

# Von der Invarianz der Ruheenergie zur Invarianz des Viererabstandes

*F. Herrmann und M. Pohlig, Karlsruher Institut für Technologie*



[www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de](http://www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de)

# Invariante Größen

## klassische Physik

*invariant:*

elektrische Ladung

Entropie

Länge

Zeitintervall

elektrische Ladungsdichte

elektrische Stromdichte

**galilei-invariant**

*nicht invariant:*

kinetische Energie

Impuls

# Invariante Größen

## relativistische Physik

*invariant:*

elektrische Ladung

Entropie

Ruhenergie

Viererabstand

lorentz-invariant

*nicht invariant:*

kinetische Energie

Impuls

Länge

Zeitintervall

elektrische Ladungsdichte

elektrische Stromdichte

$$E_0^2 = E^2 - c^2 p^2 \quad \Delta s^2 = c^2 \Delta t^2 - \Delta x^2$$

$$E_0 = \text{Ruhenergie} \quad \Delta s = \tau = \text{Eigenzeit}$$

$$\underbrace{p = m \cdot v \quad E = mc^2}$$

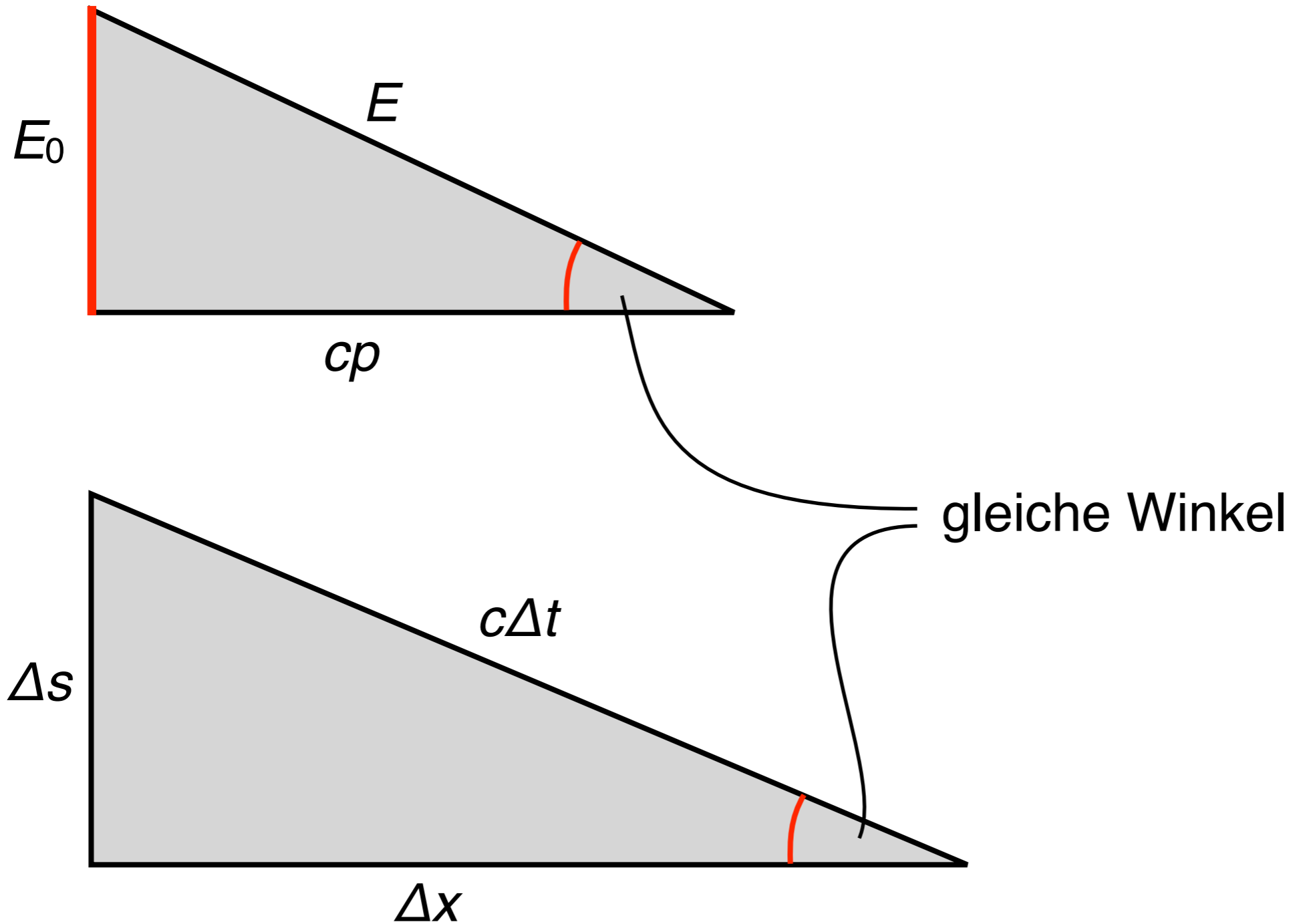
$$p = \frac{E}{c^2} \cdot v \quad \Rightarrow \quad \underbrace{\frac{cp}{E} = \frac{v}{c} \quad v = \frac{\Delta x}{\Delta t}}$$

$$\frac{cp}{E} = \frac{\Delta x}{c\Delta t}$$

$$E_0^2 = E^2 - c^2 p^2$$

$$\Delta s^2 = c^2 \Delta t^2 - \Delta x^2$$

$$\frac{cp}{E} = \frac{\Delta x}{c\Delta t}$$

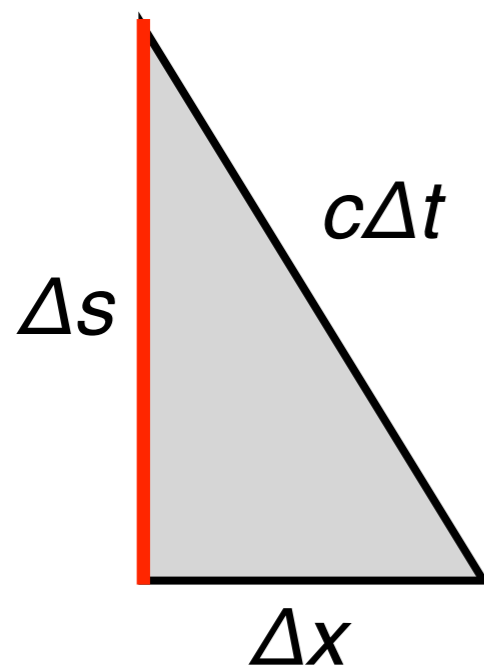
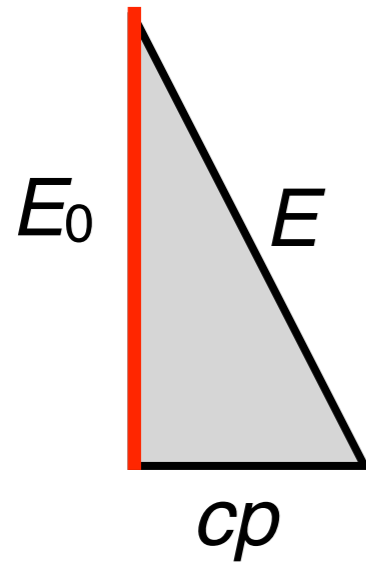


$$E_0^2 = E^2 - c^2 p^2$$

$$\Delta s^2 = c^2 \Delta t^2 - \Delta x^2$$

$$\frac{cp}{E} = \frac{\Delta x}{c\Delta t}$$

invariant



# Ende