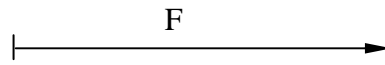


### Hilfe 1 – Was sind Kraftvektoren?

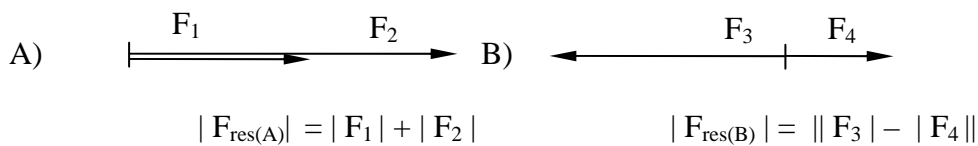
Kräfte werden in der Physik häufig durch Pfeile dargestellt. Die Spitze des Pfeils gibt dabei die Richtung der Kraft an; die Länge des Pfeils drückt den Betrag der Kraft  $F$  aus (hierfür braucht man einen Maßstab). Die Basis (Ursprung) des Pfeils ist normalerweise der Wirkungspunkt/Angriffspunkt der Kraft. Man nennt solche Pfeile „Vektoren“



Mehrere Kräfte, die einen Körper am gleichen Punkt angreifen, lassen sich zu einer resultierenden Kraft  $F_{\text{res}}$  zusammenfassen.

### Hilfe 2 – Beträge addieren:

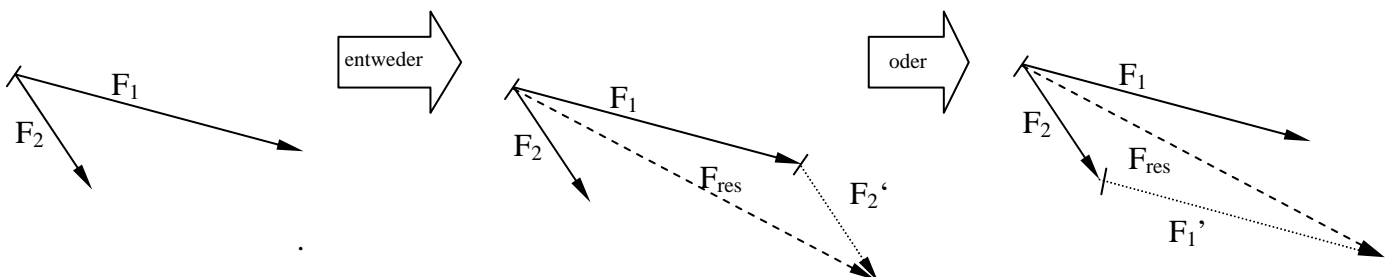
Nur bei gleich- oder sich entgegengerichteten Kräften ist deren Betrag einfach zu ermitteln, indem man die Beträge der einzelnen Kräfte ‚zahlenmäßig‘ addiert oder subtrahiert. **Über die Richtung der resultierenden Kraft sagt man dabei noch nichts aus!** Zudem muss man vorher überlegen, ob man denn addieren oder subtrahieren muss.



### Hilfe 3 – Vektoren addieren:

Wenn man eine graphische Addition vornimmt, bekommt man auch eine Aussage über die Richtung der Kraft und kann auch nichtparallele Kräfte zu einer „resultierenden“ Gesamtkraft zusammenfassen. Dazu zeichnet man die Kraftvektoren aneinander: an die Spitze des einen Vektors legt man die Basis des nächsten!

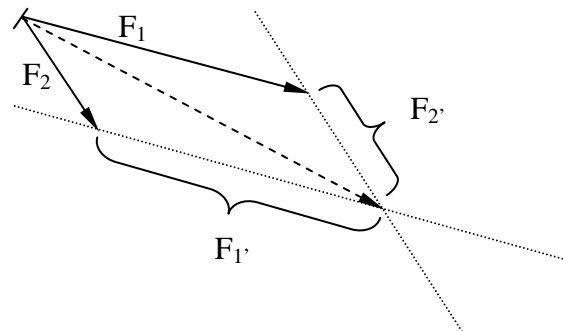
Zeichnet man nun einen Pfeil von der Basis des ersten Vektors zur Spitze des letzten, so erhält man zeichnerisch den Vektor der resultierenden Kraft (hier gestrichelt) und kann Richtung und Betrag ablesen. Das hört sich komplizierter an, als es ist:



Zeichnerisch ist das Ganze eine Parallelverschiebung, hier von  $F_2$  nach  $F_1$ .

#### Hilfe 4 – Kräfteparallelogramm:

Noch genauere Ergebnisse bekommst Du über das Zeichnen des kompletten Kräfteparallelogramms, da Du die Vektorlängen hier nicht messen musst:

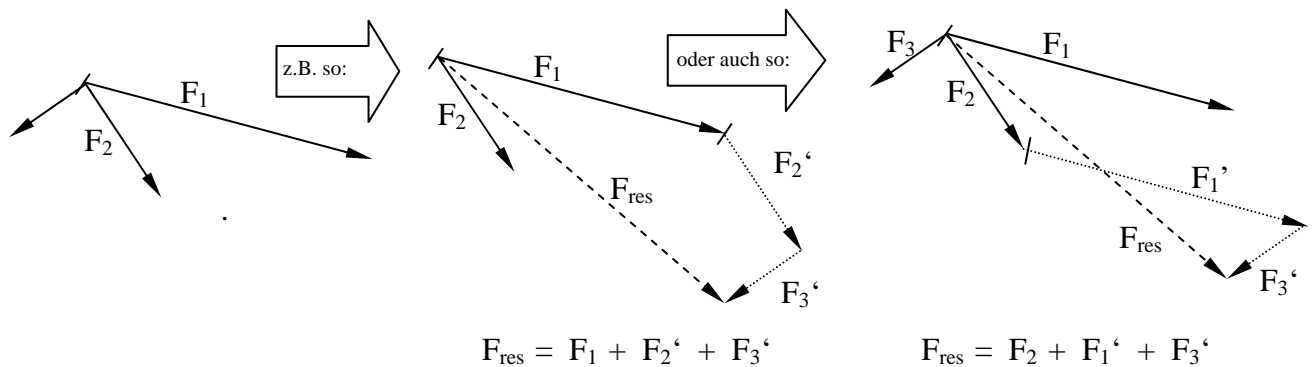


#### Hilfe 5 – Mehr als zwei Vektoren addieren:

Um mehrere Vektoren zu addieren, macht man im Grunde das Gleiche wie bei der normalen Vektoraddition – man reiht nur mehr Vektorpfeile aneinander – so, dass sie eine durchgehende Kette bilden. Dabei müssen die jeweilige Richtung und die Länge natürlich erhalten bleiben!

Man zeichnet also die Kraftvektoren durch möglichst sorgfältige Parallelverschiebung Stück für Stück aneinander: an die Spitze des einen Vektors legt man die Basis des nächsten! Die Reihenfolge ist dabei egal – es gibt also mehrere richtige Lösungen!

Zeichnet man am Ende einen Pfeil von der Basis des ersten Vektors zur Spitze des letzten, so erhält man zeichnerisch den Vektor der resultierenden Kraft – wie schon bei der „normalen“ Addition zweier Vektoren.



**Hilfe 6 – Lösungsfolie:**

