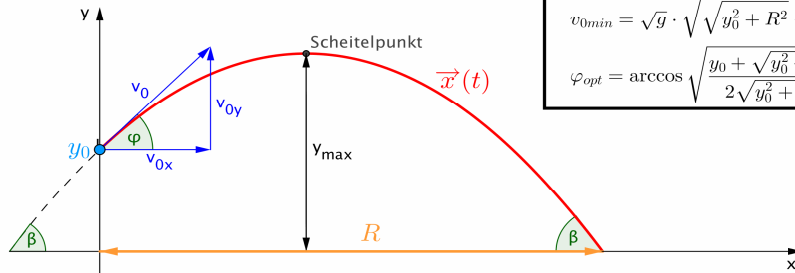


Praxisbeispiel für Parabeln ist der **schiefe Wurf** in der Physik. Oder der Flug von Geschossen. Hier nur als Überblick ein kleiner Eindruck zu möglichen Berechnungsarten:

Wurfparabel (Schräger Wurf)

Bewegungsgleichung : $\vec{x}(t) = \begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_0 \cdot \cos(\varphi) \cdot t \\ -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \cdot \sin(\varphi) \cdot t + y_0 \end{pmatrix}$	Scheitel-Zeitpunkt : $\frac{dy}{dt} \stackrel{!}{=} 0 \rightarrow T_S = \frac{v_0 \sin(\varphi)}{g}$	Scheitelpunkt : $\vec{x}(T_S) = \frac{c_2}{2} \begin{pmatrix} \sin(2\varphi) \\ \sin(\varphi)^2 + c_1 \end{pmatrix}$	Konstanten : $c_1 = \frac{2y_0g}{v_0^2} \quad c_2 = \frac{v_0^2}{g}$
Wurfzeit : $y(t) \stackrel{!}{=} 0 \rightarrow T = \frac{v_0}{g} [\sin(\varphi) + \sqrt{\sin(\varphi)^2 + c_1}]$	Wurfweite : $x(T) = R = c_2 \cdot \cos(\varphi) \cdot [\sin(\varphi) + \sqrt{\sin(\varphi)^2 + c_1}]$	Optimaler Abwurfwinkel : $\frac{\partial R}{\partial \varphi} \stackrel{!}{=} 0 \rightarrow \varphi_{opt} = \arccos \sqrt{\frac{c_1 + 1}{c_1 + 2}}$	
Wurfweite unter optimalem Abwurfwinkel : $R_{opt} = c_2 \cdot \sqrt{c_1 + 1}$	Aufprallwinkel : $\tan(\beta) = \frac{gT - v_0 \cos(\varphi)}{v_0 \sin(\varphi)}$	Optimalbedingungen bei vorgegebener Wurfweite und Abwurfhöhe : $v_{0min} = \sqrt{g} \cdot \sqrt{\sqrt{y_0^2 + R^2} - y_0}$ $\varphi_{opt} = \arccos \sqrt{\frac{y_0 + \sqrt{y_0^2 + R^2}}{2\sqrt{y_0^2 + R^2}}}$	Zeitunabhängige Bewegungsgleichung : $y(x) = -\frac{x^2}{2v_0^2 \cos(\varphi)^2} + \tan(\varphi)x + y_0$



Wir brauchen nur wenig davon:

Für einfache Betrachtungen der **Höhe** eines geworfenen Körpers über dem Boden interessiert uns nur die **vertikale** Komponente der sog. Bewegungsgleichung, also die **y(t)-Form** im Kasten ganz oben links:

$y(t) = -0.5gt^2 + v_0t \cdot \sin(\varphi) + y_0$ <p>vereinfacht:</p> $y = -0.5gt^2 + v_0t$	<p>Vereinfachung: Wenn wir einen senkrechten Wurf eines Steins nach oben annehmen, und nur vom Abwurf am Boden bis zum Landen am Boden betrachten, dann ist y₀ = 0 (keine Anfangshöhe), und der Abwurfwinkel ist 90 Grad. Somit wird sin(phi)=1. Deshalb wird die Bewegungsgleichung einfach (unten).</p>
--	---

→ Wir haben also eine quadratische Gleichung! (hier jetzt ohne „c“, weil y₀ = 0)
Bei solchen Aufgaben gilt:

- **x**, also die Hauptvariable, die man herausfinden soll, ist hier die **Zeit t** !
- **v₀** ist die Anfangs- oder Abwurfgeschwindigkeit, natürlich in **m/s** umzurechnen!
- **g** ist die Erdbeschleunigung. **g = 9,81 m/s²**
- **y** ist die aktuelle Höhe für die betrachtete Fragestellung

Aufgabe

1) Ein Stein wird mit 60 km/h Anfangsgeschwindigkeit senkrecht nach oben geworfen. Zu welchen **Zeiten** ist er 10m über dem Boden?

Setzen Sie hierzu alle bekannten Werte ein, und t dürfen sie zu x machen → meist 2 Lösungen

2) Zusatzfrage: nach welcher Zeit ist er im höchsten Punkt? (nicht schwer, nur gut überlegen)