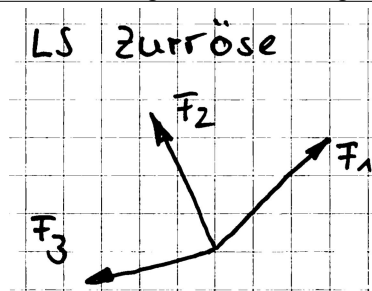




1) Zeichnerisches Zusammensetzen mehrerer Kräfte

Aufgabe 1: Auf eine Zurröse wirken die Kräfte $F_1 = 150\text{ N}$ mit $\alpha_1 = 45^\circ$, $F_2 = 250\text{ N}$ mit $\alpha_2 = 120^\circ$ und $F_3 = 350\text{ N}$ mit $\alpha_3 = 200^\circ$. Alle Winkel zählen von der x-Achse gegen den Uhrzeiger.

Ermitteln Sie die Richtung und den Betrag der Resultierenden F_R aus F_1 , F_2 und F_3 **zeichnerisch**.

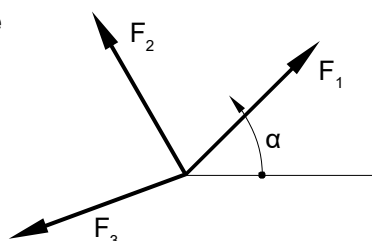


a) Mit der Lageskizze (LS) skizziert man, welche Kräfte überhaupt wirken. Dazu wählt man eine Baugruppe (BG) aus und trägt überall dort Kräfte ein, wo die BG Kontakt mit dem Rest der Welt (RdW) hat.

Dieses sogenannte „Freimachen“ löst die Aufgabe von der Technik und reduziert sie auf Kräfte.

Eine LS ist sozusagen das „Gegeben und Gesucht“ einer Aufgabe. Es gibt kein Lösen von Statikaufgaben ohne Freimachen.

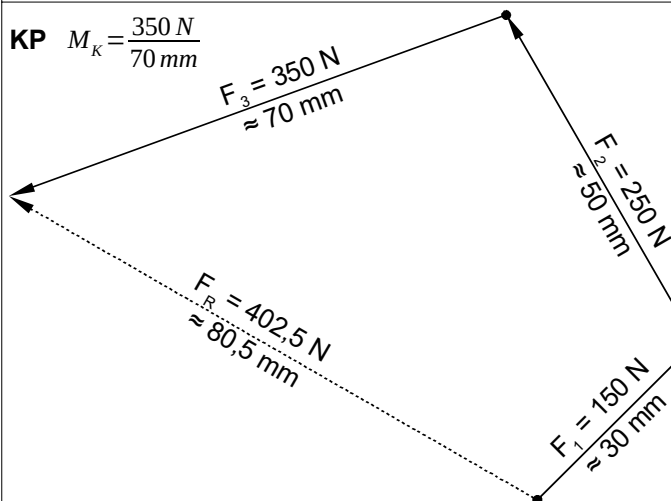
LP Zurröse



b) Die LS ist eine Skizze ohne feste Regeln, damit man den Kopf frei hat für das Freimachen.

Dagegen bereitet der Lageplan (LP) die zeichnerische Lösung vor: Im LP müssen die Kräfte im richtigen Winkel gezeichnet sein. Die Richtung wird so eingetragen, wie der RdW auf die BG wirkt. Für unbekannte Kräfte (\rightarrow Aufg. 2) genügt die Wirklinie (WL) ohne Richtung.

KP $M_K = \frac{350\text{ N}}{70\text{ mm}}$



c) Der Kräfteplan (KP) ist die zeichnerische Variante der Gleichgewichtsbedingung $\Sigma F = 0 \rightarrow$ Im KP müssen alle Kräfte zusammen ein geschlossenes Vieleck ergeben.

Den Betrag der Kräfte stellt man durch die Länge der Pfeile dar, man muss also einen Kräftemaßstab M_K wählen. Die Richtung der Kräfte holt man sich per Parallelverschiebung aus dem LP, wer sie erst im KP misst, macht erfahrungsgemäß viele Fehler!

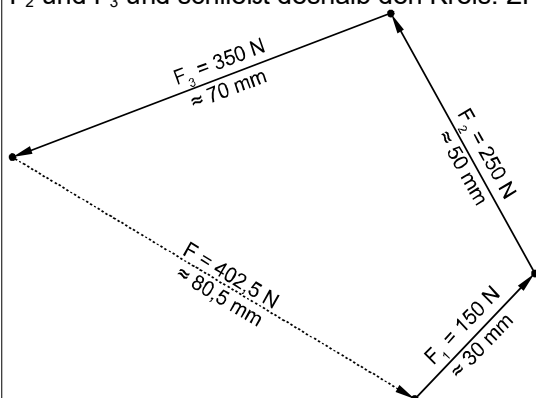
Die Kräfte werden in beliebiger Reihenfolge hintereinander gekettet, d.h. Kraft 2 beginnt an der Pfeilspitze von Kraft 1 oder umgekehrt.

Je nach Aufgabenstellung trägt man die resultierende Kraft F_R oder die Gegenkraft F ein. Sie unterscheiden sich in der Richtung, haben aber den gleichen Betrag (\rightarrow Länge messen und umrechnen mit M_K).

Einen Winkel muss man nicht angeben, aber die Richtung der Kräfte durch Pfeile.

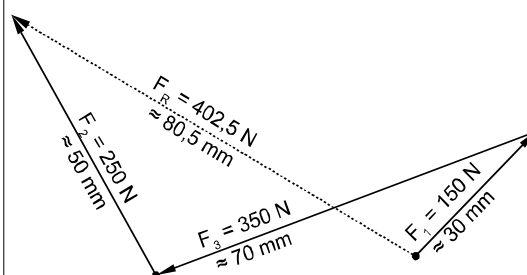
Varianten (verkleinert)

Gleiche Reihenfolge F_1, F_2, F_3 mit **Gegenkraft F**. Die Gegenkraft hält das statische Gleichgewicht zu F_1, F_2 und F_3 und schließt deshalb den Kreis: $\Sigma F = 0$.



Beachten Sie: Die Gegenkraft F ist entgegen der Resultierenden F_R gerichtet, aber sonst gleich.

Andere Reihenfolge F_1, F_3, F_2 mit **Ersatzkraft FR**. Die Resultierende F_R hat die gleiche Wirkung wie F_1, F_2 und F_3 zusammen und heißt deshalb auch Ersatzkraft. Sie ist die „Abkürzung“ der Pfeilkette.



Beachten Sie: Die Reihenfolge der Kräfte im KP hat keinen Einfluss auf das Ergebnis.

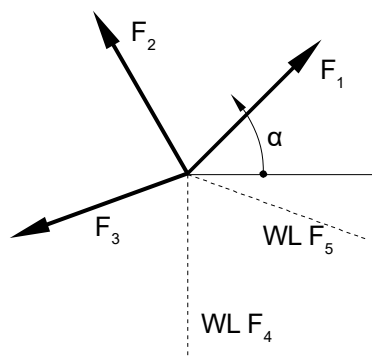


2) Zeichnerisches Zerlegen einer Kraft auf zwei Wirklinien

Aufgabe 2: Die Zurröse aus 1 wird mit zwei Streben im Winkel von $\alpha_4 = 270^\circ$ (F_4) und $\alpha_5 = 340^\circ$ (F_5) abgestützt. Ermitteln Sie die Beträge der Kräfte F_4 und F_5 in den Streben **zeichnerisch**, wenn die resultierende Kraft F_R aus Aufgabe 1 vollständig aufgenommen wird.

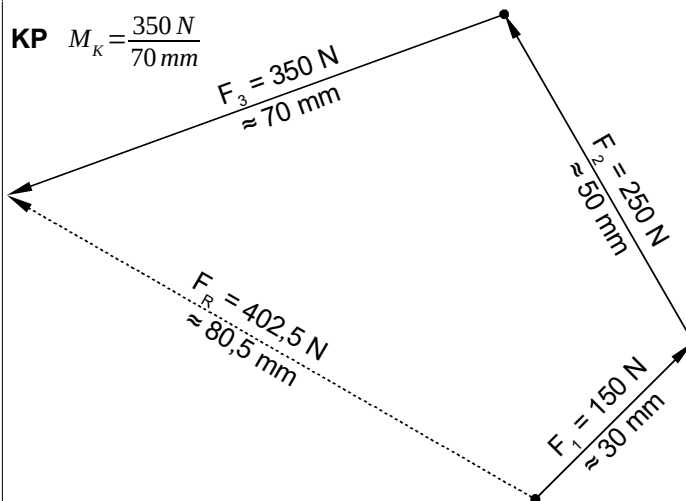
a) Zeichnen Sie den Lageplan wie in Aufg. 1, diesmal mit den WL der gesuchten Kräfte ohne Richtungspfeil.

LP Zurröse



Zeichnen Sie die WL auf die Seite, wo sich auch die realen Bauteile befinden, die die Kräfte aufnehmen. (→ Zug oder Druck?)

b) Setzen Sie alle bekannten Kräfte zusammen wie in Aufgabe 1. Wenn nur eine Kraft gegeben ist, ist diese F_R .

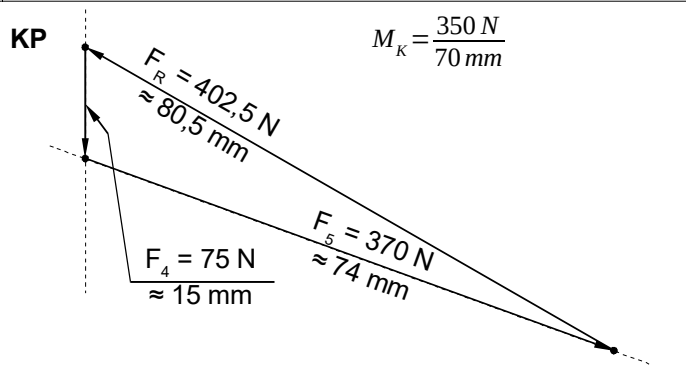


c) Verschieben Sie eine WL durch den Anfang von F_R , die andere WL durch das Ende von F_R .

Am Schnittpunkt der WL hört die eine gesuchte Kraft auf und fängt die andere an.

F_R gibt die Richtung der gesuchten Kräfte vor → alle Kräfte bilden einen geschlossenen Kreis: $\Sigma F = 0$.

Die Beträge der gesuchten Kräfte erhält man wieder durch Messen der Länge der Pfeile und Umrechnen mit M_K .

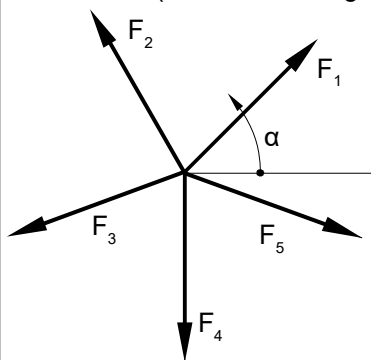


Zug oder Druck?

Das erfährt man erst, wenn man die Richtungen der gesuchten Kräfte wieder aus dem KP in den LP überträgt – auf der Seite der realen Bauteile.

Wirken die Kräfte von der freigemachten BG weg, handelt es sich um Zug, sonst ist es Druck.

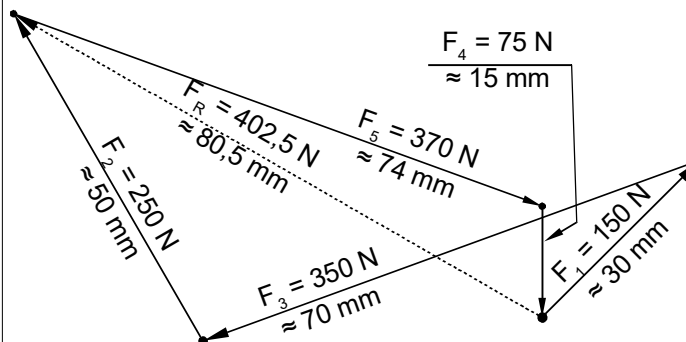
LP Zurröse (mit Krafrichtungen aus dem KP)



Bei F_4 und F_5 handelt es sich um Zugkräfte, da sie von der Zurröse weg ziehen.

Variante

KP $M_K = \frac{350 \text{ N}}{70 \text{ mm}}$



Andere Reihenfolgen der Kräfte und Wirklinien haben keine Auswirkungen auf das Ergebnis. Man kann das Zusammensetzen der bekannten Kräfte und das Zerlegen auf die WL in einen KP zeichnen.

Übungsaufgaben: https://ulrich-rapp.de/stoff/statik/Statik_Ub_zentral.pdf