

1.2.6 Kinematik

Transformationen der Geschwindigkeit unter
speziellen Lorentz-Transformationen

$$u = \frac{dx}{dt} \quad u' = \frac{dx'}{dt'}$$

mit

folgt

u ist weder ein Viererskalar noch ein Vierervektor
(bzw. eine Komponente eines Vierervektors)

besser: (einfacheres Transformationsverhalten)

Vierergeschwindigkeit

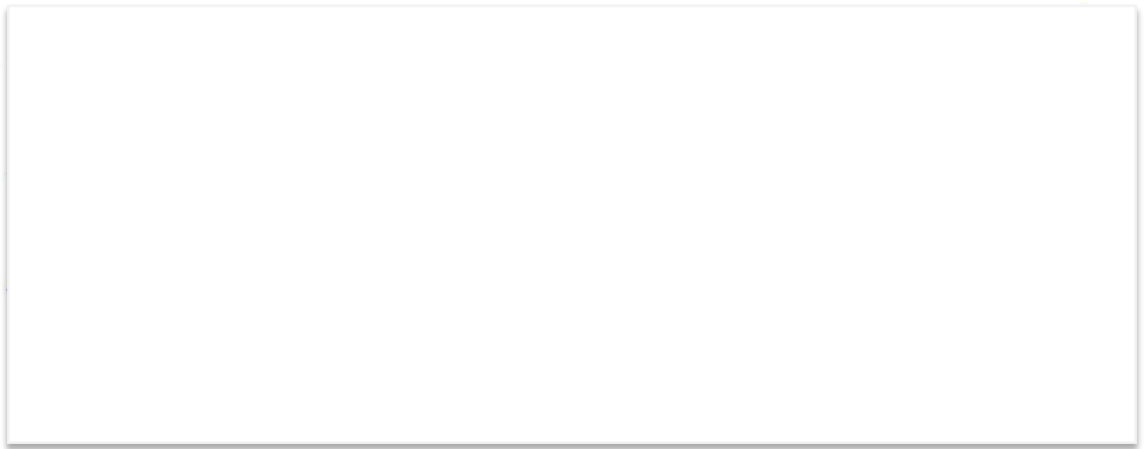
$d\tau$: Differential der Eigenzeit



$d\tau$: die von einer mitbewegten Uhr gemessene (unfinitesimale) Zeit

es ist:

$d\tau$

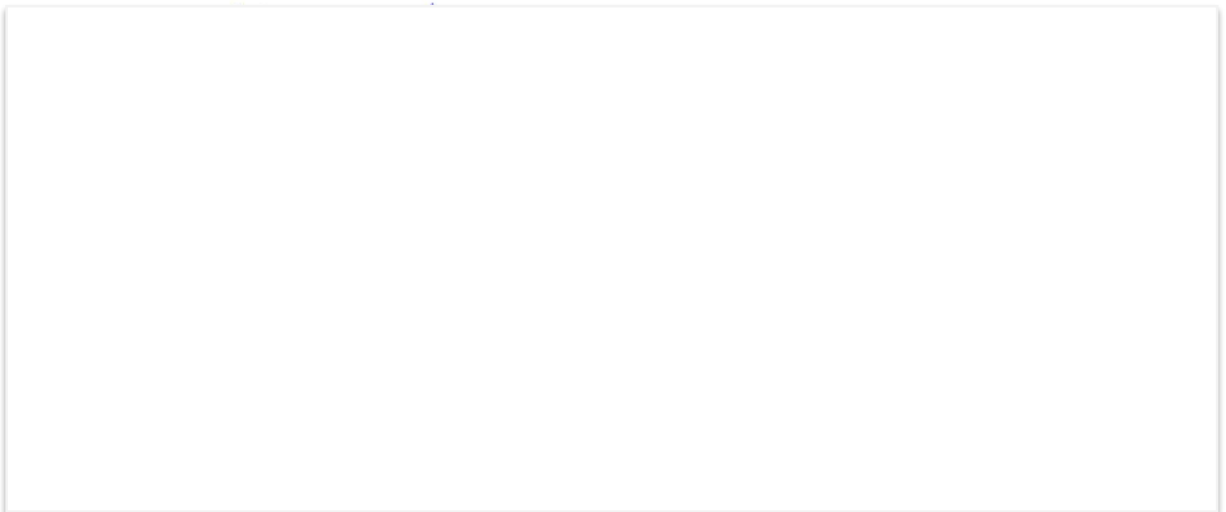


beachte : $\gamma = \gamma(u)$, u : Teilchengeschwindigkeit

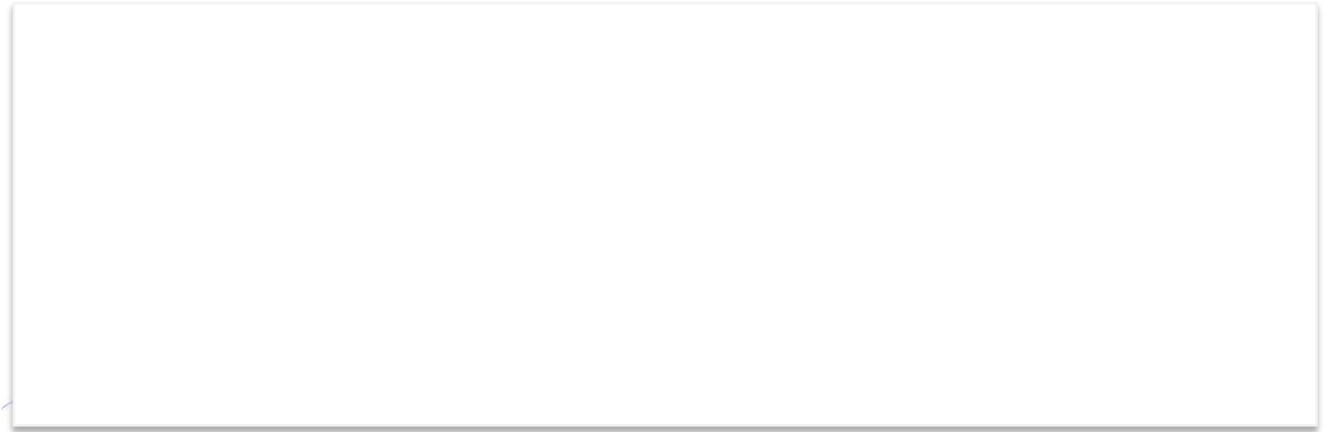
($\gamma = \gamma(v)$ in L.T. , v : Relativgeschwindigkeit)

physikalische Bedeutung der Vierergeschwindigkeit:

$$u^\mu = (u^0, \vec{u})$$



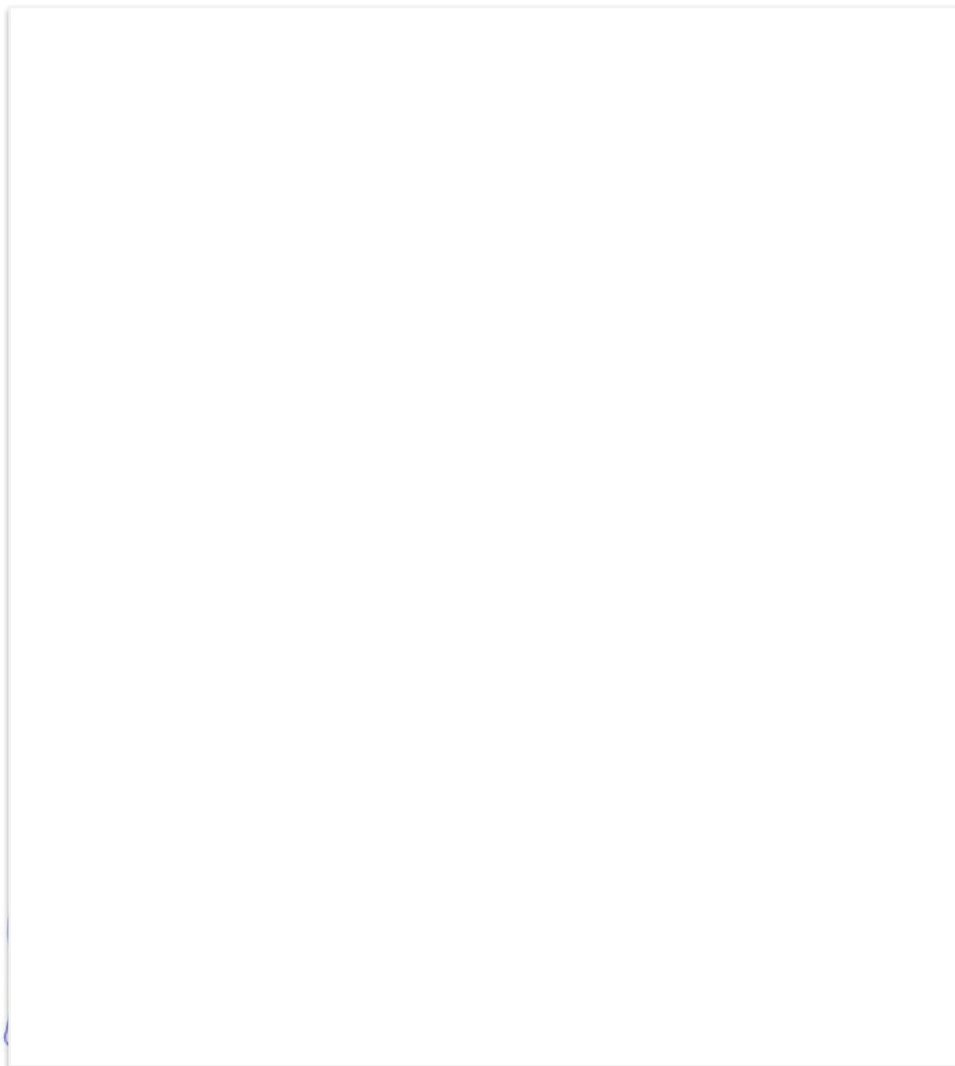
$U_0 U$ ist ein Viererskalar



Vierbeschleunigung

$$b^\mu := \frac{dU^\mu}{d\tau} \quad (\text{Vierervektor})$$

es gilt:

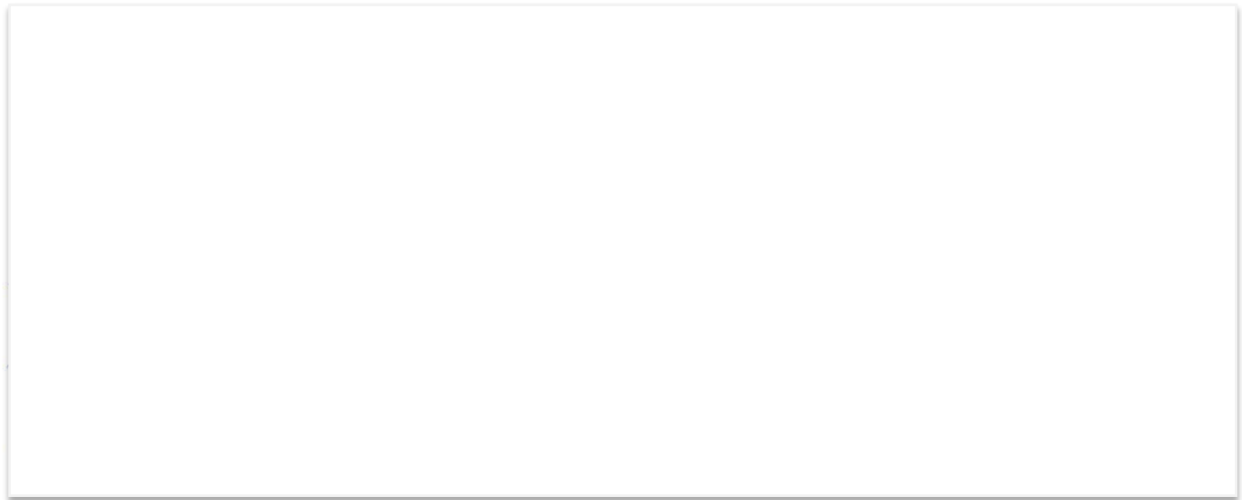


1.2.7 Dynamik

$$N \underline{\hat{n}} \quad \vec{F} = m \overset{\circ\circ}{\vec{r}}$$

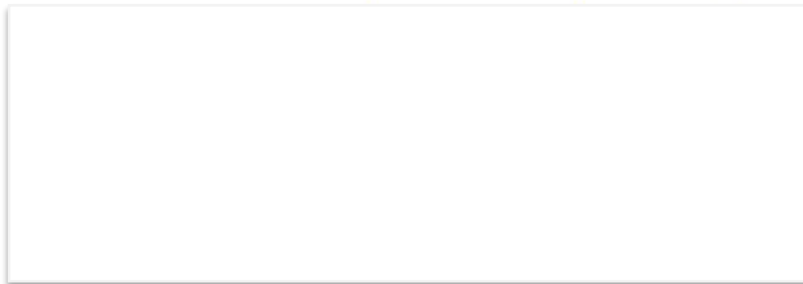
m : Viererskalar; Ruhemasse

$\overset{\circ\circ}{\vec{r}}$: nicht als räumliche Komponenten eines Vierervektors interpretierbar

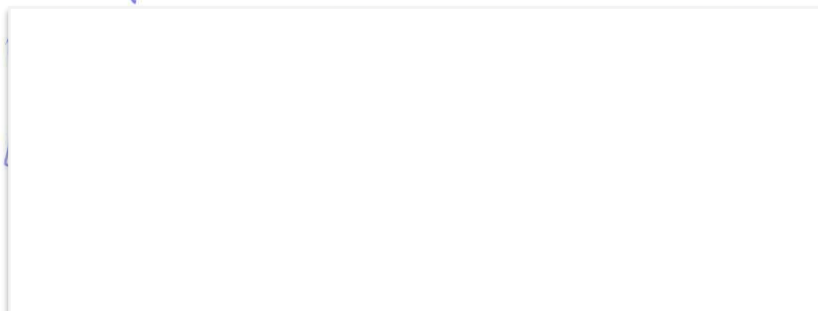


es gilt:

K^{μ}



mit der Definition



zeitliche Komponente:

$$p^0 = m \gamma c = \frac{E}{c}$$

mit der Definition

relativistische Energie

für $v=0$ ist $\gamma=1$ und

Ruheenergie

damit ~~ist~~ die kinetische Energie

räumliche Komponenten:

mit diesen Definitionen folgt

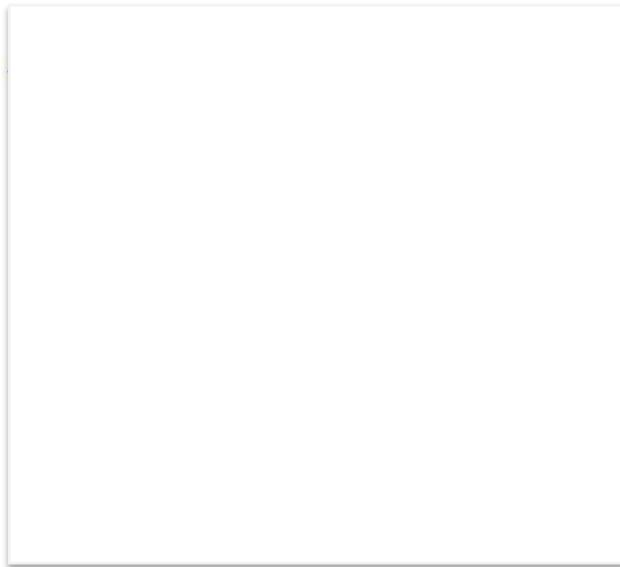
$$E_{\text{ges}} = \text{const}, \quad \vec{p}_{\text{ges}} = \text{const} \quad \text{bzw.} \quad \boxed{p_{\text{ges}}^{\mu} = \text{const}}$$

für ein isoliertes N -Teilchen-System

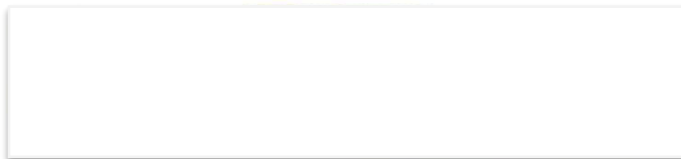
Relativistische Energie und relativistischer Impuls
sind erhalten aber nicht invariant!

Invariante, Viervektoren

p^{μ}



\Rightarrow



relativistische Energie - Impuls - Relation

räumliche Komponenten des Kraftgesetzes

definiere

Bsp: Bewegung in konstantem Kraftfeld

$$\vec{F} = \text{const} = \frac{d}{dt}(\text{imp}) \quad , \quad \text{RB} : u(0) = 0$$

es gilt:

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

$$\vec{K} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

$q\vec{F}$ und $q\vec{v}(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$
transformieren sich
wie die Raumkomponen-
ten eines Vektorfelds!
(S. 2.)