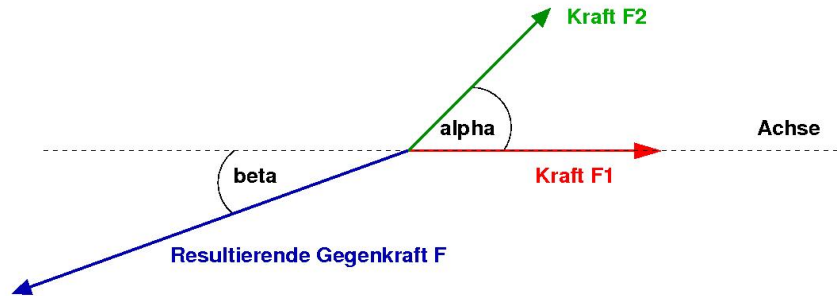
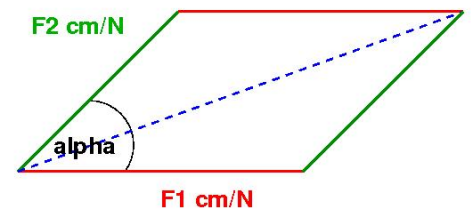


Welche Gegenkraft  $F$  wird benötigt um zwei Kräfte  $F_1$  und  $F_2$  auszugleichen, welche am selben Punkt angreifen, aber in verschiedene Richtungen wirken? (Beispiel: Zwei Hunde ziehen mit unterschiedlichen Kräften in verschiedene Richtungen.) Mit Hilfe von drei Kraftmessern (für  $F_1$ ,  $F_2$  und  $F$ ) und einem Geodreieck soll jeweils die Resultierende Gegenkraft  $F$  gemessen werden:



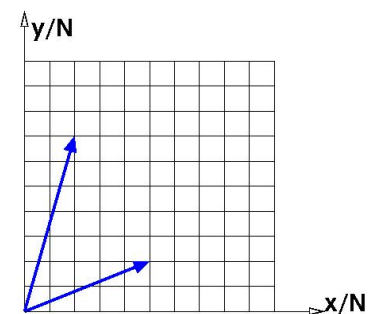
Die Achse kann dabei z.B. die Kante dieses DinA4 Blattes sein. Der Winkel  $\beta$  zwischen Achse und Gegenkraft  $F$  ergibt sich beim experimentieren automatisch, braucht aber nicht gemessen zu werden. Versuche zunächst den ersten Messwert zu reproduzieren (Spalte 1).

$F_1$	2N	4N	5N	3N	6N
$F_2$	3N	5N	7N	6N	4N
$\alpha$	55°	75°	60°	85°	
$F$	≈ 4,5N				



Zeichne zu jeder Messung ein Parallelogramm mit Winkel  $\alpha$ , wobei die Längen der Parallelen Seiten maßstäblich die Beträge der Kräfte  $F_1$  und  $F_2$  wiedergeben (1N entspricht 1cm). Wie lang sind die Diagonalen der Parallelogramme?

Die Kräfte können auch in einem Koordinatensystem dargestellt werden. Als Beispiel betrachten wir zwei Kräfte, die im Ursprung des Koordinatensystems angreifen: Die Spitzen der Pfeile zeigen auf die Punkte (5 | 2) und (2 | 7).



Man kann die Kraft-Pfeile auch als **Vektoren** schreiben:

$$\vec{F}_1 = \begin{pmatrix} 5N \\ 2N \end{pmatrix} \text{ und } \vec{F}_2 = \begin{pmatrix} 2N \\ 7N \end{pmatrix}$$

Durch welchen Vektor ist die resultierende Kraft  $\vec{F}$  gegeben?

1. Aufgabe:

- (a) Gegeben sind  $\vec{F}_1 = \begin{pmatrix} 3N \\ 9N \end{pmatrix}$  und  $\vec{F}_2 = \begin{pmatrix} 2N \\ 3N \end{pmatrix}$ . Berechne den resultierenden Kraftvektor  $\vec{F}$  und den Betrag  $F = |\vec{F}|$  dieser Kraft.

- (b) Berechne die Resultierende Kraft  $\vec{F}$  von  $\vec{F}_1 = \begin{pmatrix} -2N \\ 3N \\ 5, 1N \end{pmatrix}$ ,  $\vec{F}_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0, 4N \\ 12, 2N \end{pmatrix}$  und  $\vec{F}_3 = \begin{pmatrix} -2N \\ -2, 4N \\ 2, 7N \end{pmatrix}$

2. Aufgabe:

- (a) Jemand geht mit zwei Hunden spazieren, welche im Winkel von 50° mit 70N und 120N ziehen. Welche Kraft muss er aufwenden um die Hunde zu halten?
- (b) Ein Frachtschiff wird von zwei Schleppern mit je 10kN im Winkel von 60° gezogen.