

Wird ein Körper mit der Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$  aus der Anfangshöhe  $y_0$  senkrecht nach oben geworfen, dann wird der Körper (ohne Luftwiderstand)

- während des Steigens mit  $a = -g = -9,81 \text{ m/s}^2$  bis zum Stillstand gebremst und danach
- während des Fallens genauso stark wieder rückwärts beschleunigt (deshalb ist  $a$  ebenfalls negativ).

Zum Zeitpunkt  $t$  betragen die Höhe  $y(t) = -\frac{g}{2} \cdot t^2 + v_0 \cdot t + y_0$

und die Geschwindigkeit  $v(t) = -g \cdot t + v_0$ .

Dadurch ist die Geschwindigkeit während des Steigens positiv und während des Fallens negativ.

Beispiel: Eine Volleyball-Spielerin wirft beim Aufschlag den Ball aus 1,10m Hüfthöhe mit 6,50m/s senkrecht nach oben und schlägt dann mit der Hand in 2,00m Höhe gegen den fallenden Ball.

Ermittle grafisch oder rechnerisch

- a) die Steigzeit und die größte Höhe des Balls,
- b) die Höhe und die Geschwindigkeit des Balls nach 0,30s,
- c) den Zeitpunkt, zu dem die Spielerin gegen den Ball schlägt,
- d) den Zeitpunkt und die Geschwindigkeit, mit welcher der Ball am Boden ankäme, wenn die Spielerin nicht gegen den Ball schlagen würde.

Grafische Lösung:

$y(t) = -9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2 \cdot t^2 + 6,50 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t + 1,10 \text{ m}$  als  $f_1(x) = -9.81/2 \cdot x^2 + 6.5 \cdot x + 1.1$  eingeben,

Grafikfenster einstellen {Achsenendwerte ändern oder menu|Fenster/Zoom|Fenstereinstellungen}

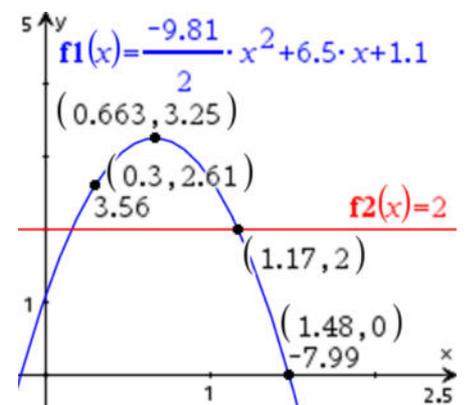
- a) Maximum ermitteln {menu|Graph analysieren|Maximum, untere Schranke links neben den gesuchten Punkt schieben, Klick bzw. Enter, obere Schranke rechts neben den Punkt schieben, Klick bzw. Enter}  $\rightarrow (0.663, 3.25)$ ,

d.h. Steigzeit  $t_h \approx 0,663 \text{ s}$ , Größte Höhe  $y_{\text{max}} \approx 3,25 \text{ m}$

- b) Punkt auf Graph setzen {z.B. menu|Spur|Grafikspur, 0.3 eintippen, Klick bzw. Enter}  $\rightarrow (0.3, 2.61)$

Anstieg ermitteln {menu|Graph analysieren|dy/dx, zum Punkt bewegen, Klick bzw. Enter}  $\rightarrow 3.56$ ,

d.h. Höhe  $y \approx 2,61 \text{ m}$ , Geschwindigkeit  $v \approx 3,56 \frac{\text{m}}{\text{s}}$



- c) Entweder Punkt von b) verschieben {Punkt greifen, auf fallende Seite des Graphen schieben, auf y-Koordinate des Punktes zweimal klicken, in 2 ändern, Enter} oder Schnittpunkt mit waagerechter Hilfslinie bestimmen {tab,  $f_2(x)=2$  eingeben, menu|Graph analysieren|Schnittpunkt, Schranken setzen}  $\rightarrow (1.17, 2)$ , d.h. Zeitpunkt  $t \approx 1,17 \text{ s}$
- d) Nullstelle ermitteln {menu|Graph analysieren|Nullst., Graph anklicken, Schranken setzen}  $\rightarrow (1.48, 0)$  Anstieg ermitteln {menu|Graph analysieren|dy/dx, Graph anklicken, zum Punkt bewegen}  $\rightarrow -7.99$ , d.h. Zeitpunkt  $t_{\text{max}} \approx 1,48 \text{ s}$ , Geschwindigkeit  $v \approx -7,99 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Rechnerische Lösung:

Höhe und Geschwindigkeit mit := definieren {ctrl und Taste rechts neben 9}:

$y(t) := -9.81/2 \cdot t^2 + 6.5 \cdot t + 1.1$  eingeben, Enter  $\rightarrow$  Fertig,  $v(t) := -9.81 \cdot t + 6.5$   $\rightarrow$  Fertig

- a) Im höchsten Punkt ist  $v = 0$ , d.h.  $\text{solve}(v(t)=0, t)$  eingeben, Enter  $\rightarrow$  Steigzeit  $t_h \approx 0,663 \text{ s}$

zugehörige Höhe berechnen:  $y(0.663)$  eingeben, Enter  $\rightarrow$  Größte Höhe  $y_{\text{max}} \approx 3,25 \text{ m}$

- b) Höhe und Geschwindigkeit berechnen:

$y(0.3)$  eingeben, Enter  $\rightarrow$  Höhe  $y \approx 2,61 \text{ m}$ ,  $v(0.3)$  eingeben, Enter  $\rightarrow$  Geschwindigkeit  $v \approx 3,56 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

- c) Zeitpunkte berechnen:  $\text{solve}(y(t)=2, t) \rightarrow t_1 \approx 0,157 \text{ s}$  (Ball steigt!), Zeitpunkt  $t_2 \approx 1,17 \text{ s}$  (Ball fällt.)

- d) Nullstellen berechnen:  $\text{solve}(y(t)=0, t) \rightarrow t_1 \approx -0,152 \text{ s}$  (trifft nicht zu),  $t_2 \approx 1,477 \text{ s}$ , d.h.  $t_{\text{max}} \approx 1,48 \text{ s}$

zugehörige Geschwindigkeit berechnen:  $v(1.477) \rightarrow v \approx -7,99 \frac{\text{m}}{\text{s}}$