

## Physik \* Jahrgangsstufe 9 \* Abbremsvorgang

Herr Flott fährt in seinem Sportwagen mit der Geschwindigkeit von  $30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , als er plötzlich in einer Entfernung von nur 28m einen Radfahrer vor sich sieht, der mit der konstanten Geschwindigkeit von  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  auf seiner Fahrspur fährt.

Sofort beginnt Herr Flott mit der Bremsbeschleunigung von  $6,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  abzubremsen. Trotzdem kann er den Unfall nicht mehr ganz vermeiden.

- Wann, wo und mit welcher Relativgeschwindigkeit findet der Aufprall statt?
- Wie groß müsste die Bremsbeschleunigung sein, damit Herr Flott den Unfall gerade noch vermeiden kann?



### Lösung

$$\text{a) } x_{\text{Auto}}(t) = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t - \frac{1}{2} \cdot 6,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2 \quad \text{und} \quad x_{\text{Rad}}(t) = 28\text{m} + 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t$$

$$x_{\text{Auto}}(t) = x_{\text{Rad}}(t) \Leftrightarrow 30 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t - \frac{1}{2} \cdot 6,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2 = 28\text{m} + 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t \Leftrightarrow 0 = 3,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2 - 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t + 28\text{m} \Leftrightarrow$$

$$3,0 \cdot t^2 - 20\text{s} \cdot t + 28\text{s}^2 = 0 \Leftrightarrow t_{1/2} = \frac{1}{6} \cdot \left( 20\text{s} \pm \sqrt{400\text{s}^2 - 4 \cdot 3 \cdot 28\text{s}^2} \right) = \frac{20\text{s} \pm 8\text{s}}{6}$$

$$t_1 = 2,0\text{s} \quad (t_2 \approx 4,7\text{s}) \quad \text{und} \quad x_{\text{Auto}}(2,0\text{s}) = x_{\text{Rad}}(2,0\text{s}) = 48\text{m}$$

$$v_{\text{Auto}}(2,0\text{s}) = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 6,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2,0\text{s} = 18 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{und} \quad \Delta v = v_{\text{Auto}} - v_{\text{Rad}} = 18 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Nach 48m erfolgt der Zusammenstoß mit einer Relativgeschwindigkeit von  $8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

$$\text{b) } x_{\text{Auto}}(t) = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2 \quad (a > 0) \quad \text{und} \quad x_{\text{Rad}}(t) = 28\text{m} + 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t$$

$$x_{\text{Auto}}(t) = x_{\text{Rad}}(t) \Leftrightarrow 30 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = 28\text{m} + 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t \Leftrightarrow 0 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 - 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t + 28\text{m}$$

Diese quadratische Gleichung darf jetzt (gerade) keine Lösung mehr besitzen, d.h. die Diskriminante dieser quadratischen Gleichung muss negativ (bzw. Null) sein.

$$D = \left( 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 - 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot a \cdot 28\text{m} \leq 0 \Leftrightarrow 400 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \leq 56\text{m} \cdot a \Leftrightarrow a \geq 7,142 \dots \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Bei einer Bremsbeschleunigung von mehr als  $7,14 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  kann Herr Flott damit den Unfall vermeiden.