

**PN1**

# **Besprechung der 12. Vorlesung**

08.02.2021

Prof. Dr. Jan Lipfert und Prof. Dr. Ralf Jungmann

WS 2020/2021

Newton: Absolute Raum; Ortsangaben nehmen  
auf bestimmtes System Bezug.

⇒ Länge eines Maßstabes ist überall gleich

⇒ Zeit ist absolute Größe.

→ MM: Lichtgeschw. unabhängig vom Bezugssystem

⇒ Einstein: Raum und Zeit sind relativ

Für  $v \approx c$ : relativistische Mechanik

# SR71 - Blackbird



# Relativistisch oder nicht?

Die SR71 fliegt mit 3529 km/h in einer Höhe von 26213 m.  
Muss man ihre Bewegung relativistisch betrachten?

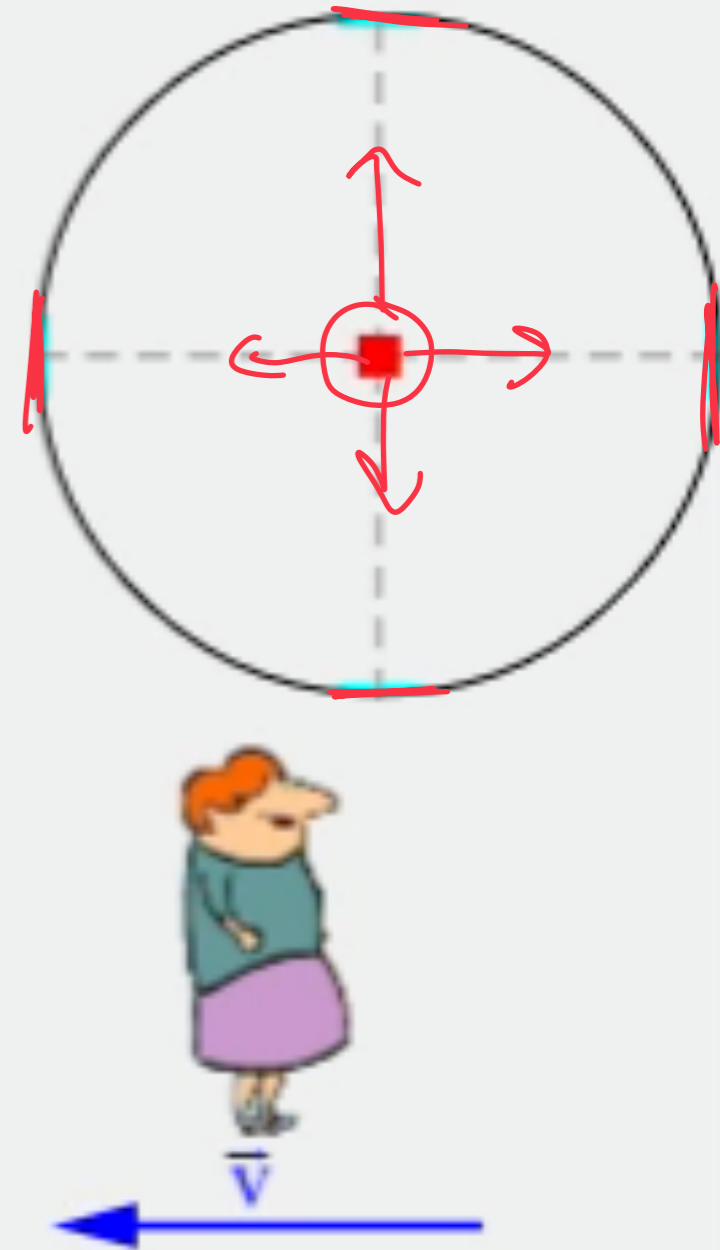
- (A) Ja
- (B) Nein
- (C) Kommt auf das Bezugssystem an

# Spezielle Relativitätstheorie

Bezugssysteme

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$1 \text{ ns} = 10^{-9} \text{ s}$$

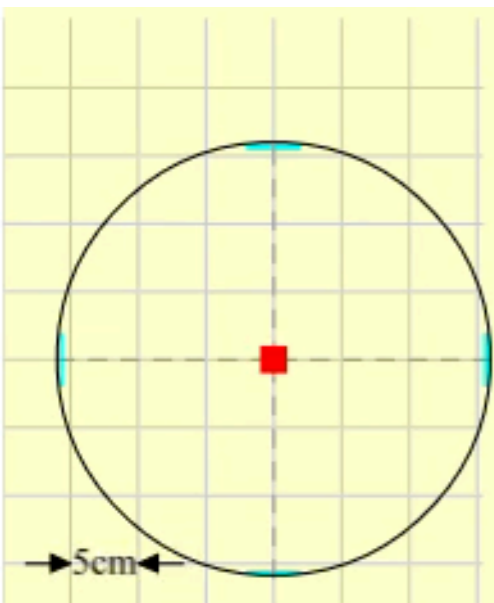


# Spezielle Relativitätstheorie

Betrachtung nach klassischem Relativitätsprinzip. Dabei wird von der klassischen Vorstellung der Geschwindigkeitsaddition ausgegangen, wie sie Galilei eingeführt hat.

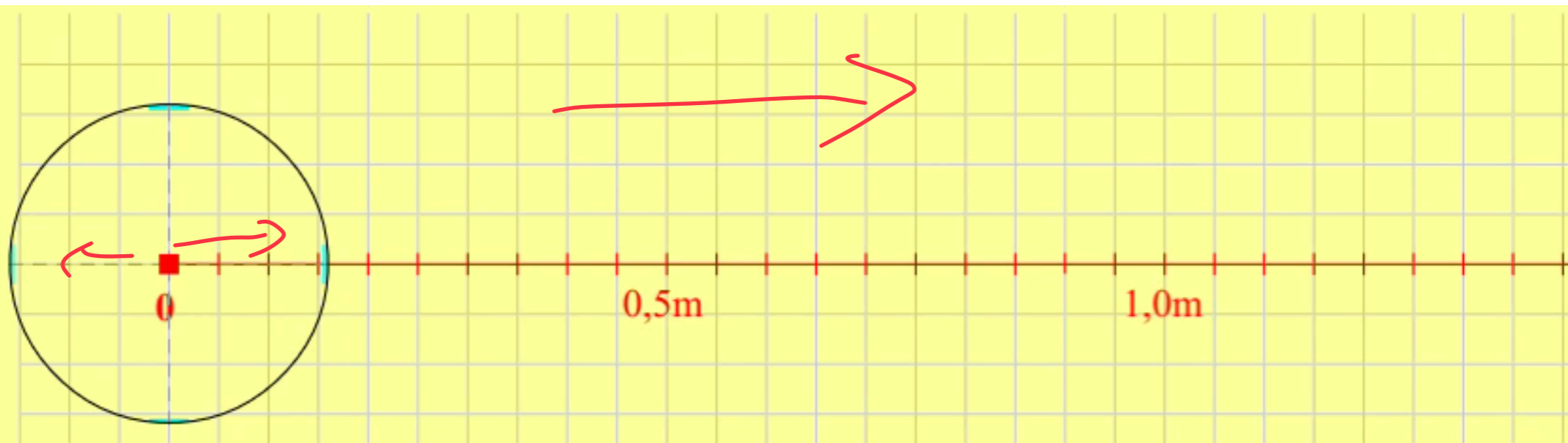
⇒ Photonen sind unterschiedlich schnell

↳ Lichtspeed zu  $c = \text{const.}$



Start 

Ruhsystem der  
Photonenquelle



**t = 0,00 ns**

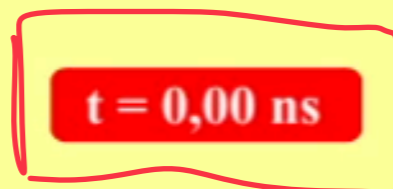
Tante Emmas System

# Spezielle Relativitätstheorie

Betrachtung nach klassischem Relativitätsprinzip unter der Annahme der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit



Ruhsystem der  
Photonenquelle



Tante Emmas System

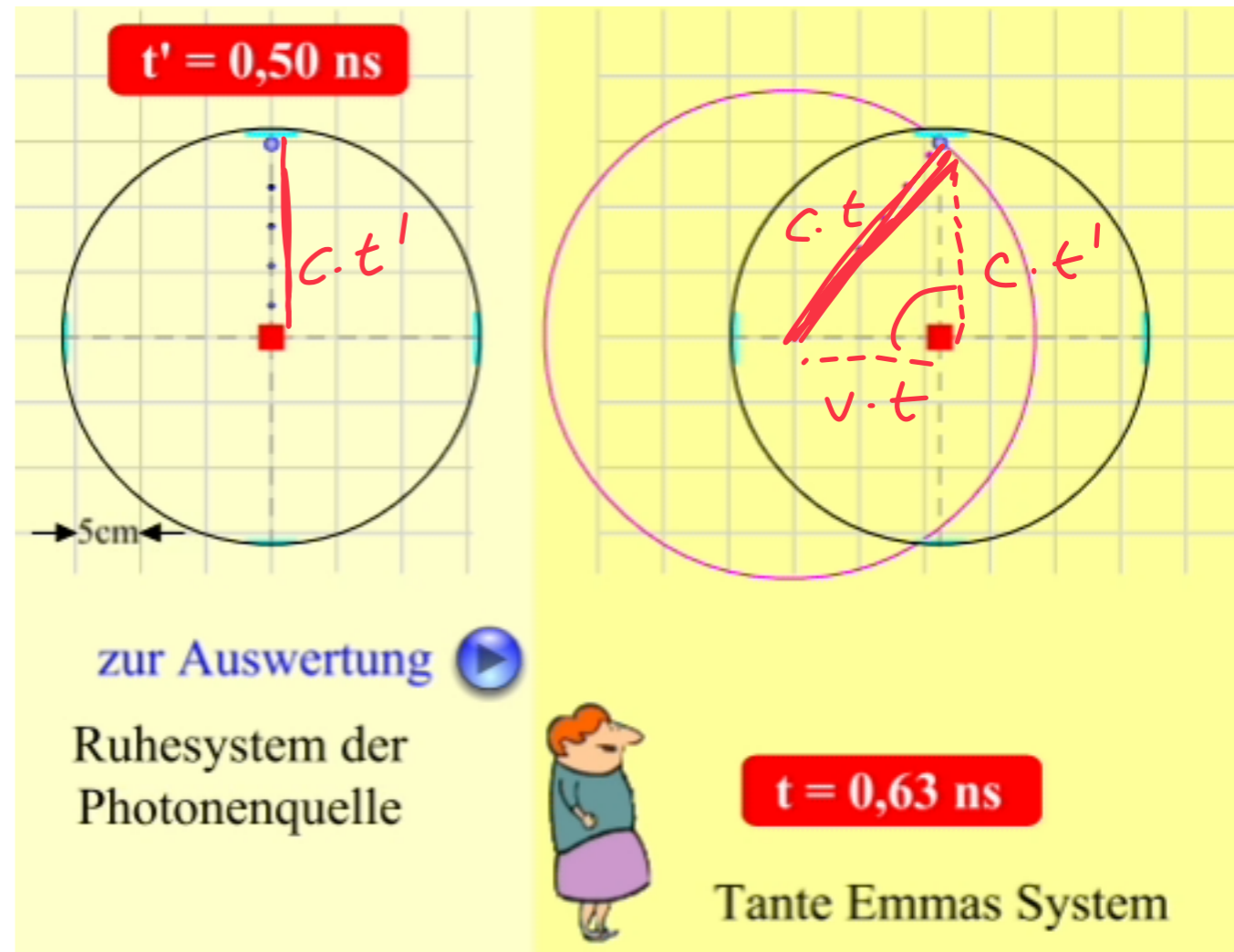
# Zeitdilatation

$$(c \cdot \Delta t)^2 = (v \cdot \Delta t)^2 + (c \cdot \Delta t')^2$$

$$\Leftrightarrow \Delta t'^2 = \Delta t^2 \cdot \frac{c^2 - v^2}{c^2}$$

$$\Leftrightarrow \Delta t'^2 = \Delta t^2 \cdot \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)$$

$$\Leftrightarrow \Delta t' = \Delta t \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$





Praktische Relevanz:

Rossi und Hall, 1941

Flugzeit:

$$s = v \cdot t_E \quad (\Leftrightarrow) \quad t_E = \frac{s}{v} \quad \Rightarrow$$

$$t_F = \frac{(1910 - 3) \text{ m}}{0,995 \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \approx \boxed{16,4 \mu\text{s}}$$

$$\dot{N}(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

$$\Rightarrow N(t) = 563 \cdot e^{-\frac{t}{2,2 \mu\text{s}}}$$

$$\boxed{\sigma \approx 2,2 \mu\text{s}}$$

$$\hookrightarrow \lambda = \frac{1}{\sigma}$$

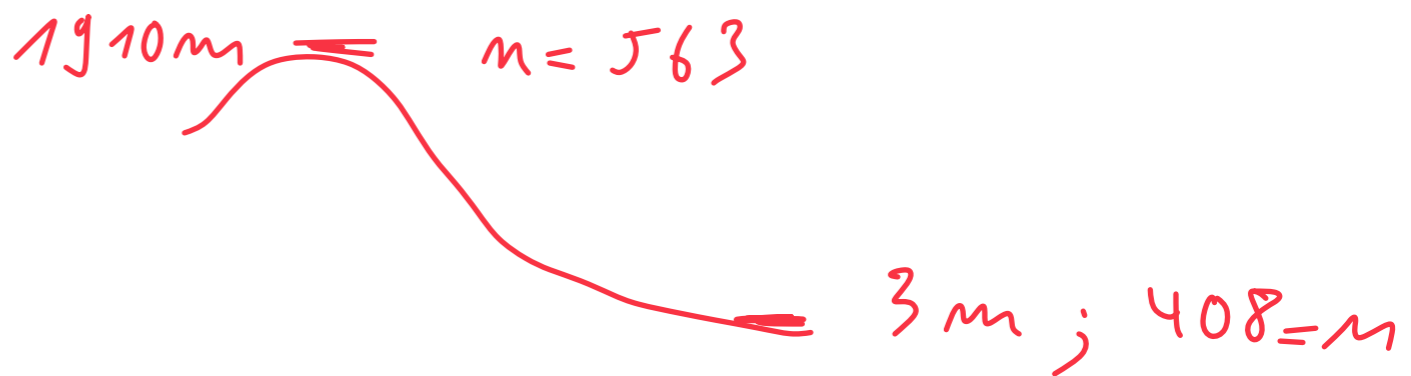
$$\Rightarrow t_E = 6,4 \mu\text{s} \quad \Leftrightarrow \quad N(6,4 \mu\text{s}) = 563 \cdot e^{-\frac{6,4}{2,2}} = \boxed{31}$$

$$\Rightarrow 408 = 563 \cdot e^{-\frac{t_M}{2,2 \mu\text{s}}} \quad (\Leftrightarrow) \quad \ln\left(\frac{408}{563}\right) = -\frac{t_M}{2,2 \mu\text{s}} \quad \Rightarrow \quad t_M = 0,71 \mu\text{s}$$

Myon

$$v = 0,995 \cdot c$$

1910 m  $n = 563$



# Braucht man das?

$$n = 33 \quad ; \quad \Delta x = 30 - 500 \text{ cm} \quad ; \quad h = 20\,000 \text{ km}$$

$$\rightarrow v \approx 14\,000 \text{ km/h}$$

SRT:

$$\Delta t = -7 \mu\text{s} \quad \sim \quad \Delta t = 38 \mu\text{s}$$

$$50 \text{ ms}$$

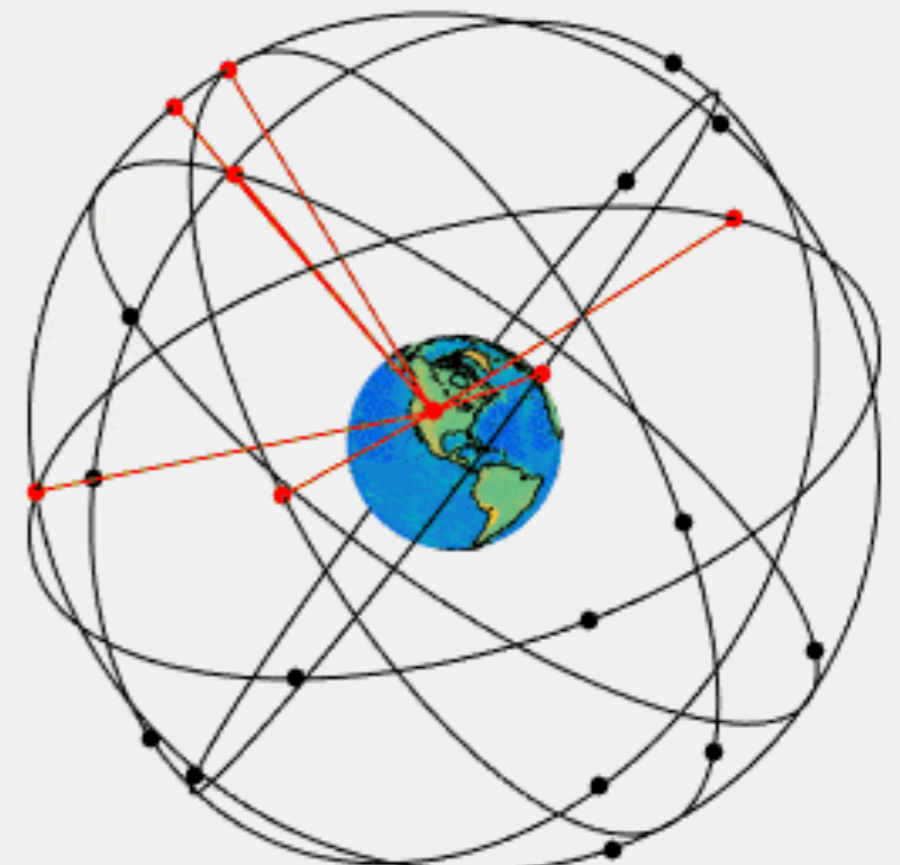
ART:

$$\frac{1}{4} g$$

$\Rightarrow$

$$\Delta t = +45 \mu\text{s}$$

$\rightarrow$  10 km / Tag Fehler



7 visible satellites