



# Engaging Physics Tutoring

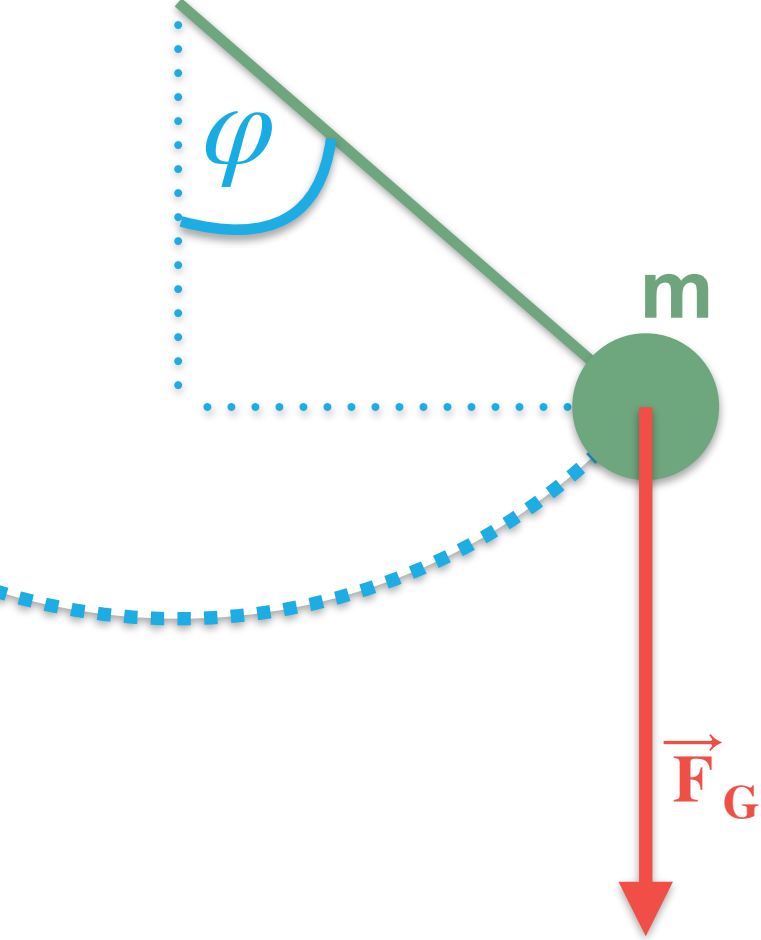
## Lektion 4

Kraft  
Newtons Gesetze

Aufgaben

# Kräftezerlegung beim Fadenpendel

# Kräfte beim Fadenpendel

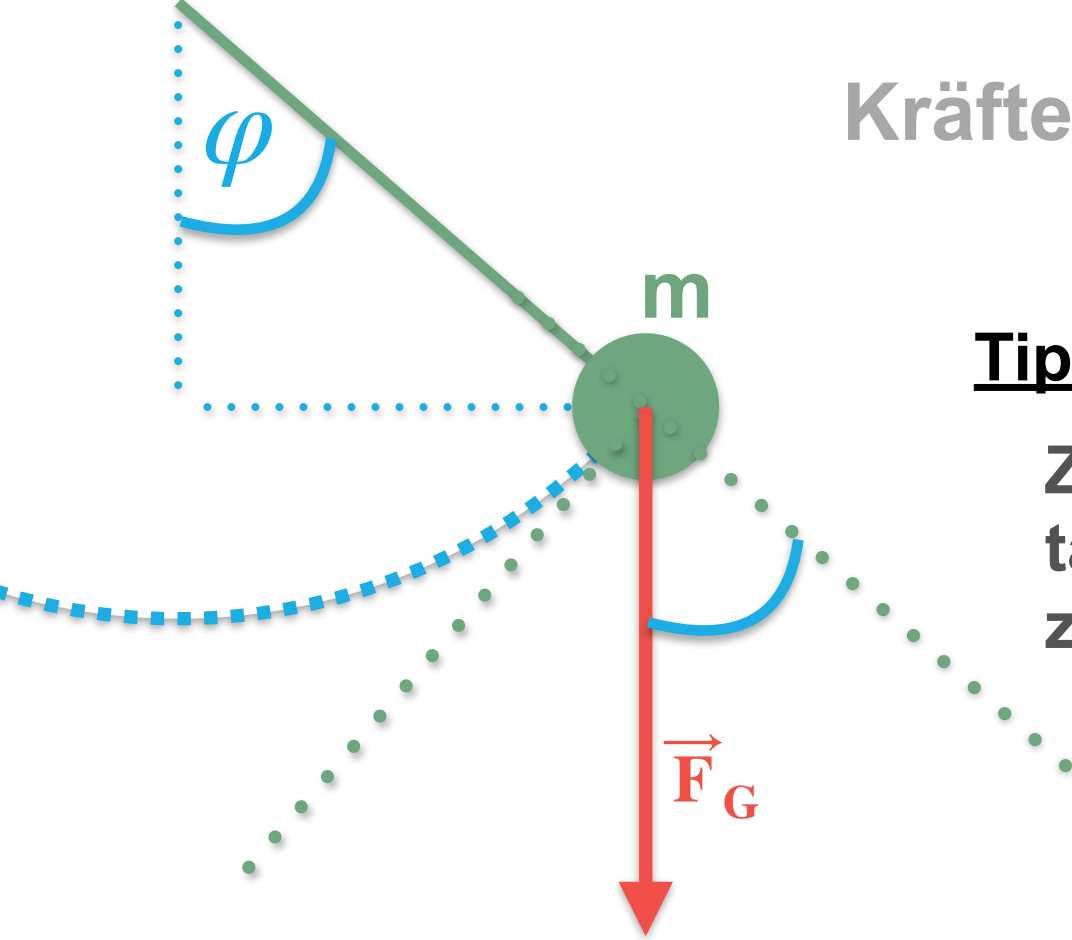


## Frage:

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

Welche weiteren Kräfte wirken auf die Masse  $m$ ?

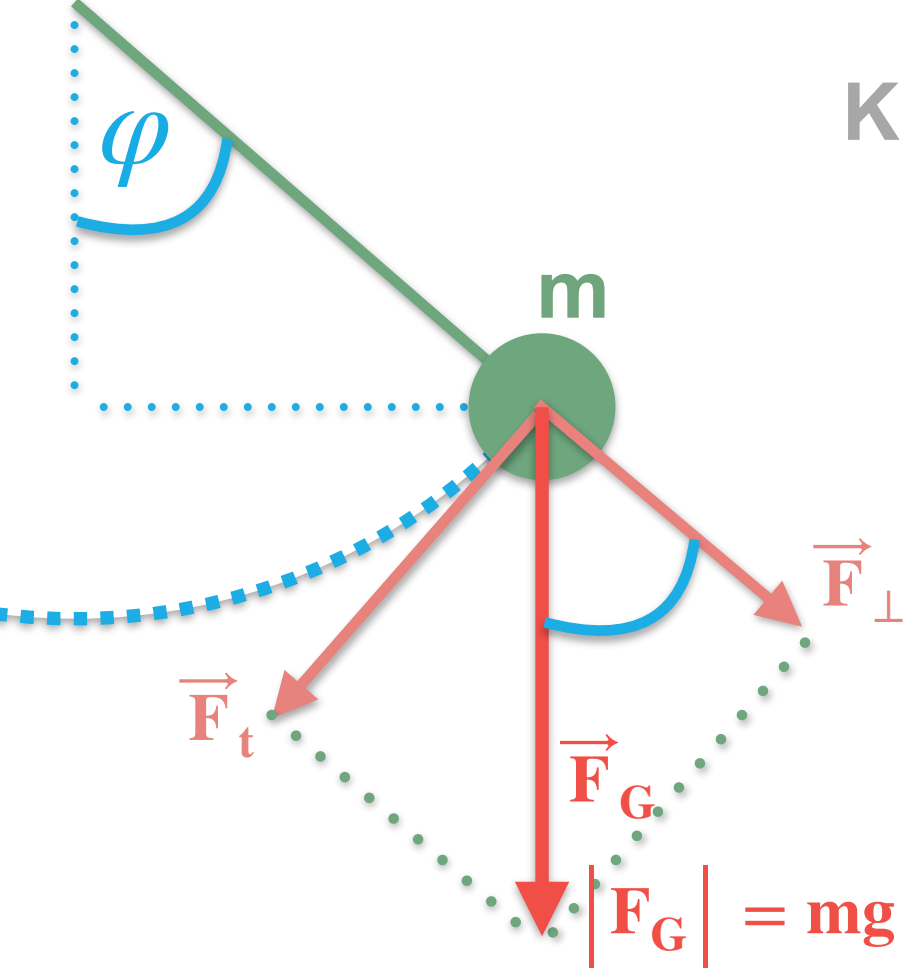
# Kräfte beim Fadenpendel



## Tipp:

Zerlege in Komponenten  
tangential und orthogonal  
zur Bewegungsrichtung!

# Kräfte beim Fadenpendel



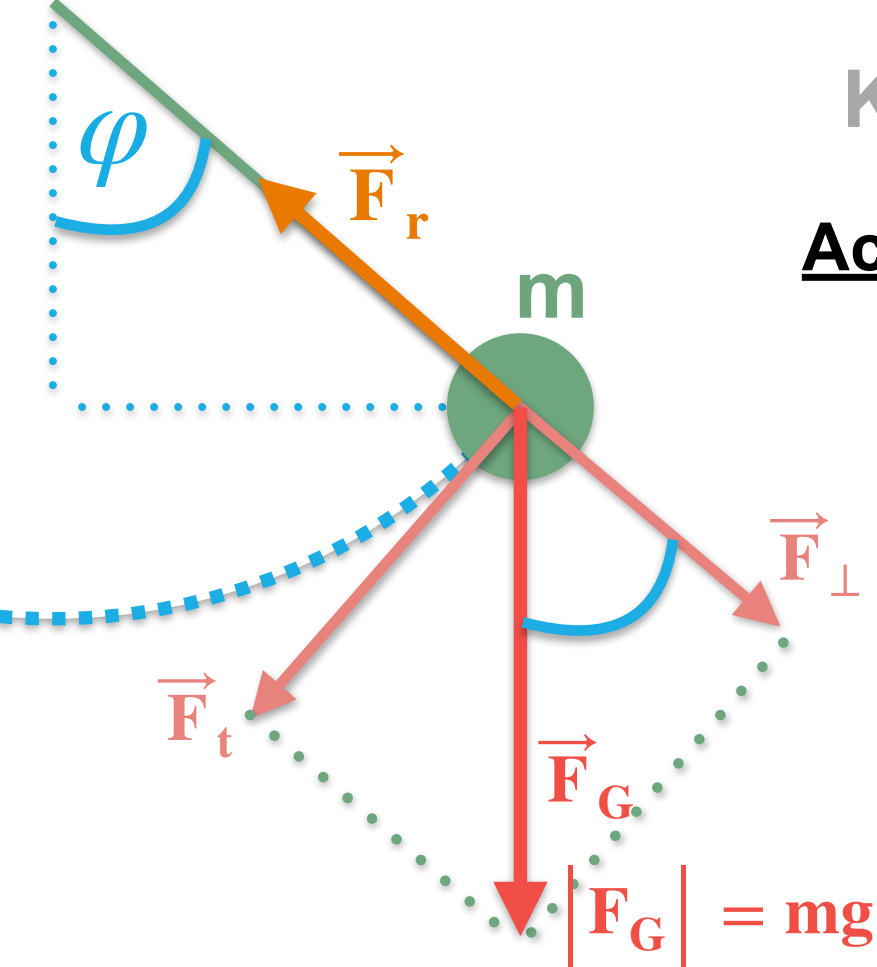
## Konstruktion des Kräfteparallelograms

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!

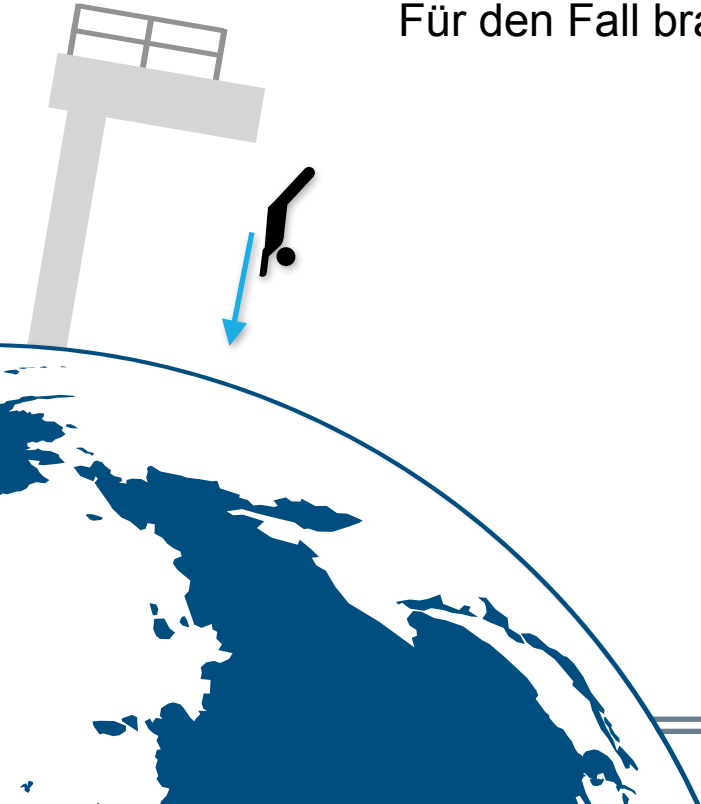


Beschleunigung ist  
rein tangential

# 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/s<sup>2</sup>

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



# Turmspringer und Erde

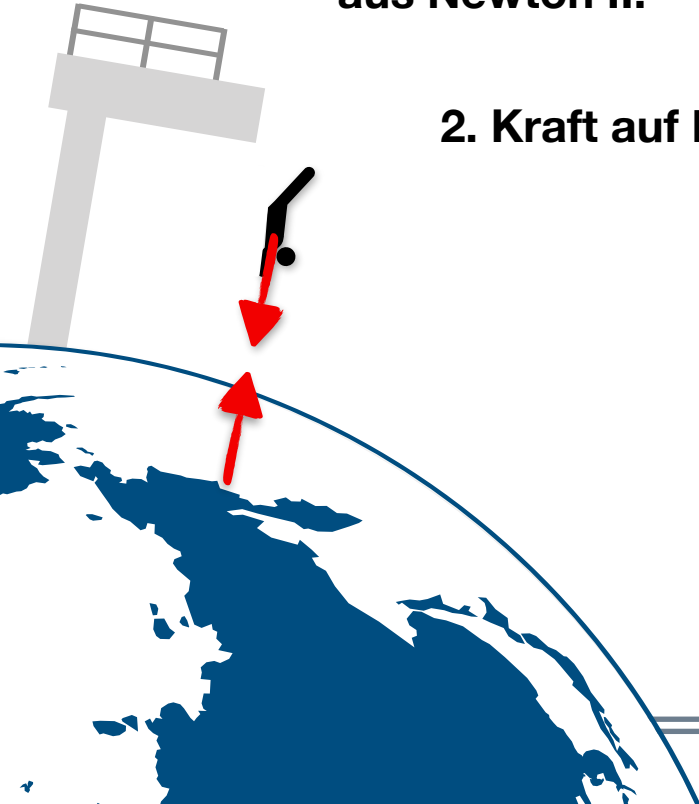
1. Gewichtskraft des Springers  
aus Newton II:  $\vec{F}_G = -mg\hat{e}_z$

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

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

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

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:  $\vec{F}_G = -mg\hat{e}_z$

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

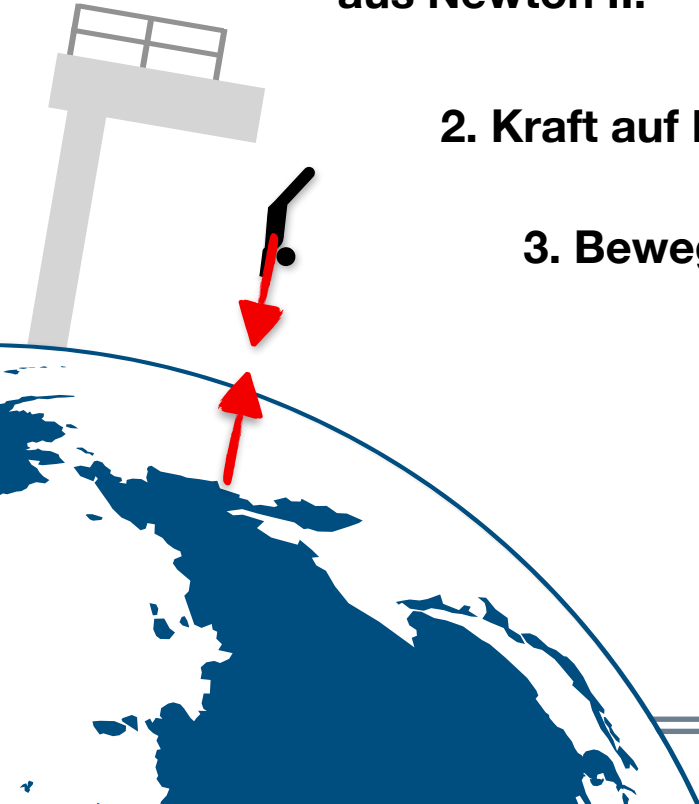
$$t_{tot} = 1.4 \text{ s}$$

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

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:  $\vec{F}_G = -mg\hat{e}_z$

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

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

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

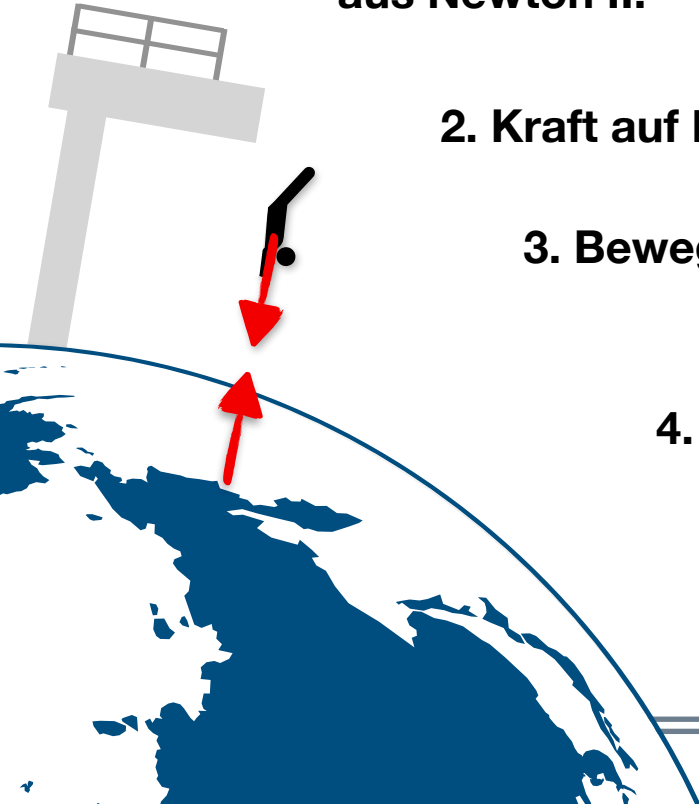
2. Kraft auf Erde aus **Actio - Reactio**  $\vec{F}_E = -\vec{F}_G = mg\hat{e}_z$

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:

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

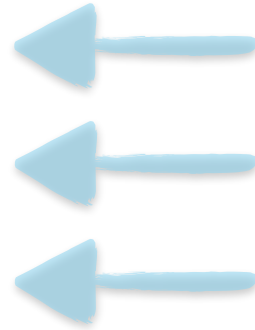
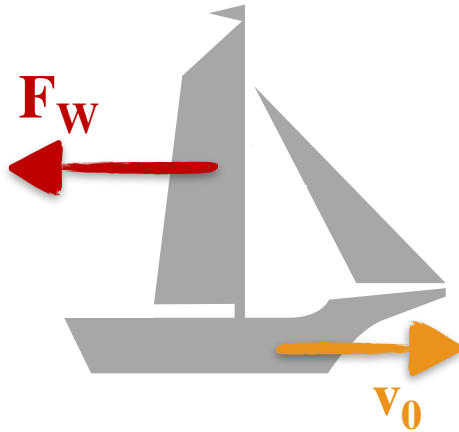
4. Zweimal integrieren auf Position:

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

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

# 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?**

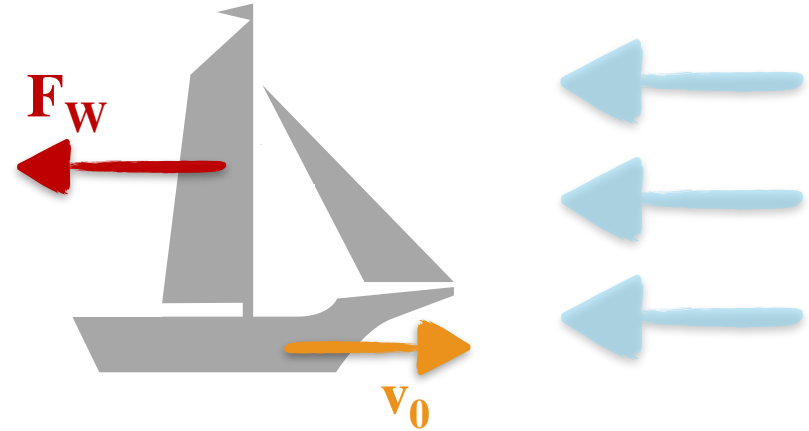
# Abbremsen einer Segeljolle

## 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

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

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

## 1. Bewegungsgleichung aufstellen:

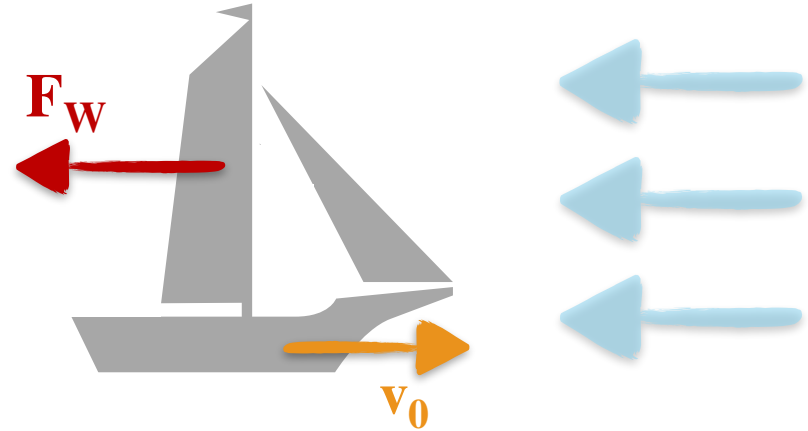
$$m\ddot{x} = -F_W \leftrightarrow \ddot{x} = -\frac{F_W}{m}$$

## 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:

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

