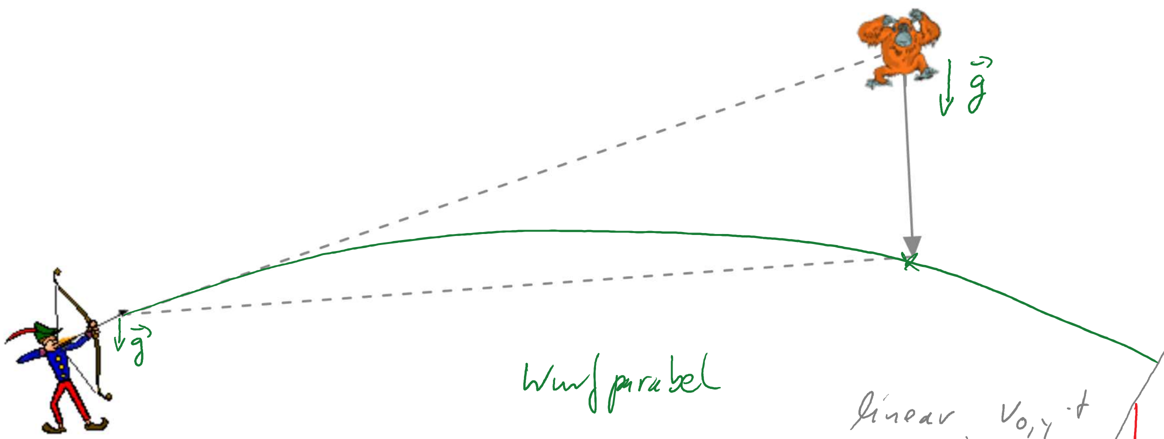
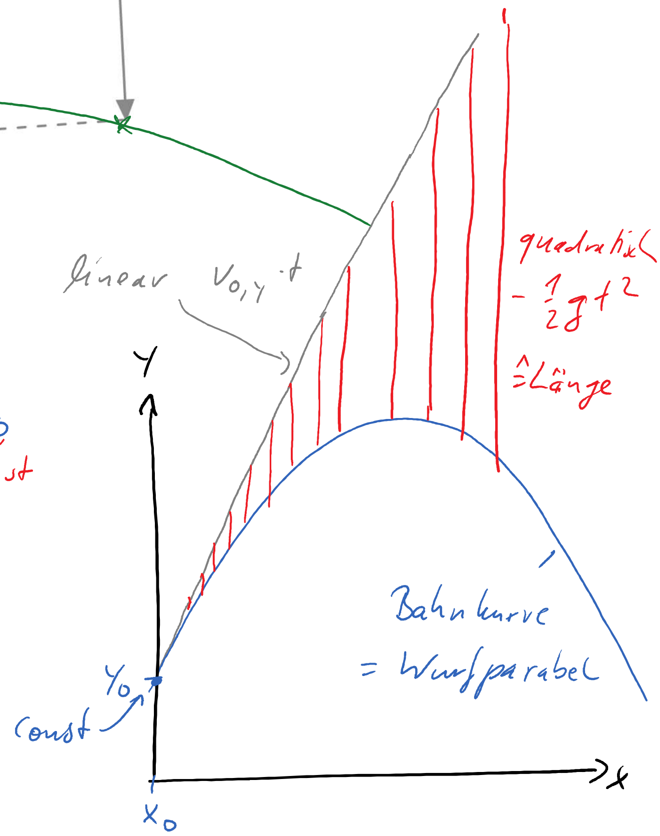




$$y(t) = \underbrace{-\frac{1}{2} g t^2}_{\text{quadratisch}} + \underbrace{v_{0,y}\, t}_{\text{linear}} + \underbrace{y_0}_{\text{const}}$$

$$x(t) = v_{0,x} \cdot t + x_0$$

$$z(t) = 0$$

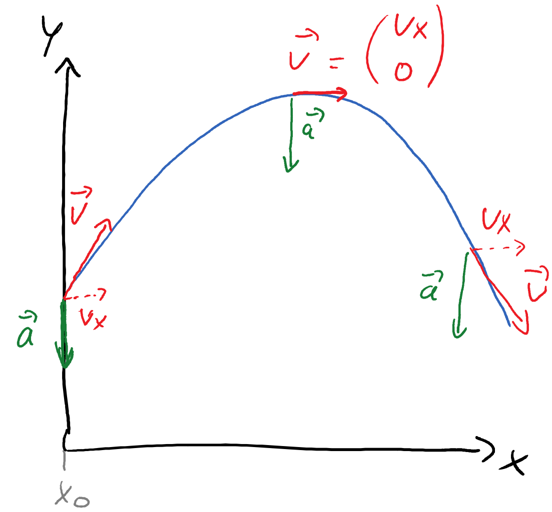
$$\boxed{\vec{v} = \frac{d\vec{x}(t)}{dt} = \begin{pmatrix} v_{0,x} \\ -gt + v_{0,y} \\ v_{0,z} \end{pmatrix}}$$

$$\vec{x}(t) = \begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \\ z(t) \end{pmatrix}$$

momentane Geschwindigkeit ist tangential zur Bahnkurve

Beschleunigung

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}(t)}{dt} = \begin{pmatrix} \frac{dv_x(t)}{dt} \\ \frac{dv_y(t)}{dt} \\ \frac{dv_z(t)}{dt} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -g \\ 0 \end{pmatrix}$$



Bahnkurve (Vereinfachung: $z = 0$, $x_0 = 0$)

→ $y(x)$ statt $y(t)$

↳ $\underline{y(x)}$ statt $y(\underline{t})$

$$\boxed{x(t) = V_{0,x} \cdot t} \quad \longrightarrow \quad t = \frac{x(t)}{V_{0,x}} = \frac{x}{V_{0,x}}$$

→ ignorieren

Einsetzen für die Höhe y:

$$y(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + V_{0,y} \cdot t + y_0 =$$

$$= -\frac{1}{2}\frac{g}{V_{0,x}^2} \cdot x^2(t) + \frac{V_{0,y}}{V_{0,x}} \cdot x(t) + y_0$$

$$\hat{=} \quad \underline{y(x)} = -\frac{1}{2}\frac{g}{V_{0,x}^2} \underline{x^2} + \frac{V_{0,y}}{V_{0,x}} \cdot \underline{x} + y_0$$

↳ Bahnkurve ist eine Parabel im Raum

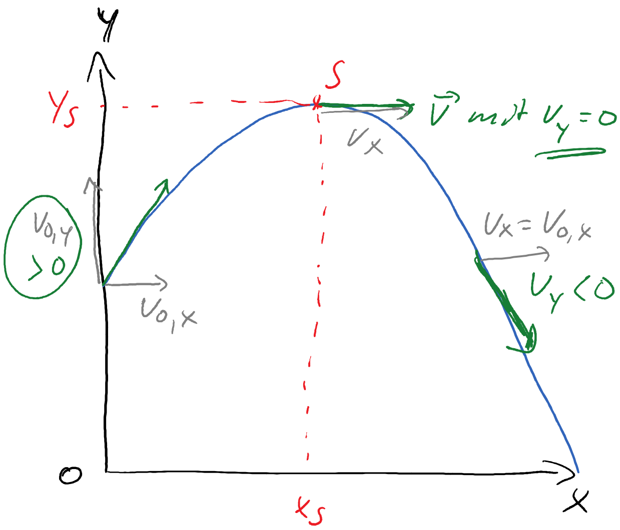
Wurfhöhe

↳ aus Parabelgleichung

↳ Scheitelpunkt der Parabel

$$f(x) = ax^2 + bx + c \quad \Rightarrow \quad S\left(\overset{x}{-\frac{b}{2a}} \, ; \, \overset{y}{c - \frac{b^2}{4a}}\right)$$

$$\underline{x_S} = \cancel{-}\frac{V_{0,y}}{\cancel{V_{0,x}}} \Big/ \cancel{-}\frac{g}{V_{0,x}^{\cancel{2}}} = \frac{V_{0,y} \cdot V_{0,x}}{g}$$

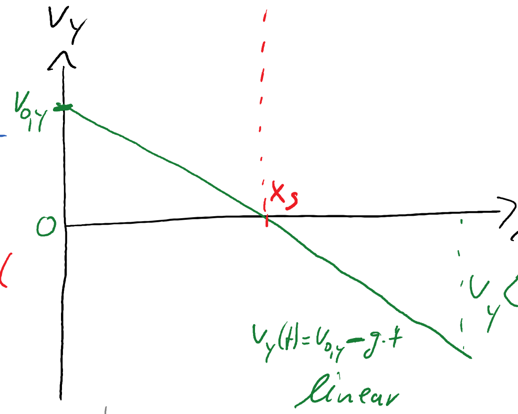


↳ aus vertikaler Geschwindigkeit

$$\underline{V_y(t) = -g \cdot t + V_{0,y}} \qquad \text{mit } t = \frac{x(t)}{V_{0x}}$$

$$= -\frac{g}{V_{0,x}} \cdot x(\cancel{t}) + V_{0,y} \overset{!}{=} 0 \ \text{am Scheitel}$$

$\uparrow$ x



$$\hookrightarrow \quad x_S = \frac{V_{0,x} \cdot V_{0,y}}{g} \quad ✓$$

$$-\frac{g}{V_{0,x}} \cdot x + V_{0,y} = 0 \quad \Big| - V_{0,y}$$

$\rightarrow x_s \quad \overline{} \over g$ ✓

$$-\frac{g}{V_{0,x}} \cdot x + V_{0,y} = 0 \quad \Big| -V_{0,y}$$

$$\cancel{-}\frac{g}{V_{0,x}} \cdot x = \cancel{-}V_{0,y} \quad \Big| \cdot \frac{V_{0,x}}{g}$$

$$x = \frac{V_{0,y} \cdot V_{0,x}}{g}$$

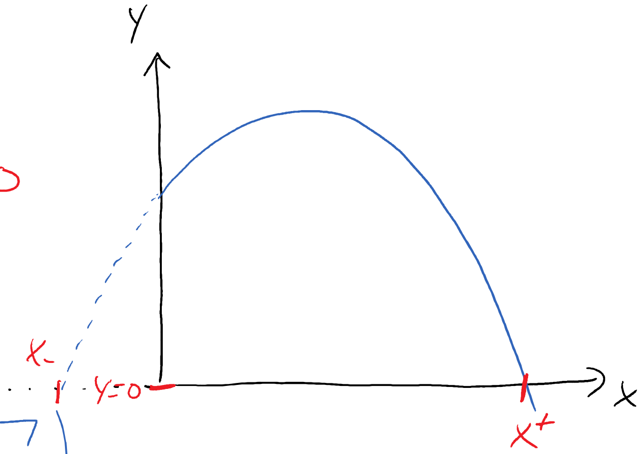
y_s aus

$$\hat{=}\ \underline{y(x)} = -\frac{1}{2}\frac{g}{V_{0,x}^2}\underline{x}^2 + \frac{V_{0,y}}{V_{0,x}} \cdot \underline{x} + y_0$$

mit $x = x_s$

Wurfweite

$$y(x) = -\frac{1}{2}\frac{g}{V_{0,x}^2}\underline{x}^2 + \frac{V_{0,y}}{V_{0,x}} \cdot \underline{x} + \underline{y_0} = 0$$



↳ quadratische Gleichung

$$x_\pm = \frac{V_{0,x} \cdot V_{0,y}}{g}\left(1 \pm \sqrt{1 + \frac{2 g y_0}{V_{0,y}^2}}\right)$$

2.2.2. GALILEI-TRANSFORMATION

Die klassische Physik bleibt unverändert, falls die Koordinatensysteme um

- einen zeitlich konstanten Abstand $\vec{x}_0$ oder/und
- eine zeitlich konstante Geschwindigkeit $\vec{u}_0$

verschoben werden.

$$\boxed{\begin{aligned} \vec{x} &\longmapsto \vec{x}' = \vec{x} - \vec{x}_0 - \vec{u}_0 t \\ \vec{v} &\longmapsto \vec{v}' = \frac{d\vec{x}'}{dt} = \vec{v} - \vec{u}_0 \end{aligned}}$$

$$\vec{v}' = \frac{d\vec{x}'}{dt} = \underbrace{\frac{d\vec{x}}{dt}}_{\vec{v}} - \underbrace{\frac{d\vec{x}_0}{dt}}_{=0} - \vec{u}_0$$

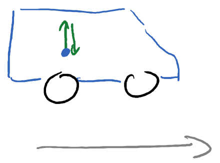
$$\vec{v} \longmapsto \vec{v}\,' = \frac{d\vec{x}\,'}{dt} = \vec{v} - \vec{u}_0$$

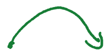
$$\vec{a} \longmapsto \vec{a}\,' = \frac{d\vec{v}\,'}{dt} = \vec{a}$$

$-\vec{u}_0$

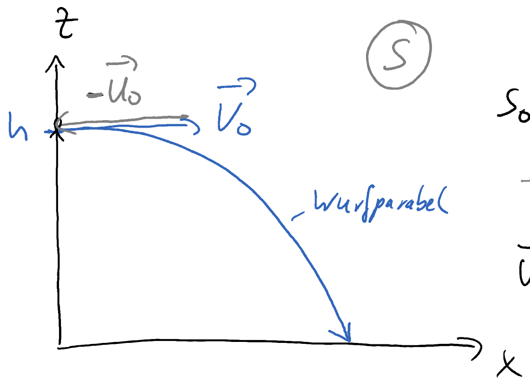
$$\frac{d\vec{u}_0}{dt} = 0$$

Versuch: senkrechter Wurf im fahrenden Bezugssystem

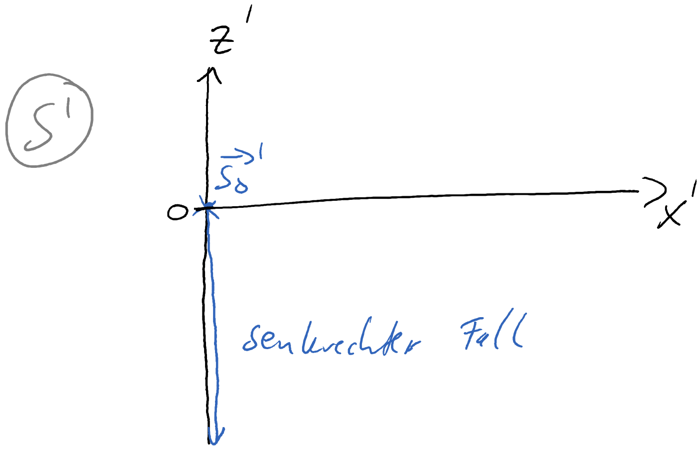


Wiese:  Parabel

Bsp.: Waagrechter Wurf



$$S_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ h \end{pmatrix} \Longrightarrow \vec{u}_0 = \begin{pmatrix} v_0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$



Rechnung in S'

$$\vec{s}_0\,' = \vec{0}, \quad \vec{v}_0\,' = \vec{0}, \quad \vec{a}_0\,' = \vec{a}_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -g \end{pmatrix}$$

$$\vec{s}\,'(t) = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot t + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -\frac{1}{2} g t^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -\frac{1}{2} g t^2 \end{pmatrix}$$

$$\vec{v}\,'(t) = \frac{d\vec{s}\,'}{dt} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -gt \end{pmatrix}$$

$$\vec{x} = \vec{x}_0 + \vec{v}_0 \cdot t + \frac{\vec{a}}{2} t^2$$

Rücktransformation nach S

$$\vec{s}(t) = \vec{s}'(t) + \vec{s}_0 + \vec{u}_0 \cdot t = \begin{pmatrix} 0 & + v_0 \cdot t \\ 0 & \\ h & - \frac{g}{2} t^2 \end{pmatrix}$$

$$\vec{v}(t) = \vec{v}'(t) + \vec{u}_0 = \begin{pmatrix} v_0 \\ 0 \\ -gt \end{pmatrix} \overset{\text{check}}{=} \frac{d\,s(t)}{dt} \checkmark$$

ACHTUNG: Gilt **nicht** für gegeneinander **beschleunigte** Bezugssysteme

$\Rightarrow$ Scheinkräfte ↯