bezugssysteme:**

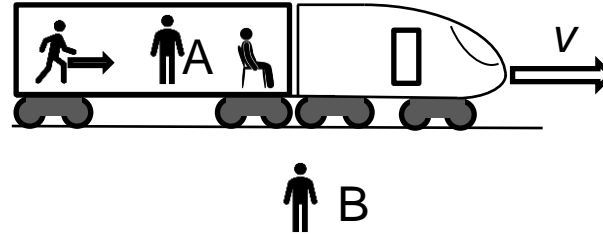
Im Mittelpunkt der speziellen Relativitätstheorie stehen Beobachter in ihren eigenen Bezugssystemen. Diese bewegen sich mit konstanten Geschwindigkeiten relativ zueinander.

Dabei wird aus Sicht eines bewegten Beobachter A (im Zug) und einem ruhenden Beobachter B (in unserem Fall häufig Einstein) unterschieden.

**Beispiel:**

Ein ICE fährt geradlinig mit konstanter Geschwindigkeit  $v$ . Im Zug sitzt vor Beobachter A eine Person. Beobachter B ist außerhalb des Zugs.

**Ergänze die Lücken.**



Ein Beobachter A im Bezugssystem ICE sagt: „Die Person ist \_\_\_\_\_.“

Ein Beobachter B außerhalb, der durch das Fenster in den Zug sieht, sagt: „Die Person \_\_\_\_\_.“

Bewegt sich eine Person im Zug, so nehmen die beiden Beobachter auch diese Bewegung \_\_\_\_\_ war.

Bei höherer Geschwindigkeit (ab 10% der Lichtgeschwindigkeit) liefert die Newtonsche Physik **falsche** Ergebnisse.

## b) Einstein'sche Postulate und Bezugssysteme

Zunächst klären wir Begriffe, die im weiteren Verlauf wichtig sind.  
**Ergänze die Lücken.**

(Unbeschleunigte) Bezugssysteme, die sich relativ zueinander mit konstanter Geschwindigkeit bewegen, nennt man \_\_\_\_\_. In diesen gilt der \_\_\_\_\_.  
Beispiel: gleichförmig fahrender Zug

Bei einem **Postulat** handelt es sich um eine \_\_\_\_\_.

**1. Postulat:** (\_\_\_\_\_):

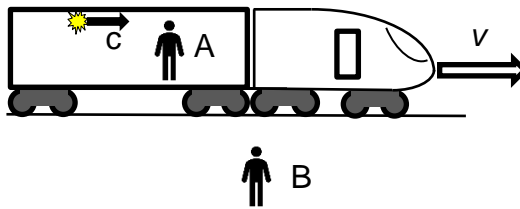
Alle \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

**2. Postulat:** (\_\_\_\_\_):

In allen \_\_\_\_\_:

$$c = \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.



Würde aber die Person im Zug eine Lampe anschalten, so wäre die Geschwindigkeit des Lichts \_\_\_\_\_ und \_\_\_\_\_ des Zugs gemessen \_\_\_\_\_.

Die von Einstein entwickelte SRT geht von zwei grundlegenden Postulaten aus. **Übernimm den Hefteintrag aus dem mebis-Kurs**

**Beispiel:**  
Ein ICE fährt geradlinig mit konstanter Geschwindigkeit  $v$ . Beobachter A ist innerhalb und Beobachter B ist außerhalb des Zugs. **Ergänze die Lücken.**

Aus den Postulaten von Einstein lassen sich mehrere Folgerungen ableiten. Im nächsten Kapitel werden weitere Folgerungen behandelt.  
**Übernimm den Hefteintrag aus dem mebis-Kurs.**

**Folgerung aus den Postulaten**

**Relativität der Gleichzeitigkeit** (Zeit ist keine absolute Größe mehr)

- Zwei Uhren \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_,  
das vom \_\_\_\_\_.
- Sind zwei Uhren in \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.
- Anstelle von Uhren kann man auch Ereignisse betrachten. Finden zwei Ereignisse \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

So wie im Sport manchmal eine Stoppuhr wichtig ist, benötigt man auch für die Spezielle Relativitäts-theorie ein Messinstrument für die Zeit.

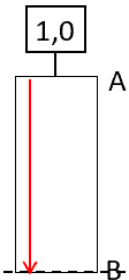
Aber dieses universelle Instrument, ist ein Gedankenkonstrukt – sie existiert nicht wirklich.

**Die Lichtuhr:**

Die Lichtuhr besteht aus zwei Spiegeln A und B und einem Photon, das sich periodisch zwischen den beiden Spiegeln mit der konstanten Lichtgeschwindigkeit  $c$  bewegt.

Sie tickt in jedem Inertialsystem gleich schnell, da die Lichtgeschwindigkeit  $c$  invariant ist.

Die Lichtuhr registriert einen Klick immer dann, wenn das Photon an dem oberen Spiegel A reflektiert wird.



**Selbst-Check:**

- Bezugssysteme
- Einstein'sche Postulate
- Relativität der Gleichzeitigkeit
- Die Lichtuhr

**Übungsmöglichkeiten:**

Passende Erklärungen und Aufgaben zum Thema findest Du auf Leifiphysik.