

## Kräfte allgemein

## Kräfte allgemein

---

Kräfte sind selbst \_\_\_\_\_, man kann sie nur an ihren \_\_\_\_\_ erkennen.

Wirkungen, an denen man Kräfte erkennen kann, sind \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_.

Kräfte sind mathematisch gesehen \_\_\_\_\_ und werden als \_\_\_\_\_ dargestellt.

Die Kraftwirkung hängt von drei **Bestimmungsgrößen** ab:

1. \_\_\_\_\_ der Kraft
  2. \_\_\_\_\_ der Kraft
  3. \_\_\_\_\_ der Kraft
- 
- 

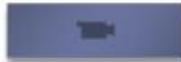
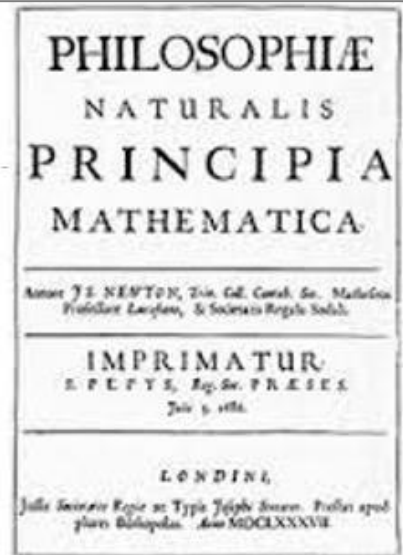
# Trägheitssatz

Der Trägheitssatz wurde von \_\_\_\_\_ im  
Jahr \_\_\_\_\_ in seinem Buch „**Philosophiae  
naturalis principia mathematica**“ veröffentlicht.

Der Trägheitssatz lautet:

---

---



[https://www.youtube.com/watch?v=neMa\\_ldbKuw](https://www.youtube.com/watch?v=neMa_ldbKuw)



# Bewegungsgleichung

Die Bewegungsgleichung lautet:

\_\_\_\_\_

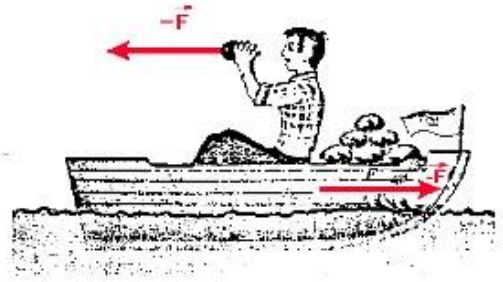
$\vec{F}$  ... Kraft  
 $m$  ... Masse  
 $\vec{a}$  ... Beschleunigung



<https://www.youtube.com/watch?v=VG-AEhiSM7Q>



# Wechselwirkungsgesetz



Das Wechselwirkungsgesetz lautet:

---

---



<https://www.youtube.com/watch?v=LdWTQcg2Kd0>

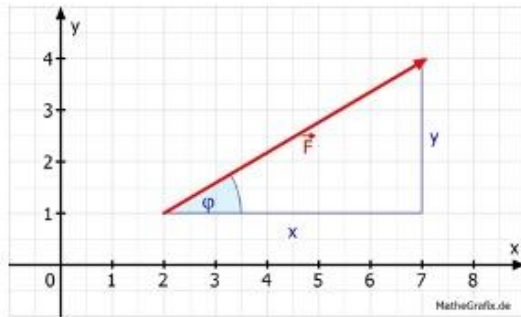


## Kraft als Vektor

Addition von Kräften

# Vektorielle Darstellung

Jede Kraft besitzt sowohl eine \_\_\_\_\_ als auch eine \_\_\_\_\_ .  
Daher bietet sich die vektorielle Darstellung an.



vektorielle Darstellung \_\_\_\_\_

Größe \_\_\_\_\_ = 5,8 N

Richtung \_\_\_\_\_  $\Rightarrow \varphi = 31^\circ$



# Kräfte mit gleicher Wirkungslinie 1



Zum **geometrischen Addieren** von zwei Kräften  $F_1$  und  $F_2$  verschieben wir den Schaft der zweiten Kraft in die Spitze der ersten Kraft.

Die **resultierende Kraft**  $F_r$  beginnt beim Schaft von  $F_1$  und endet in der Spitze von  $F_2$ .

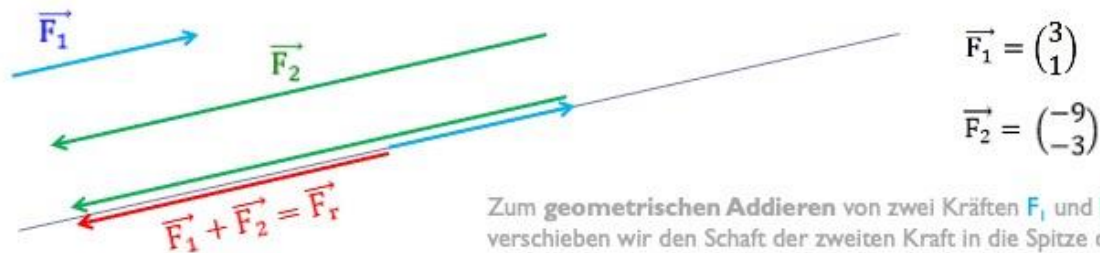
Rechnerisch werden zwei Kräfte  $F_1$  und  $F_2$  **vektoriell addiert**.

$$\vec{F}_r = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$F_r = |\vec{F}_r| = \left| \begin{pmatrix} 9 \\ 3 \end{pmatrix} \right| = \underline{\hspace{2cm}}$$



## Kräfte mit gleicher Wirkungslinie 2



Zum **geometrischen Addieren** von zwei Kräften  $F_1$  und  $F_2$  verschieben wir den Schaft der zweiten Kraft in die Spitze der ersten Kraft.

Die **resultierende Kraft  $F_r$**  beginnt beim Schaft von  $F_1$  und endet in der Spitze von  $F_2$ .

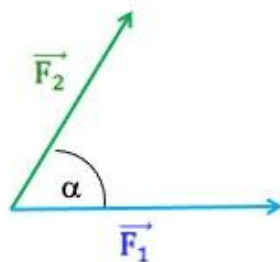
Rechnerisch werden zwei Kräfte  $F_1$  und  $F_2$  **vektoriell addiert**.

$$\vec{F}_r = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$F_r = |\vec{F}_r| = \underline{\hspace{2cm}}$$



## Kräfte mit beliebiger Richtung



$$\vec{F}_1 = \begin{pmatrix} 5 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \vec{F}_2 = \begin{pmatrix} 2 \\ 4 \end{pmatrix} \quad \alpha = 60^\circ$$

Zum **geometrischen Addieren** von zwei Kräften  $F_1$  und  $F_2$  verschieben wir den Schaft der zweiten Kraft in die Spitze der ersten Kraft.

Die **resultierende Kraft  $F_r$**  beginnt beim Schaft von  $F_1$  und endet in der Spitze von  $F_2$ .

Rechnerisch werden zwei Kräfte  $F_1$  und  $F_2$  **vektoriell addiert**.

$$\vec{F}_r = \underline{\hspace{2cm}}$$

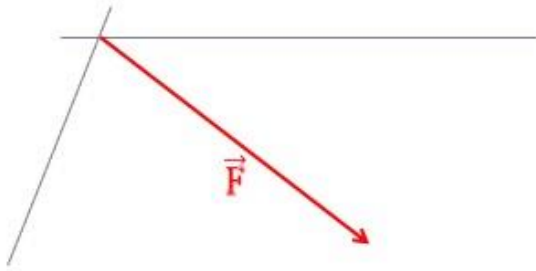
$$F_r = |\vec{F}_r| = \underline{\hspace{2cm}}$$

Berechnen von  $F_r$  beginnt mit Hilfe des    :

$$\beta = 180 - \alpha$$



## Zerlegen von Kräften - zeichnerisch



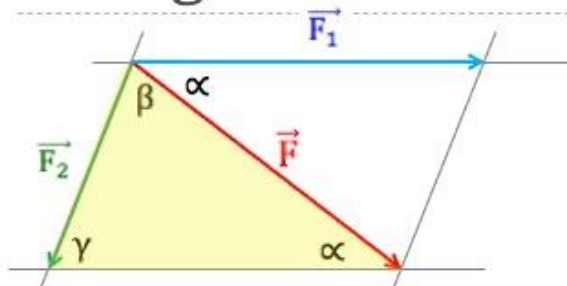
Wir zerlegen die Kraft  $\mathbf{F}$  in zwei Teilkräfte  $\mathbf{F}_1$  und  $\mathbf{F}_2$ . Diese wirken entlang der beiden eingezeichneten **Wirkungslinien**.

Dazu verschieben wir die beiden **Wirkungslinien** parallel, sodass ein Parallelogramm (das **Kräfteparallelogramm**) entsteht.

In dieses Parallelogramm können wir nun die zwei Teilkräfte  $\mathbf{F}_1$  und  $\mathbf{F}_2$  einzeichnen .



## Zerlegen von Kräften - rechnerisch



$$\gamma = 180 - \alpha - \beta$$

Wir berechnen die zwei Teilkräfte  $\mathbf{F}_1$  und  $\mathbf{F}_2$  mit Hilfe des \_\_\_\_\_ .

\_\_\_\_\_

$$\Rightarrow F_1 =$$

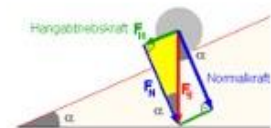
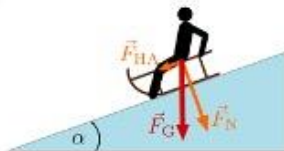
Analoges gilt für die Berechnung von  $\mathbf{F}_1$ .

$$\Rightarrow F_2 =$$



## Schiefe Ebene I

Beispiele für schiefe Ebenen:



## Schiefe Ebene II



Endurofahrer beim Bergabfahren – Schiefe Ebene



## Schiefe Ebene III

Schräge Bahn  
Waagrechte  $w$

Hangneigung  $\alpha$

Antreibende  
Kraft  $F_A$



Gewichtskraft  $F_G$

Wie groß ist die Kraft, mit der der Endurofahrer angetrieben wird? \_\_\_\_\_



## Schiefe Ebene IV

Schräge Bahn  
Waagrechte  $w$

Hangneigung  $\alpha$

Normalkraft  $F_N$



Gewichtskraft  $F_G$

Wie groß ist die Kraft,  
mit der der Endurofahrer auf die Bahn gedrückt wird? \_\_\_\_\_

