



Engaging Physics Tutoring

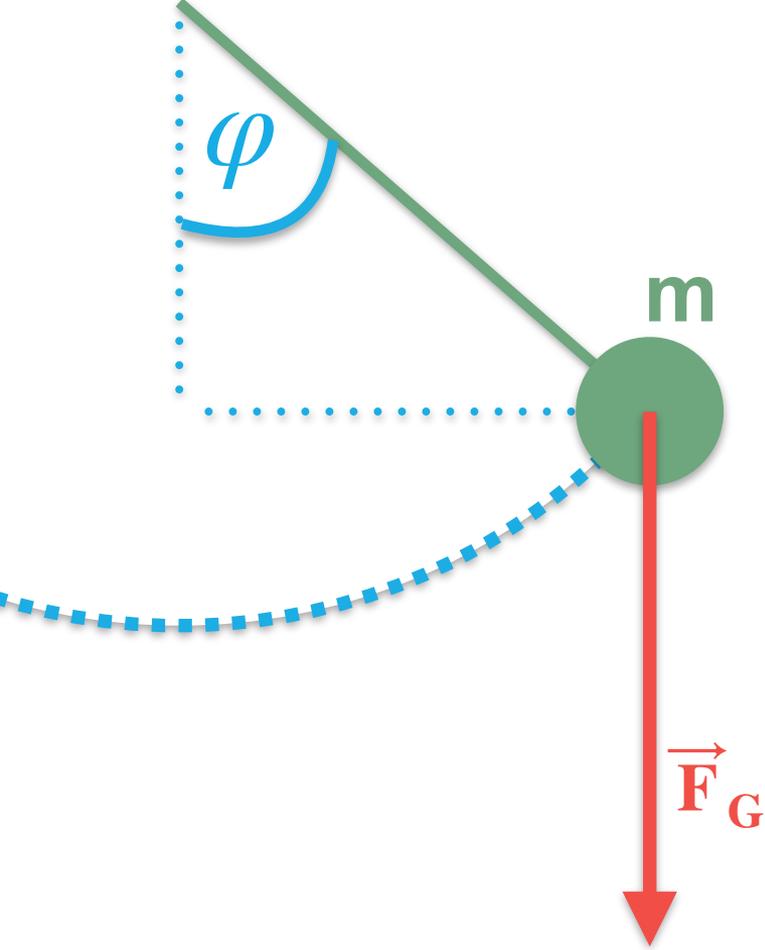
Lektion 4

Kraft
Newtons Gesetze

Aufgaben

Kräftezerlegung beim Fadenpendel

Kräfte beim Fadenpendel

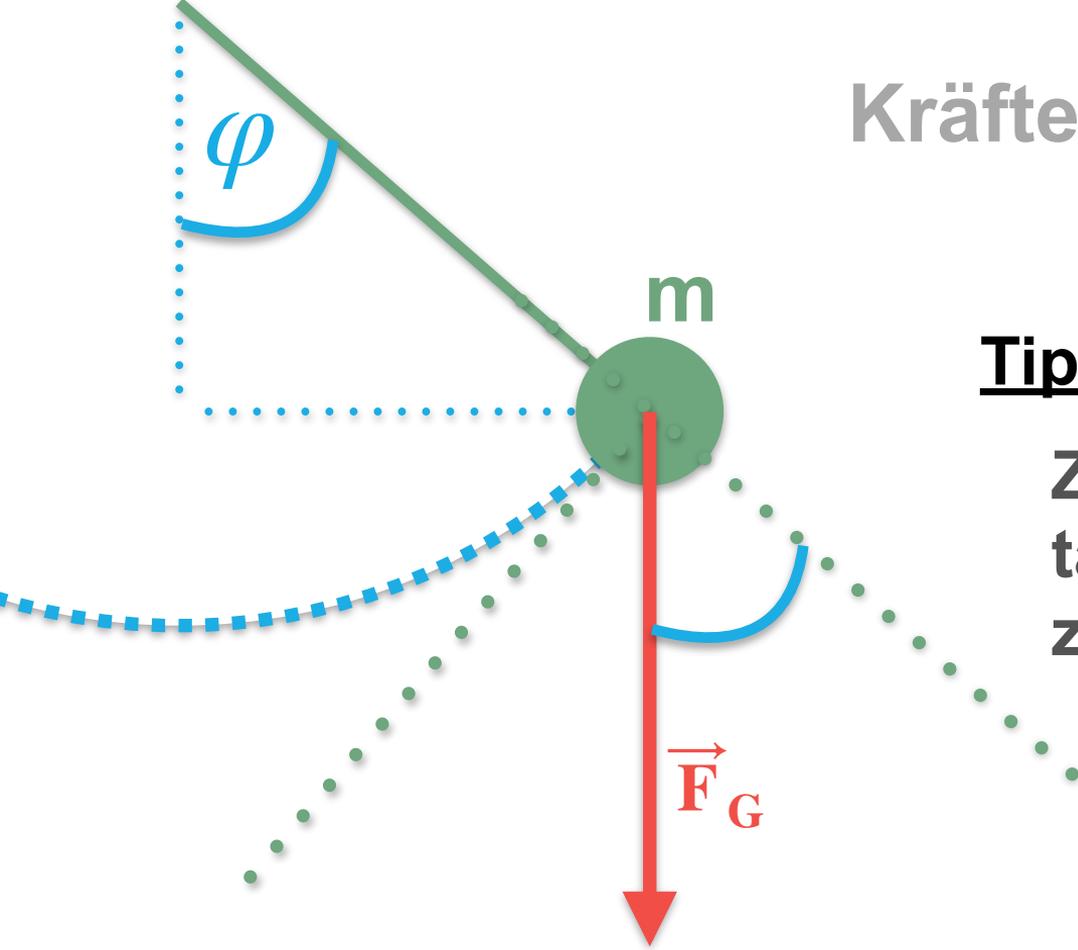


Frage:

In welche Kraftkomponenten lässt sich die Gewichtskraft beim abgebildeten Fadenpendel zerlegen?

Welche weiteren Kräfte wirken auf die Masse m ?

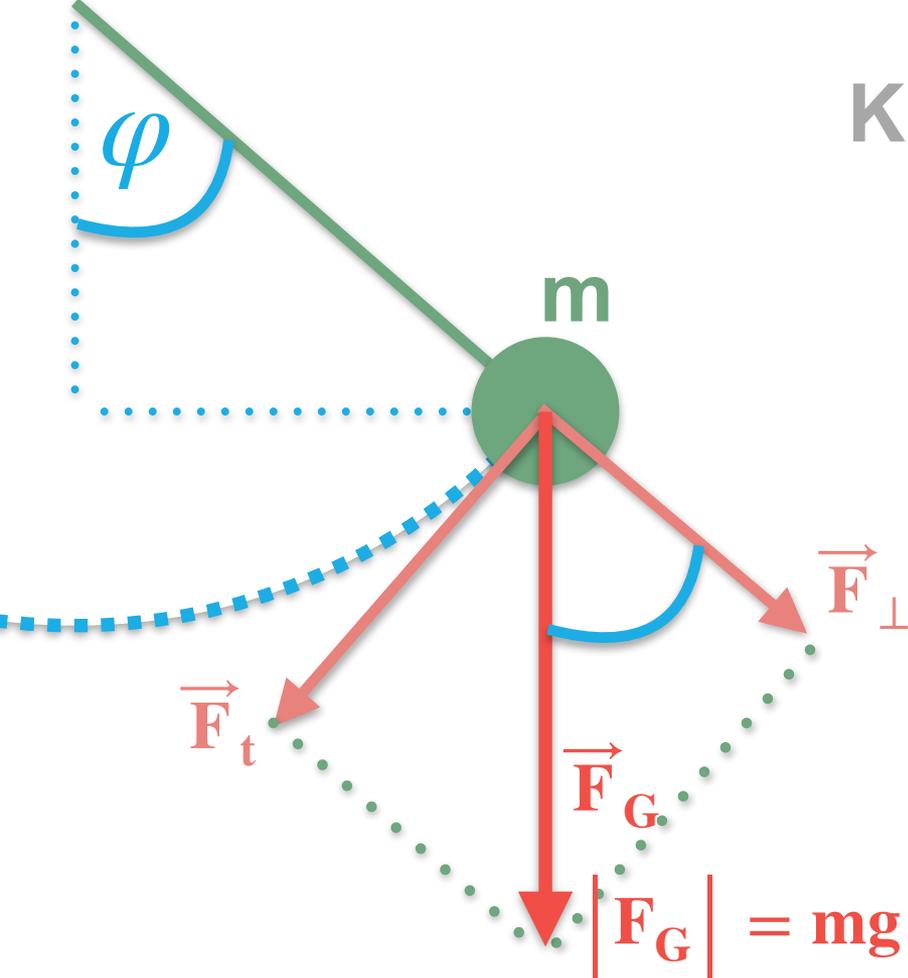
Kräfte beim Fadenpendel



Tipp:

Zerlege in Komponenten tangential und orthogonal zur Bewegungsrichtung!

Kräfte beim Fadenpendel



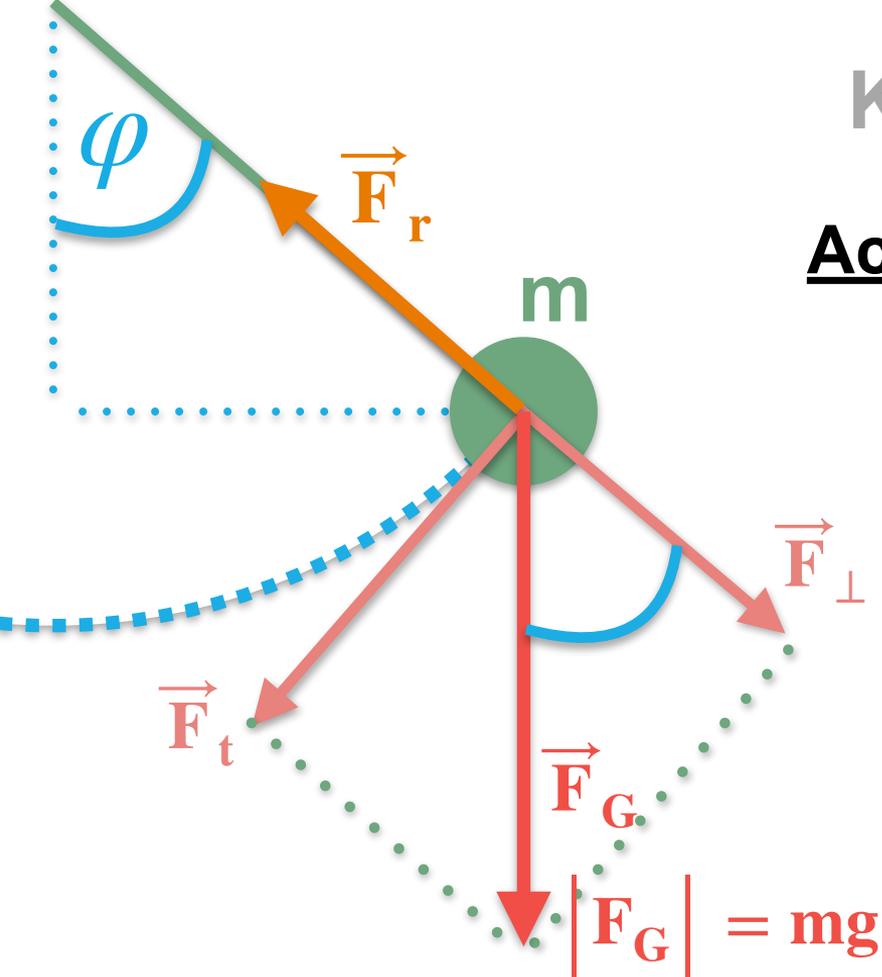
Konstruktion des Kräfteparallelograms

Finde:

$$|\vec{F}_\perp| = mg \cos \varphi$$

$$|\vec{F}_t| = mg \sin \varphi$$

Kräfte beim Fadenpendel



Achtung: Actio - Reactio

Weitere Kraft wird durch Seil
aufgebracht!

$$|\vec{F}_r| = |\vec{F}_\perp|$$

Als resultierende Kraft
bleibt nur \vec{F}_t übrig!

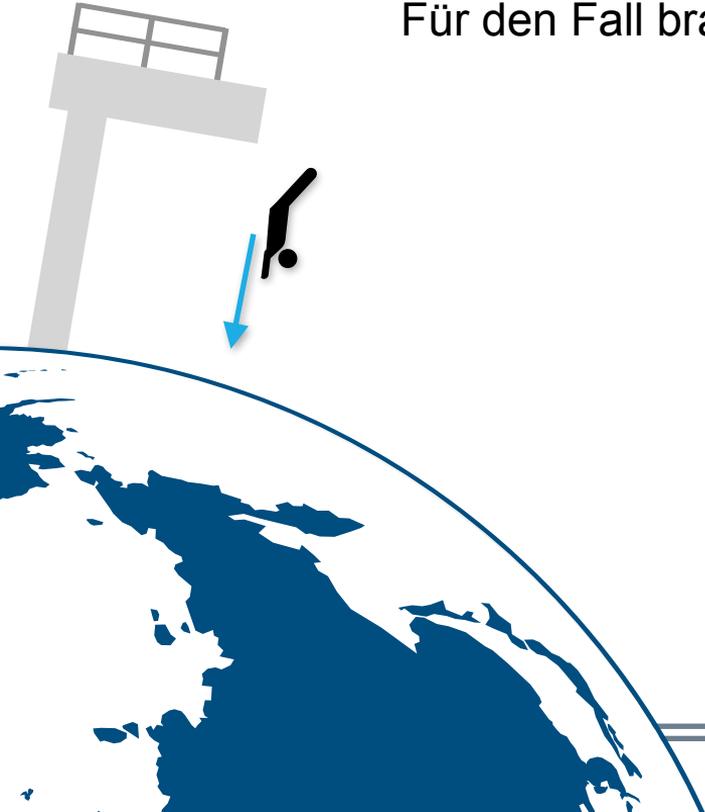


Beschleunigung ist
rein tangential

Turmspringer und Erde

Turmspringer und Erde

Ein Turmspringer mit Masse $m=100$ kg springt vom 10-Meter-Turm. Für den Fall braucht er die Zeit $t = 1.4$ s.



Frage:

Um welche Strecke wird der Turmspringer während seines Falls die Erde anheben?

Annahme: Erdbeschleunigung $g = 10$ m/s²

Die Masse der Erde beträgt etwa $m_E = 6 \cdot 10^{24}$ kg

Turmspringer und Erde

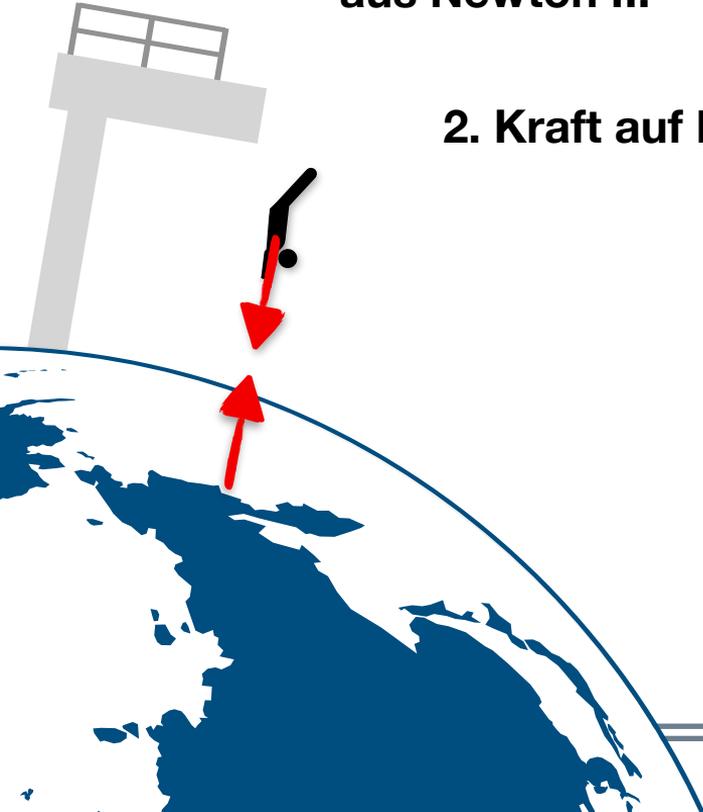
1. Gewichtskraft des Springers
aus Newton II: $\vec{F}_G = -mg\hat{e}_z$

$$m = 100 \text{ kg}$$

$$t_{tot} = 1.4 \text{ s}$$

$$m_E = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg} \quad g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

2. Kraft auf Erde aus **Actio - Reactio** $\vec{F}_E = -\vec{F}_G = mg\hat{e}_z$



Turmspringer und Erde

1. Gewichtskraft des Springers
aus Newton II: $\vec{F}_G = -mg\hat{e}_z$

$$m = 100 \text{ kg}$$

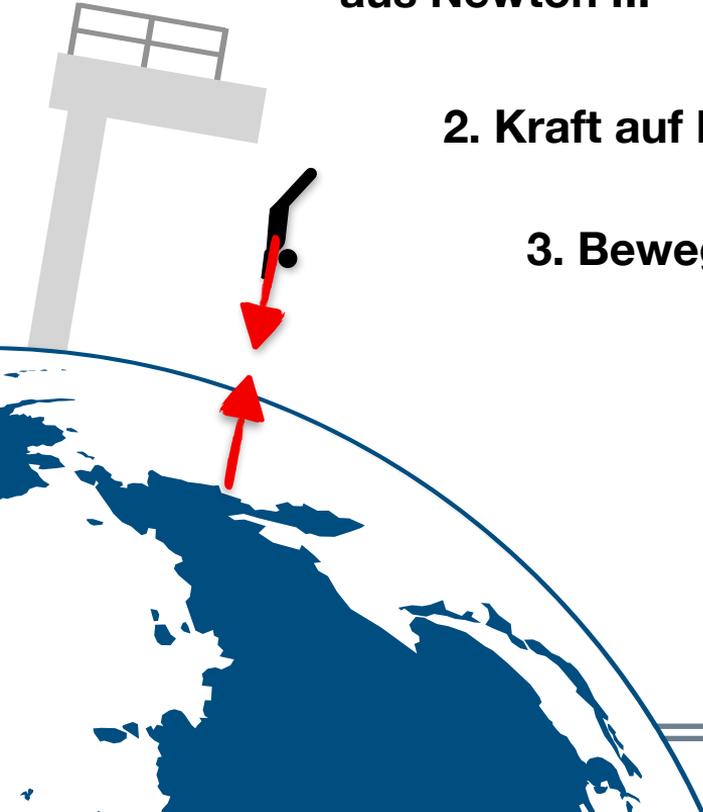
$$t_{tot} = 1.4 \text{ s}$$

$$m_E = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg} \quad g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

2. Kraft auf Erde aus **Actio - Reactio** $\vec{F}_E = -\vec{F}_G = mg\hat{e}_z$

3. Bewegungsgleichung für Erde aufstellen:

$$m_E \ddot{\vec{r}} = \vec{F}_E \Rightarrow m_E \ddot{z} = mg$$



Turmspringer und Erde

1. Gewichtskraft des Springers
aus Newton II: $\vec{F}_G = -mg\hat{e}_z$

$$m = 100 \text{ kg}$$

$$t_{tot} = 1.4 \text{ s}$$

$$m_E = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg} \quad g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

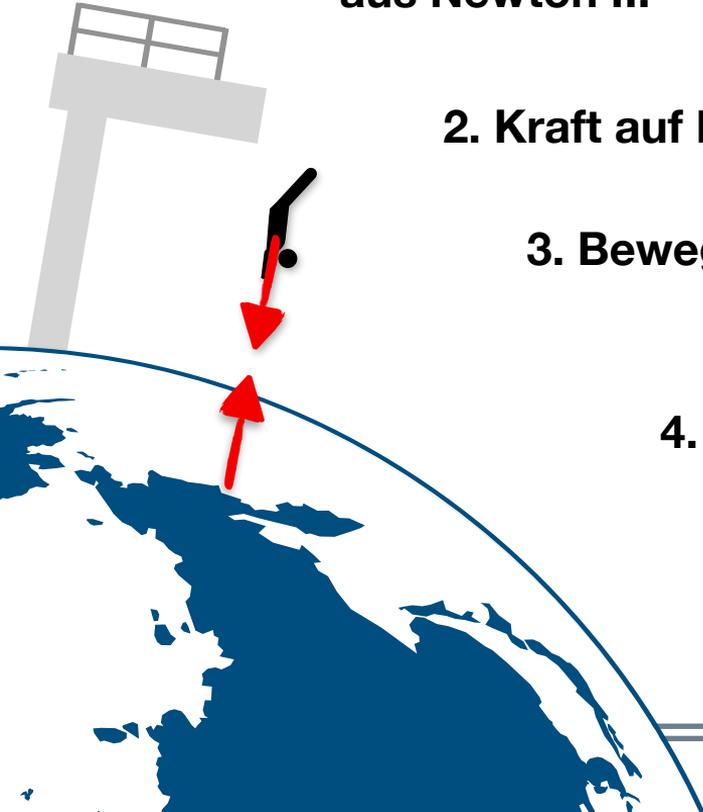
2. Kraft auf Erde aus **Actio - Reactio** $\vec{F}_E = -\vec{F}_G = mg\hat{e}_z$

3. Bewegungsgleichung für Erde aufstellen:

$$m_E \ddot{\vec{r}} = \vec{F}_E \Rightarrow m_E \ddot{z} = mg$$

4. Zweimal integrieren auf Position:

$$\ddot{z} = \frac{m}{m_E} g \quad \int \int \quad \dot{z} = \frac{m}{m_E} g \cdot t$$



Turmspringer und Erde

1. Gewichtskraft des Springers
aus Newton II: $\vec{F}_G = -mg\hat{e}_z$

$$m = 100 \text{ kg} \quad t_{\text{tot}} = 1.4 \text{ s}$$

$$m_E = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg} \quad g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

2. Kraft auf Erde aus **Actio - Reactio** $\vec{F}_E = -\vec{F}_G = mg\hat{e}_z$

3. Bewegungsgleichung für Erde aufstellen:

$$m_E \ddot{\vec{r}} = \vec{F}_E \Rightarrow m_E \ddot{z} = mg$$

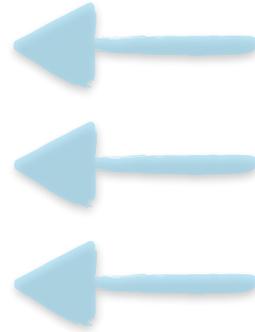
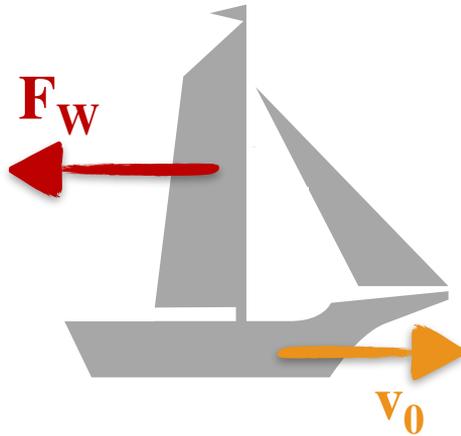
4. Zweimal integrieren auf Position:

$$\ddot{z} = \frac{m}{m_E} g \quad \int \quad \dot{z} = \frac{m}{m_E} g \cdot t \quad \int \quad z_E(t) = \frac{1}{2} \frac{m}{m_E} g \cdot t^2$$

$$z_E(t_{\text{tot}}) = 1.7 \cdot 10^{-22} \text{ m}$$

Abbremsen einer Segeljolle

Abbremsen einer Segeljolle



Eine Jolle ($m = 400 \text{ kg}$) ist mit einer Geschwindigkeit von $v_0 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ unterwegs.

Um schnell anzuhalten, lässt die Person am Steuer das Boot gegen den Wind aufschiesen.

Der Gegenwind verursacht eine Kraft von $F_W = 500 \text{ N}$ entgegen der Fahrtrichtung der Jolle.

Frage: Wie weit fährt die Jolle weiter, bevor sie steht?

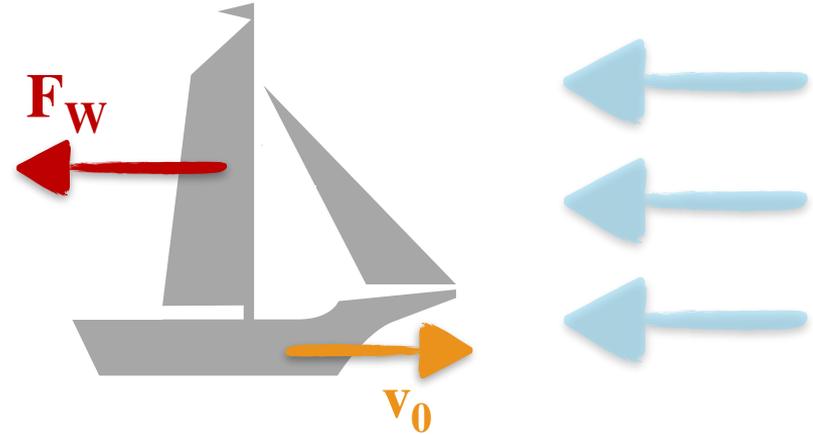
Abbremsen einer Segeljolle

1. Bewegungsgleichung aufstellen:

$$m\ddot{x} = -F_W \leftrightarrow \ddot{x} = -\frac{F_W}{m}$$

$$v_0 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad F_W = 500 \text{ N}$$

$$m = 400 \text{ kg}$$



Abbremsen einer Segeljolle

$$v_0 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$F_W = 500 \text{ N}$$

$$m = 400 \text{ kg}$$

1. Bewegungsgleichung aufstellen:

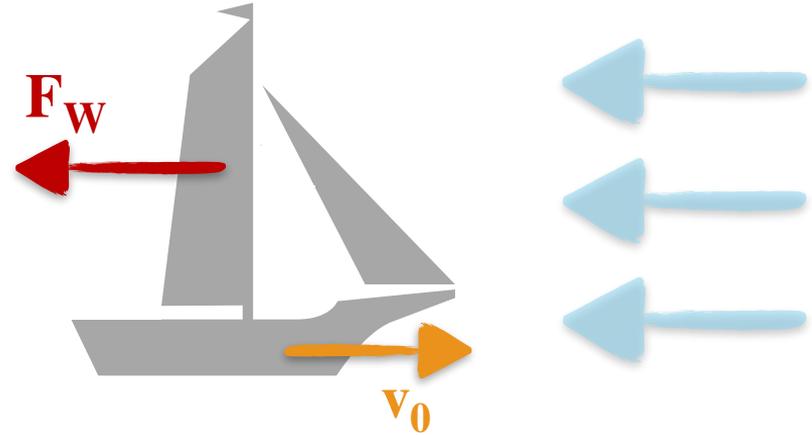
$$m\ddot{x} = -F_W \leftrightarrow \ddot{x} = -\frac{F_W}{m}$$

2. Integrieren auf Geschwindigkeit:

$$\dot{x} = v_0 - \frac{F_W}{m} \cdot t$$

Erhalte Zeit des Stillstands aus $\dot{x} = 0$:

$$t_{\text{end}} = \frac{mv_0}{F_W}$$



Abbremsen einer Segeljolle

$$v_0 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$F_W = 500 \text{ N}$$

$$m = 400 \text{ kg}$$

1. Bewegungsgleichung aufstellen:

$$m\ddot{x} = -F_W \leftrightarrow \ddot{x} = -\frac{F_W}{m}$$

2. Integrieren auf Geschwindigkeit:

$$\dot{x} = v_0 - \frac{F_W}{m} \cdot t$$

Erhalte Zeit des Stillstands aus $\dot{x} = 0$:

$$t_{\text{end}} = \frac{mv_0}{F_W}$$

3. Integrieren auf Position:

$$x(t) = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \frac{F_W}{m} \cdot t^2 \quad \Rightarrow \quad x(t_{\text{end}}) = \frac{mv_0^2}{2F_W} = 10 \text{ m}$$

