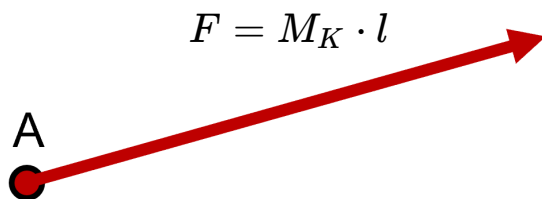


## Darstellung und Ermittlung von Kräften

Wie du schon erfahren hast, werden **Kräfte durch einen Pfeil dargestellt**:



**A** = Angriffspunkt

$M_K$  = Kräftemaßstab

$F_1, F_2 \dots$  = Teilkräfte

$l$  = Länge

$F_r$  = resultierende Kraft

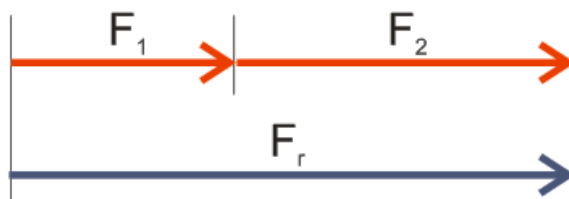
**Pfeillänge:**

$$l = \frac{F}{M_k}$$

Die Länge  $l$  des Pfeils ist ein Maß für die Kraft  $F$ .

### Mit Kräften kann man rechnen:

#### 1. Addieren von Kräften gleicher Wirkungslinie:



**Beispiel:**

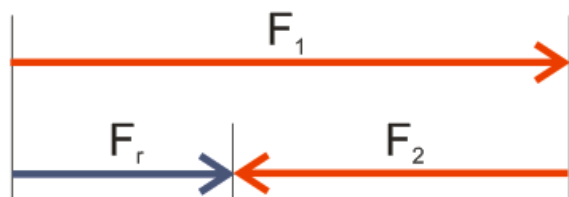
$$F_1 = 20N$$

$$F_2 = 35N$$

**Ergebnis:**

$$F_r = 55N$$

#### 2. Subtrahieren von Kräften gleicher Wirkungslinie:



**Beispiel:**

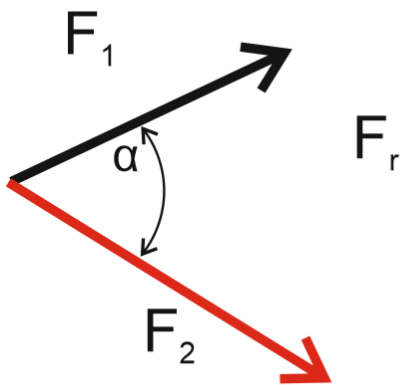
$$F_1 = 55N$$

$$F_2 = 40N$$

**Ergebnis:**

$$F_r = 15N$$

### 3. Zusammensetzen von Teilkräften zu einer resultierenden Kraft:


**Beispiel:**

$$F_1 = 25\text{N}$$

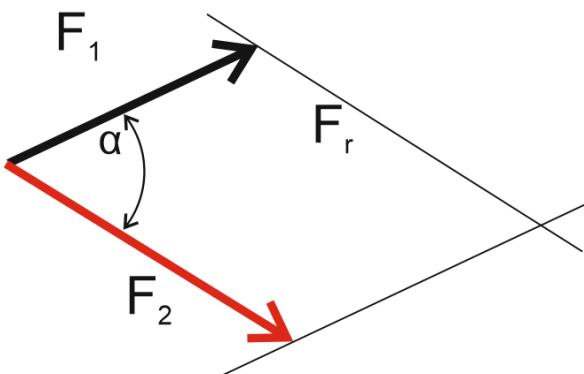
$$F_2 = 34\text{N}$$

**Ergebnis:**

$$F_r = ?\text{N}$$

Hier sind die Kräfte nicht auf derselben Wirkungslinie, daher kannst du sie nicht einfach addieren wie im ersten Beispiel. Um herauszufinden, wie groß die Kraft  $F_r$  ist, müssen wir zuerst ein Parallelogramm konstruieren!

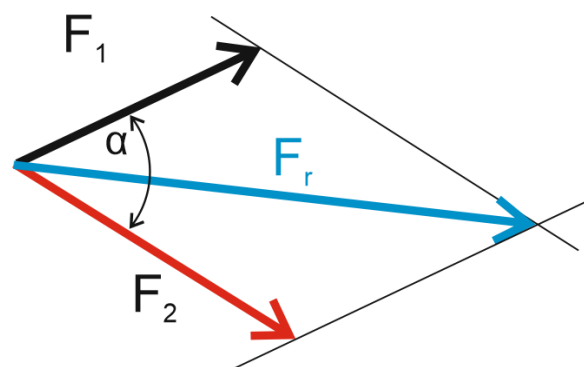
#### Schritt 1: Konstruieren eines Parallelogramms:


**Anleitung:**

Verschiebe die Kraft  $F_1$  parallel, bis die Linie durch die Spitze von  $F_2$  geht.

Verschiebe nun die Kraft  $F_2$  ebenfalls parallel, bis die Linie durch die Spitze von  $F_1$  geht ► ein **Parallelogramm** ist entstanden.

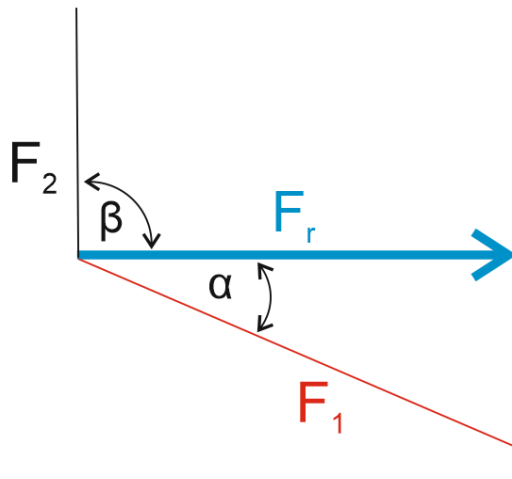
#### Schritt 2: Resultierende Kraft einzeichnen und abmessen:


**Ergebnis:**

Der Pfeil  $F_r$  hat seine Spitze im Schnittpunkt der beiden parallelen Linien und hat eine Länge von 63 mm, daher ergibt sich als Lösung für diese Aufgabe:

$$F_r = 63\text{N}$$

#### 4. Zerlegen einer Kraft in Teilkräfte:


**Beispiel:**

$$F_r = 49N$$

**Ergebnis:**

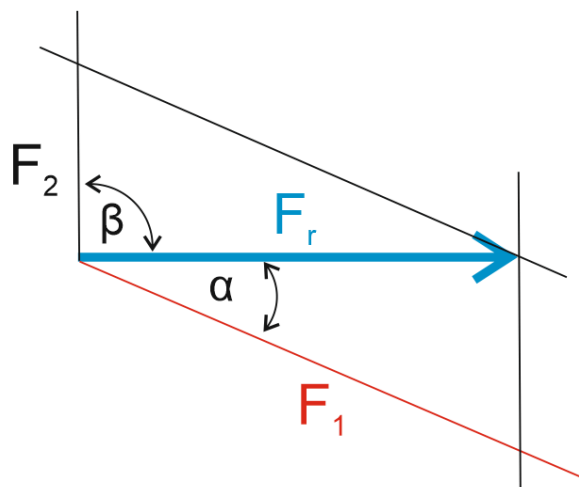
$$F_1 = ?N$$

$$F_2 = ?N$$

In diesem Beispiel weiß man, dass die Kraft  $F_1$  in einem Winkel  $\alpha$  und die Kraft  $F_2$  in einem Winkel  $\beta$  auf  $F_r$  steht, allerdings kennen wir nicht die Größe von  $F_1$  und  $F_2$ .

Auch hier ist es notwendig, zuerst ein Parallelogramm zu konstruieren.

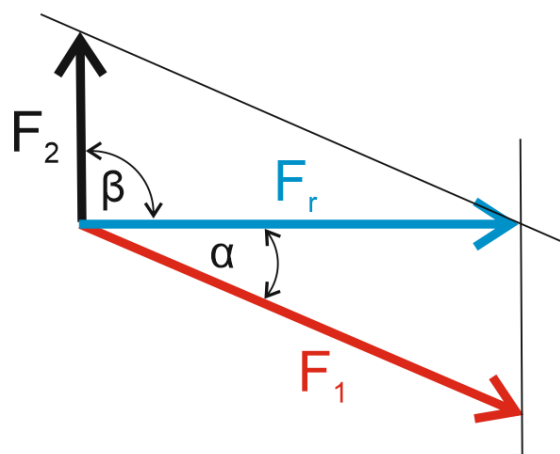
#### Schritt 1: Konstruieren eines Parallelogramms:


**Anleitung:**

Verschiebe die Linie  $F_1$  parallel, bis sie durch die Spitze von  $F_r$  geht.

Verschiebe nun die Linie  $F_2$  parallel, bis sie ebenfalls durch die Spitze von  $F_r$  geht ► ein **Parallelogramm** ist entstanden.

#### Schritt 2: Teilkräfte einzeichnen und abmessen:


**Ergebnis:**

Der Pfeil  $F_1$  hat eine Länge von 49 mm, daher ergibt sich als Lösung für diese Kraft:  $F_1 = 49N$

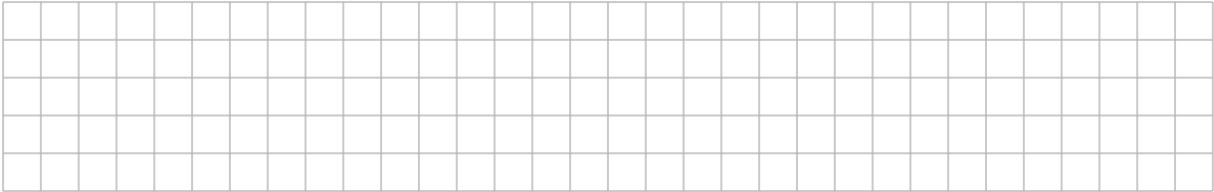
Der Pfeil  $F_2$  hat eine Länge von 21 mm, daher ergibt sich als Lösung für diese Kraft:  $F_2 = 21N$

**Ermittle zeichnerisch die gesuchten Kräfte:**

Für die Beispiele verwenden wir als Kräftemaßstab  $M_k = \frac{10N}{mm}$ .

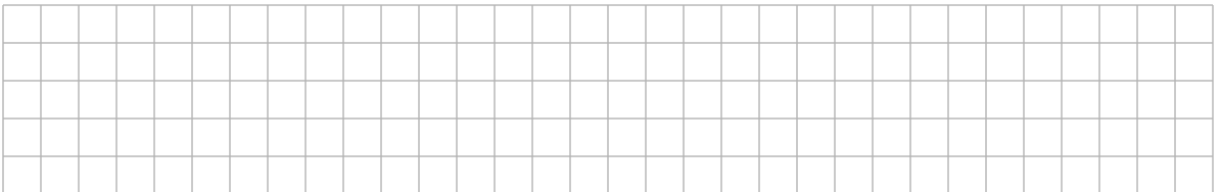
- ① Addieren von Kräften gleicher Wirkungslinie.

$$F_1 = 80N, F_2 = 160N, F_r = ?$$



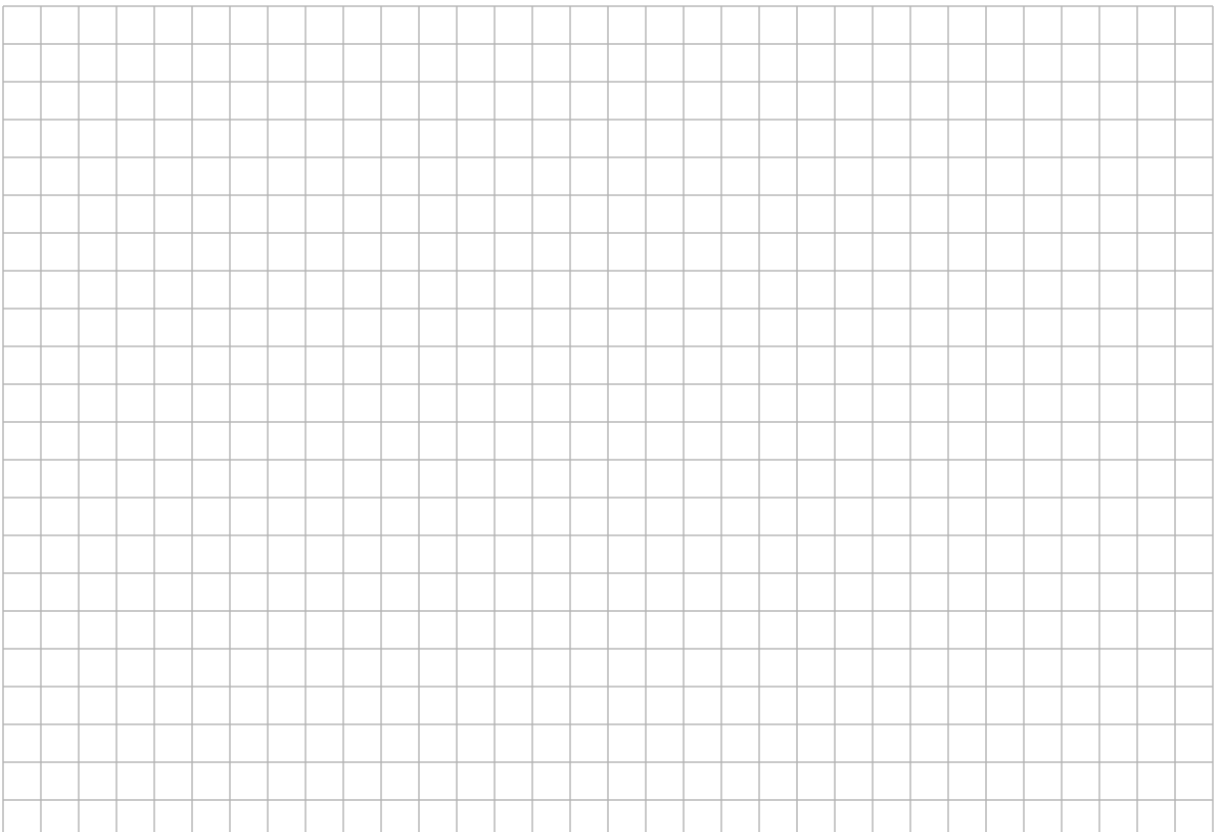
- ② Subtrahieren von Kräften gleicher Wirkungslinie.

$$F_1 = 240N, F_2 = 90N, F_r = ?$$



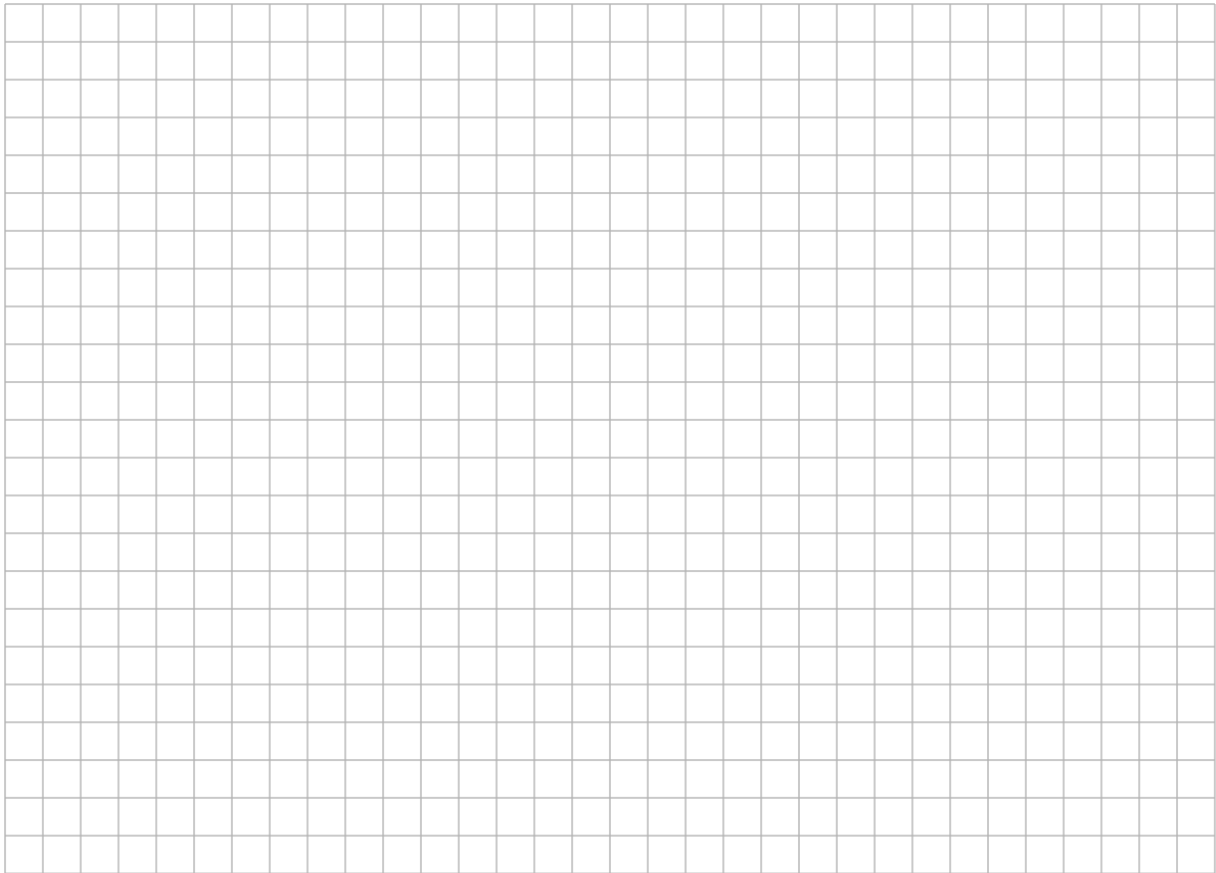
- ③ Zusammensetzen von Teilkräften zu einer resultierenden Kraft.

$$F_1 = 120N, F_2 = 170N, \alpha = 60^\circ, F_r = ?$$



④ Zerlegen einer Kraft in Teilkräfte.

$$F_r = 260\text{N}, \alpha = 15^\circ, \beta = 90^\circ \quad F_1 = ?, F_2 = ?$$



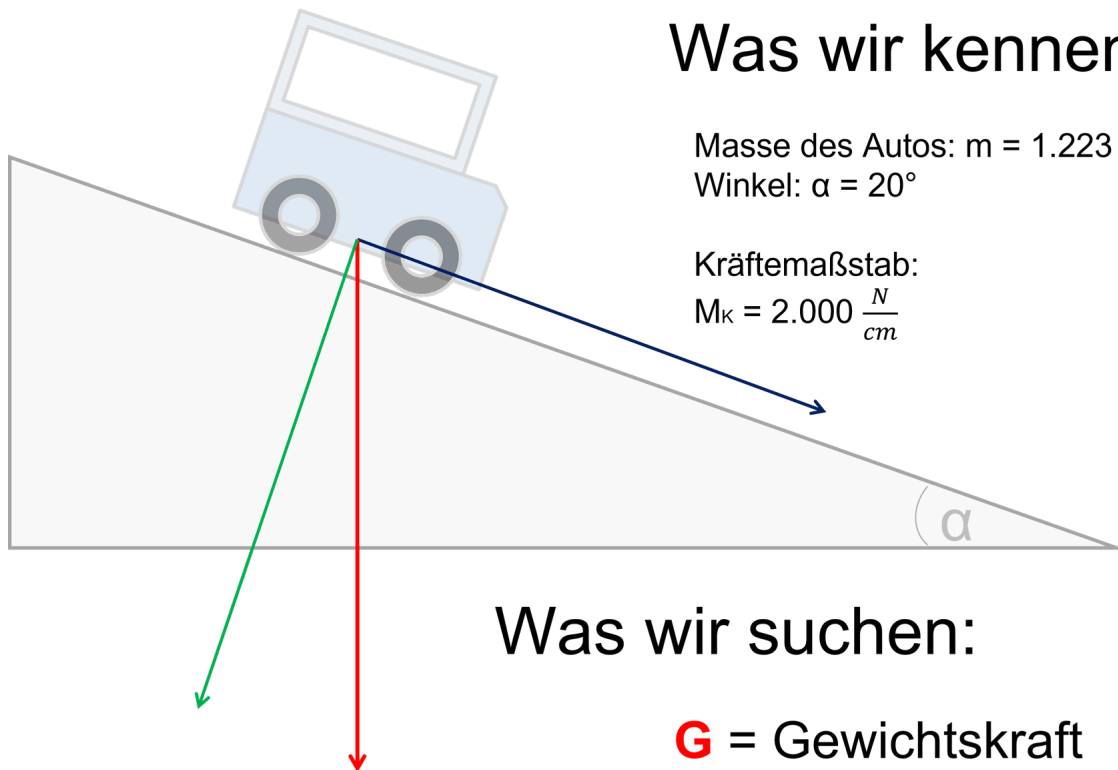
### Beispiele zum Kräftemaßstab:

Schreibe neben jeden Kräftemaßstab, welche Kraft er in Wirklichkeit darstellt.

Kräftemaßstab:	gemessene Pfeillänge:	dargestellte Kraft:
$M_K = \frac{10\text{N}}{\text{cm}}$	3,6 cm	<input type="text"/> N
$M_K = \frac{10\text{N}}{\text{mm}}$	4,2 cm	<input type="text"/> N
$M_K = \frac{100\text{N}}{\text{cm}}$	2,8 cm	<input type="text"/> N
$M_K = \frac{5\text{N}}{\text{cm}}$	11 cm	<input type="text"/> N
$M_K = \frac{1.000\text{N}}{\text{mm}}$	9,81 mm	<input type="text"/> N

**Ein konkretes Beispiel:**

Schau dir die folgende Abbildung genau an und überlege, wie man die gesuchten Kräfte ermitteln kann.

**Was wir kennen:**Masse des Autos:  $m = 1.223 \text{ kg}$ Winkel:  $\alpha = 20^\circ$ 

Kräftemaßstab:

 $M_K = 2.000 \frac{N}{cm}$ **Was wir suchen:****G** = Gewichtskraft**F<sub>H</sub>** = Hangabtriebskraft**F<sub>N</sub>** = Normalkraft

Ermittlung von Kräften

**Meine Überlegungen:**