

Mechanik und Tragkonstruktion

Zentrales Kraftsystem

Inhalt Mechanik und Tragkonstruktion

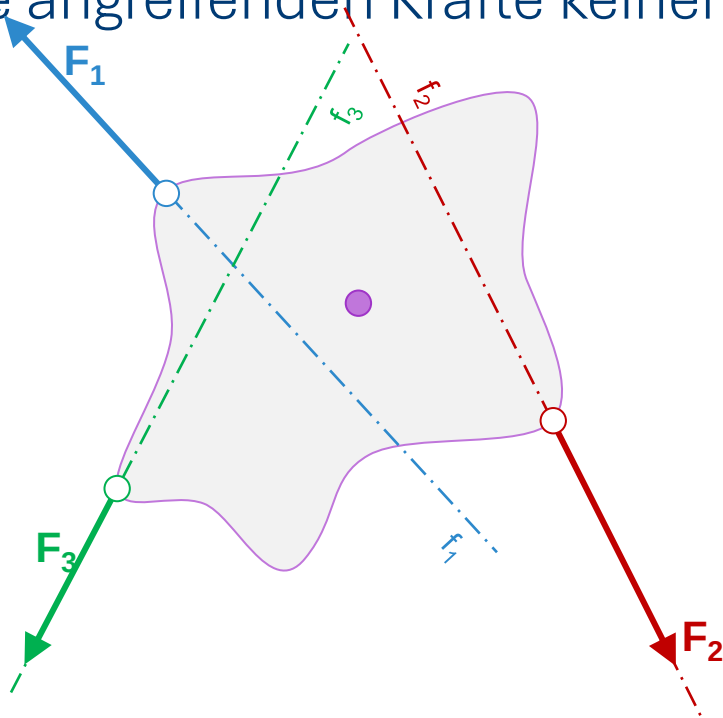
1. Grundbegriffe/Herangehensweise an eine Planungsaufgabe/Beanspruchungen
2. Zentrales Kraftsystem
3. Allgemeines Kraftsystem
4. Auflager / Tragwerke
5. Biegeträger – Schnittkräfte
6. Festigkeitslehre – Querschnittskennwerte, Berechnung von Spannungen, Verformungen
7. Stabilität

Allgemeines Kraftsystem | Inhalt heute

- Definition allgemeines Kraftsystem
- Das Moment
- Resultierendes Moment
- Gleichgewicht im allgemeinen Kraftsystem

Allgemeines Kraftsystem | Definition

Das allgemeine Kraftsystem umfasst alle die Belastungszustände eines Körpers, bei denen die angreifenden Kräfte keinen gemeinsamen Angriffspunkt besitzen.

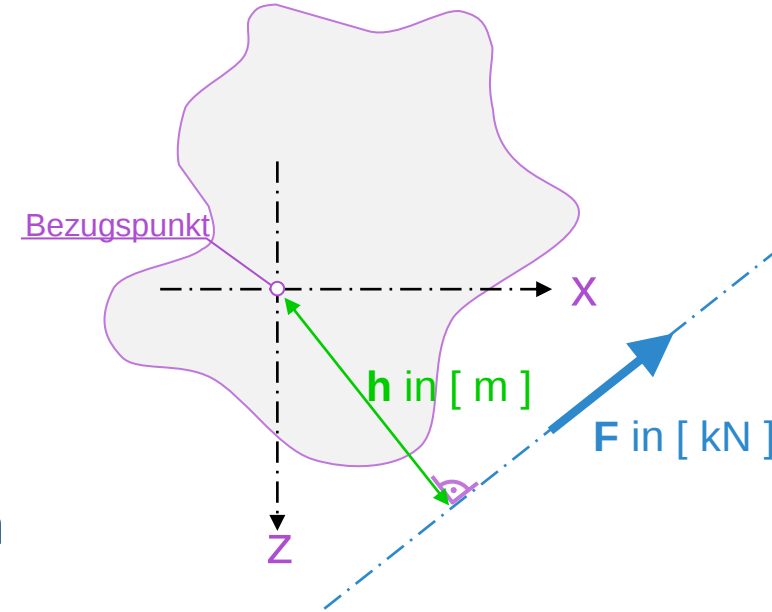


Allgemeines Kraftsystem | Das Moment

- Allgemeines
 - Physikalische Größe zur Beschreibung der DrehWirkung von Kräften auf Körper
 - Beispiel: Drehmoment
 - Nur die Wirkung des Moments ist sichtbar, das Moment selbst nicht
 - Physikalische Einheit (SI-Einheit)
Newtonmeter Nm $1000Nm = 1kNm$

Allgemeines Kraftsystem | Das Moment

- Darstellung / Bestimmungsgrößen
 - Darstellung als
 - gebogener Pfeil in der Ebene 
 - Pfeil mit Doppelspitze im Raum 
- Bezeichnung mit Großbuchstaben (z.B. M_a = „Moment um den Punkt a“) Momente sind in der Ebene definiert durch
 - Betrag / Größe in [Nm] oder [kNm]
 - Drehrichtung (mit / gegen Uhrzeigersinn)
 - Bezugspunkt



Allgemeines Kraftsystem | Das Moment

- Berechnung

$$\mathbf{M} = \mathbf{Kraft} \cdot \mathbf{Hebelarm} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{h}$$

mit: $F = \text{Kraft in kN}$

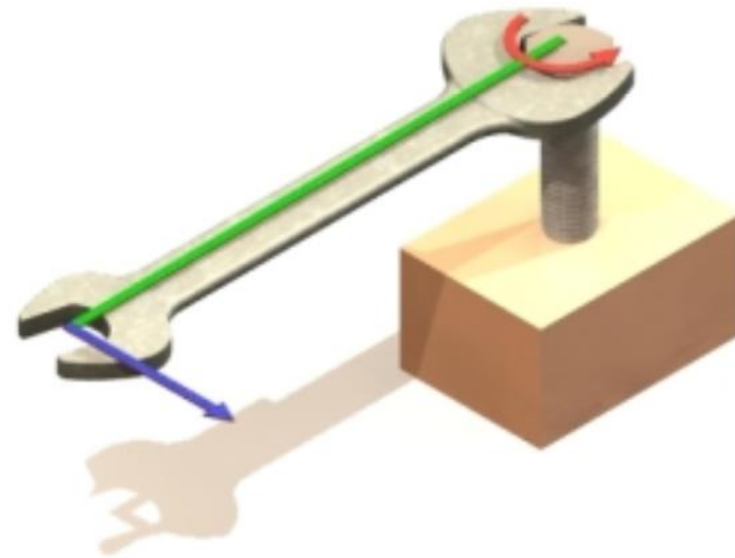
$h = \text{Hebelarm in m}$

Beispiel:

$$F = 2\text{kN}$$

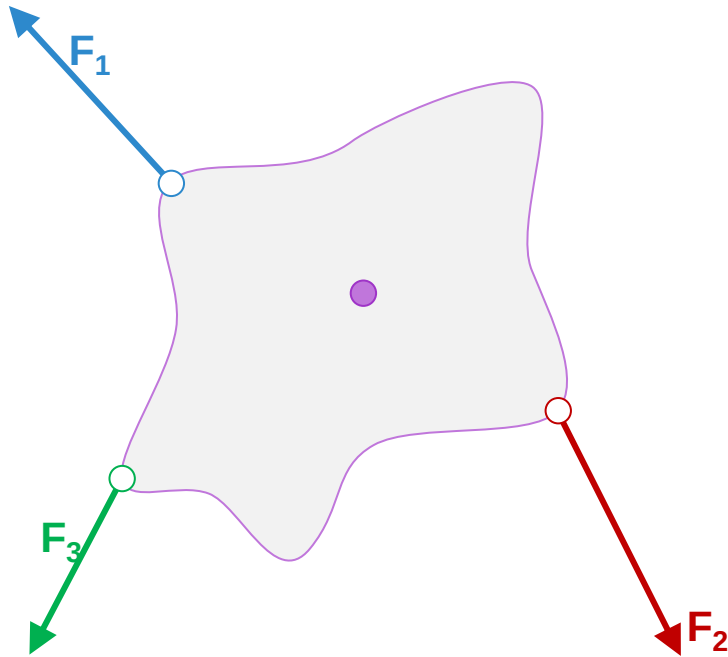
$$h = 0,2\text{m}$$

$$\overset{\curvearrowright}{\mathbf{M}} = 2\text{kN} \cdot 0,2\text{m} = 0,4\text{kNm} = 400\text{Nm}$$



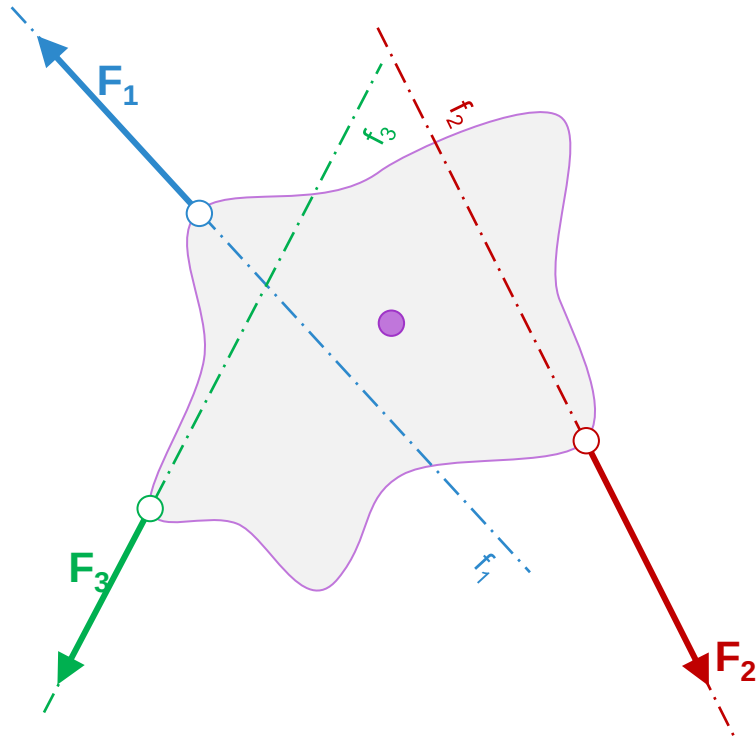
Allgemeines Kraftsystem | Resultierendes Moment

Mittels Hebelarmen der Wirkungslinien



Allgemeines Kraftsystem | Resultierendes Moment

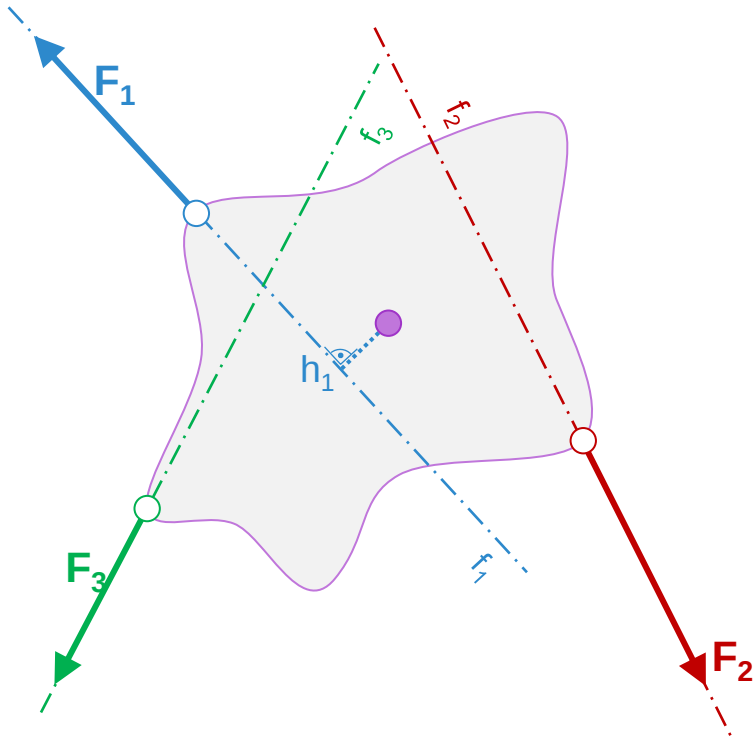
Mittels Hebelarmen der Wirkungslinien



Allgemeines Kraftsystem

Resultierendes Moment

Mittels Hebelarmen der Wirkungslinien

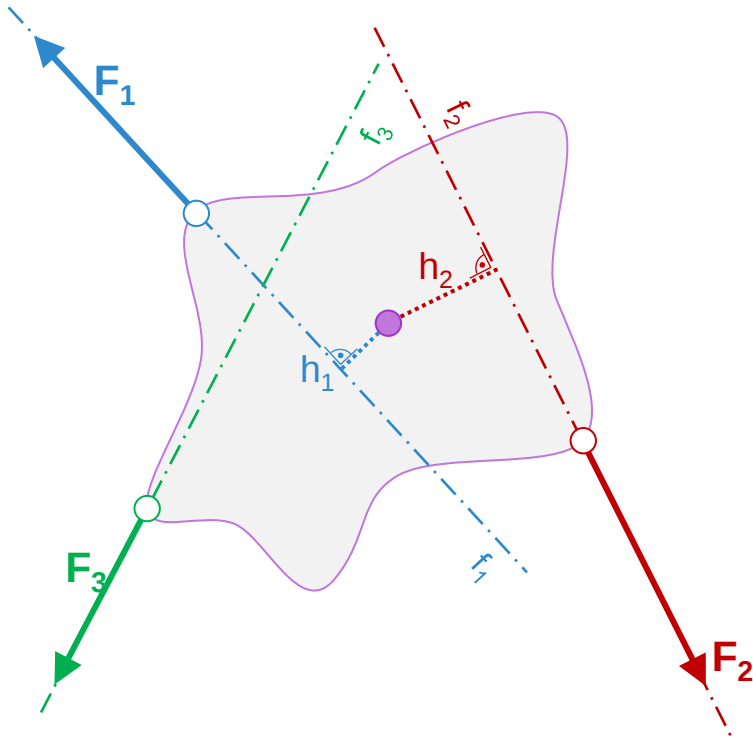


$$\overset{\curvearrowleft}{M}_R = -F_1 \cdot h_1$$

Allgemeines Kraftsystem

Resultierendes Moment

Mittels Hebelarmen der Wirkungslinien

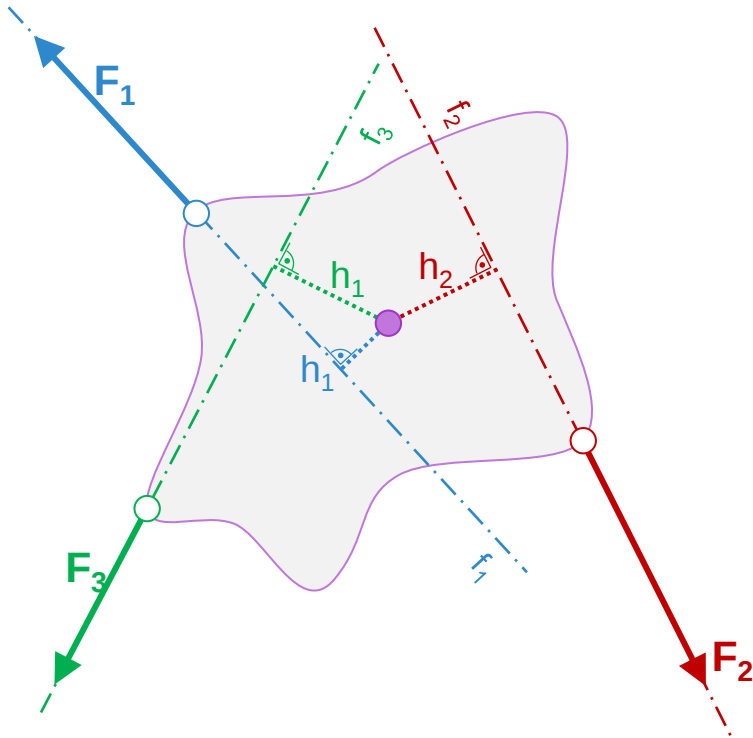


$$\overset{\curvearrowleft}{M}_R = -F_1 \cdot h_1 - F_2 \cdot h_2$$

Allgemeines Kraftsystem

Resultierendes Moment

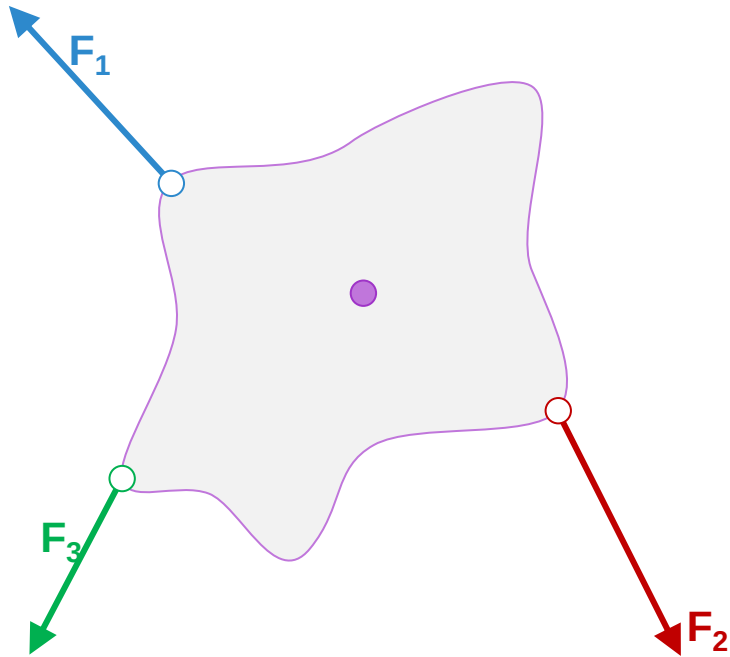
Mittels Hebelarmen der Wirkungslinien



$$\overset{\curvearrowleft}{M}_R = -F_1 \cdot h_1 - F_2 \cdot h_2 + F_3 \cdot h_3$$

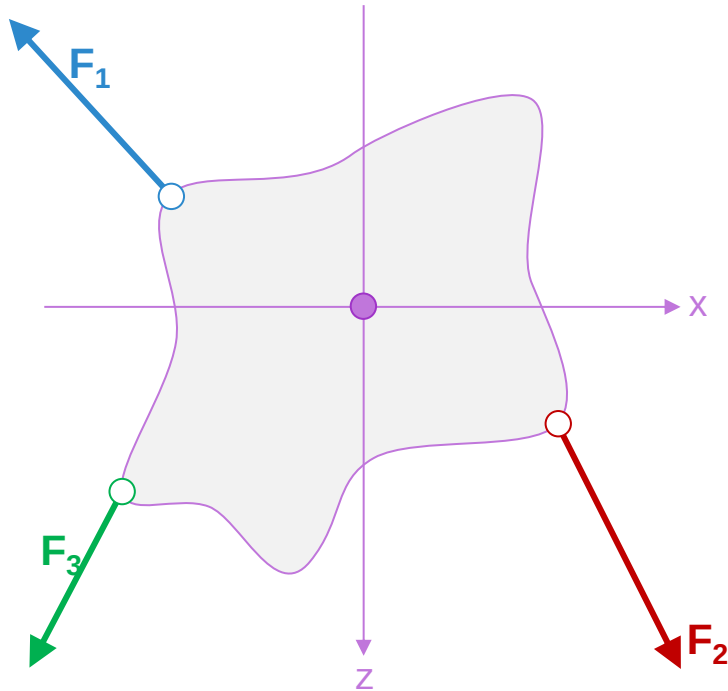
Allgemeines Kraftsystem | Resultierendes Moment

Mittels Komponenten in x und z



Allgemeines Kraftsystem | Resultierendes Moment

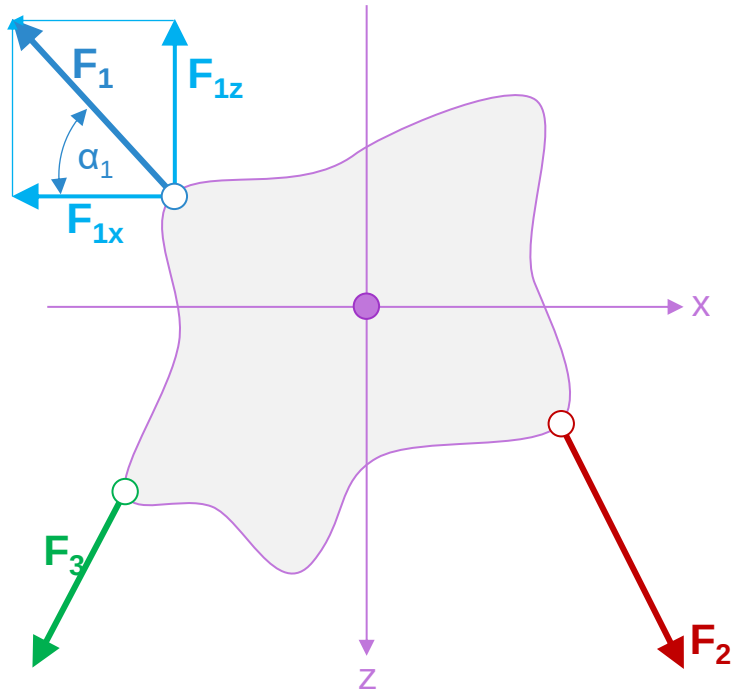
Mittels Komponenten in x und z



Allgemeines Kraftsystem

Resultierendes Moment

Mittels Komponenten in x und z



$$\begin{aligned}\overrightarrow{R_x} &= -F_{1x} \\ \overrightarrow{R_x} &= -\cos \alpha_1 \cdot F_1\end{aligned}$$

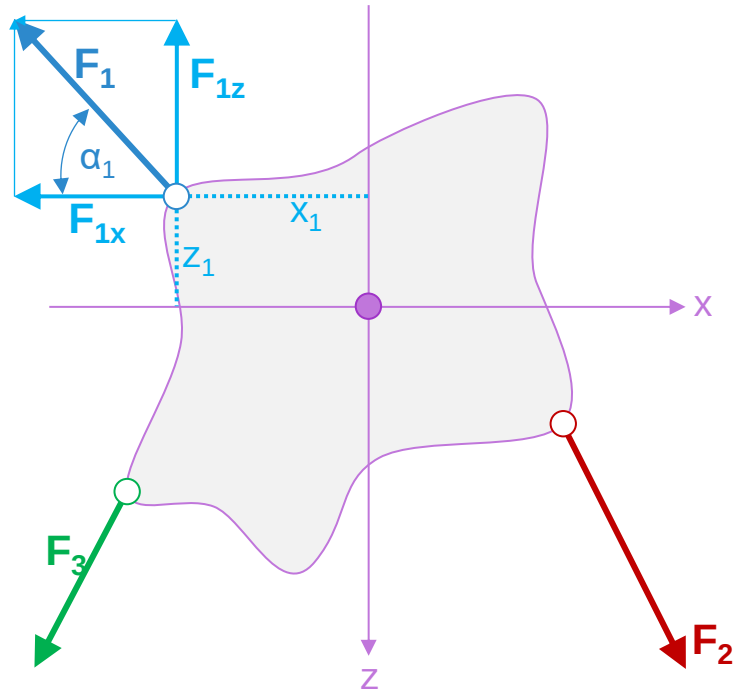
$$\begin{aligned}\downarrow R_z &= -F_{1z} \\ \downarrow R_z &= -\sin \alpha_1 \cdot F_1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F_{1x} &= \cos \alpha_1 \cdot F_1 \\ F_{1z} &= \sin \alpha_1 \cdot F_1\end{aligned}$$

Allgemeines Kraftsystem

Resultierendes Moment

Mittels Komponenten in x und z



$$\begin{aligned}\overrightarrow{R_x} &= -F_{1x} \\ \overrightarrow{R_x} &= -\cos \alpha_1 \cdot F_1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\downarrow R_z &= -F_{1z} \\ \downarrow R_z &= -\sin \alpha_1 \cdot F_1\end{aligned}$$

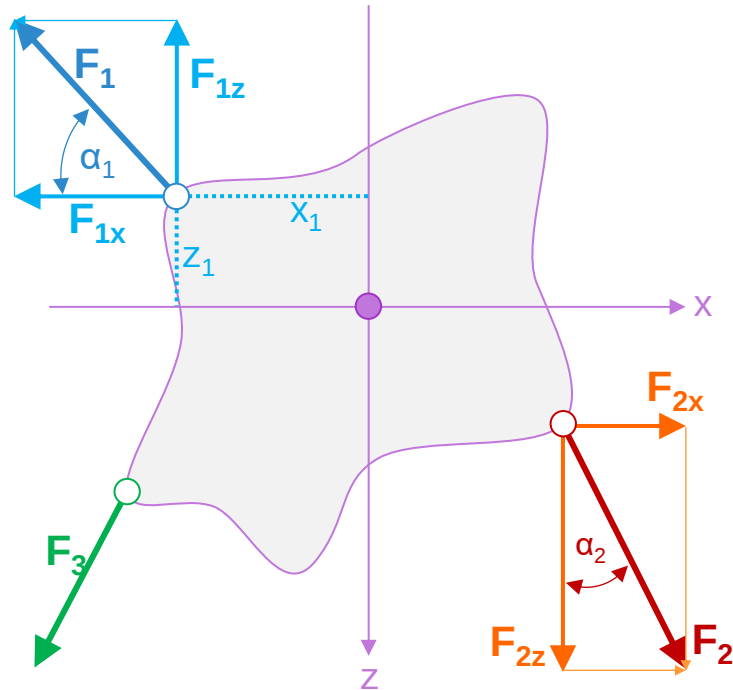
$$\curvearrowright M_R = +F_{1x} \cdot z_1 - F_{1z} \cdot x_1$$

$$\begin{aligned}F_{1x} &= \cos \alpha_1 \cdot F_1 \\ F_{1z} &= \sin \alpha_1 \cdot F_1\end{aligned}$$

Allgemeines Kraftsystem

Resultierendes Moment

Mittels Komponenten in x und z



$$\begin{aligned}\overrightarrow{R_x} &= -F_{1x} + F_{2x} \\ \overline{R_x} &= -\cos \alpha_1 \cdot F_1 + \sin \alpha_2 \cdot F_2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\downarrow R_z &= -F_{1z} + F_{2z} \\ \downarrow R_z &= -\sin \alpha_1 \cdot F_1 + \cos \alpha_2 \cdot F_2\end{aligned}$$

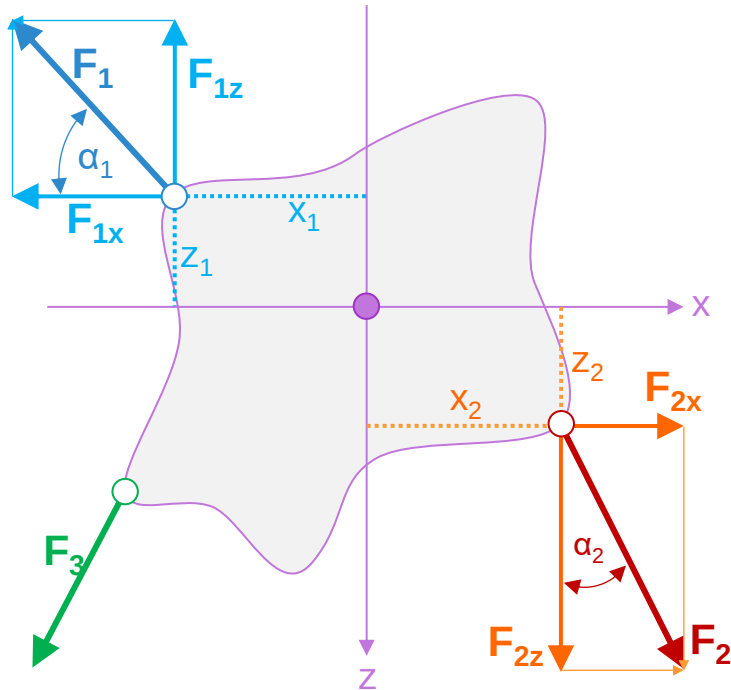
$$\curvearrowright M_R = +F_{1x} \cdot z_1 - F_{1z} \cdot x_1$$

$$\begin{aligned}F_{1x} &= \cos \alpha_1 \cdot F_1 & F_{2x} &= \sin \alpha_2 \cdot F_2 \\ F_{1z} &= \sin \alpha_1 \cdot F_1 & F_{2z} &= \cos \alpha_2 \cdot F_2\end{aligned}$$

Allgemeines Kraftsystem

Resultierendes Moment

Mittels Komponenten in x und z



$$\begin{aligned}\overrightarrow{R_x} &= -F_{1x} + F_{2x} \\ \overline{R_x} &= -\cos \alpha_1 \cdot F_1 + \sin \alpha_2 \cdot F_2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\downarrow R_z &= -F_{1z} + F_{2z} \\ \downarrow R_z &= -\sin \alpha_1 \cdot F_1 + \cos \alpha_2 \cdot F_2\end{aligned}$$

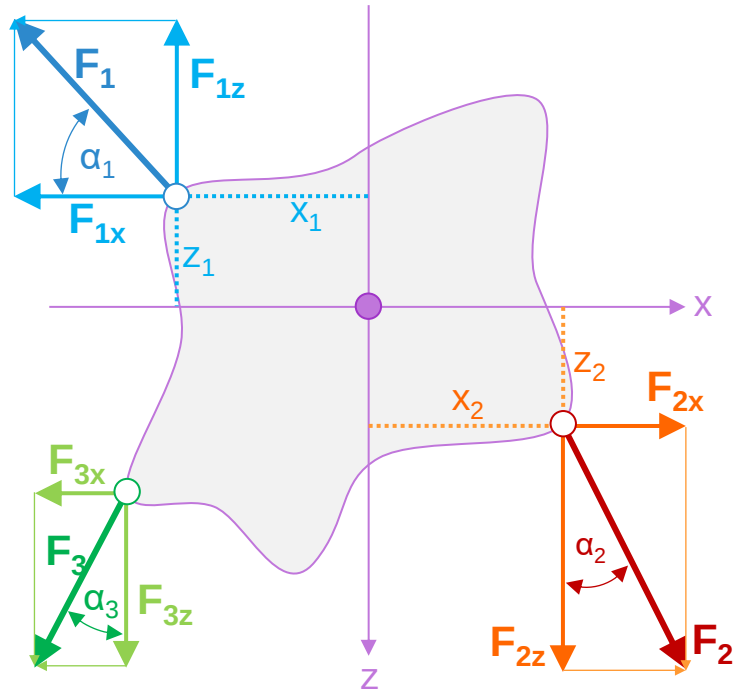
$$\curvearrowleft M_R = +F_{1x} \cdot z_1 - F_{1z} \cdot x_1 + F_{2x} \cdot z_2 - F_{2z} \cdot x_2$$

$$\begin{aligned}F_{1x} &= \cos \alpha_1 \cdot F_1 & F_{2x} &= \sin \alpha_2 \cdot F_2 \\ F_{1z} &= \sin \alpha_1 \cdot F_1 & F_{2z} &= \cos \alpha_2 \cdot F_2\end{aligned}$$

Allgemeines Kraftsystem

Resultierendes Moment

Mittels Komponenten in x und z



$$\begin{aligned}\overrightarrow{R_x} &= -F_{1x} + F_{2x} - F_{3x} \\ \overline{R_x} &= -\cos \alpha_1 \cdot F_1 + \sin \alpha_2 \cdot F_2 - \sin \alpha_3 \cdot F_3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\downarrow R_z &= -F_{1z} + F_{2z} + F_{3z} \\ \downarrow R_z &= -\sin \alpha_1 \cdot F_1 + \cos \alpha_2 \cdot F_2 + \cos \alpha_3 \cdot F_3\end{aligned}$$

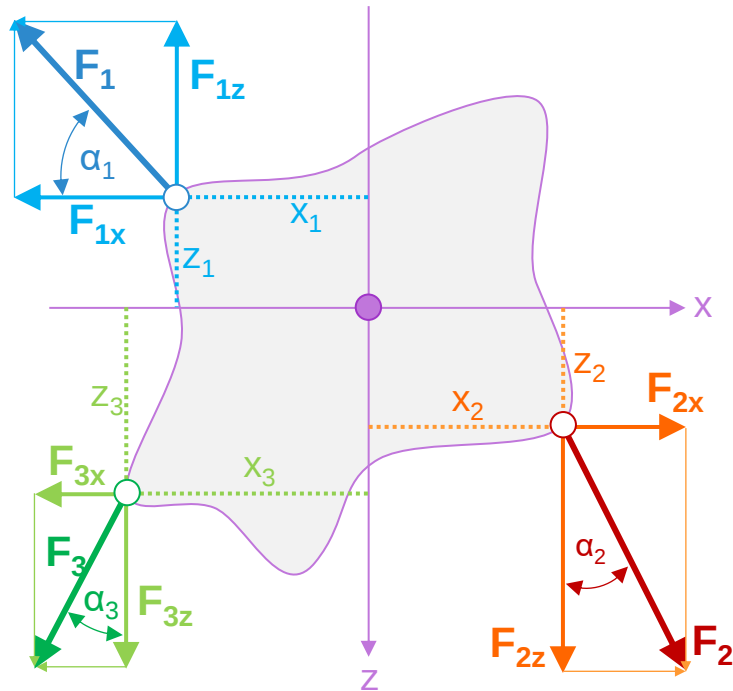
$$\curvearrowright M_R = +F_{1x} \cdot z_1 - F_{1z} \cdot x_1 + F_{2x} \cdot z_2 - F_{2z} \cdot x_2$$

$$\begin{array}{lll} F_{1x} = \cos \alpha_1 \cdot F_1 & F_{2x} = \sin \alpha_2 \cdot F_2 & F_{3x} = \sin \alpha_3 \cdot F_3 \\ F_{1z} = \sin \alpha_1 \cdot F_1 & F_{2z} = \cos \alpha_2 \cdot F_2 & F_{3z} = \cos \alpha_3 \cdot F_3 \end{array}$$

Allgemeines Kraftsystem

Resultierendes Moment

Mittels Komponenten in x und z



$$\begin{aligned}\overrightarrow{R_x} &= -F_{1x} + F_{2x} - F_{3x} \\ \overline{R_x} &= -\cos \alpha_1 \cdot F_1 + \sin \alpha_2 \cdot F_2 - \sin \alpha_3 \cdot F_3\end{aligned}$$

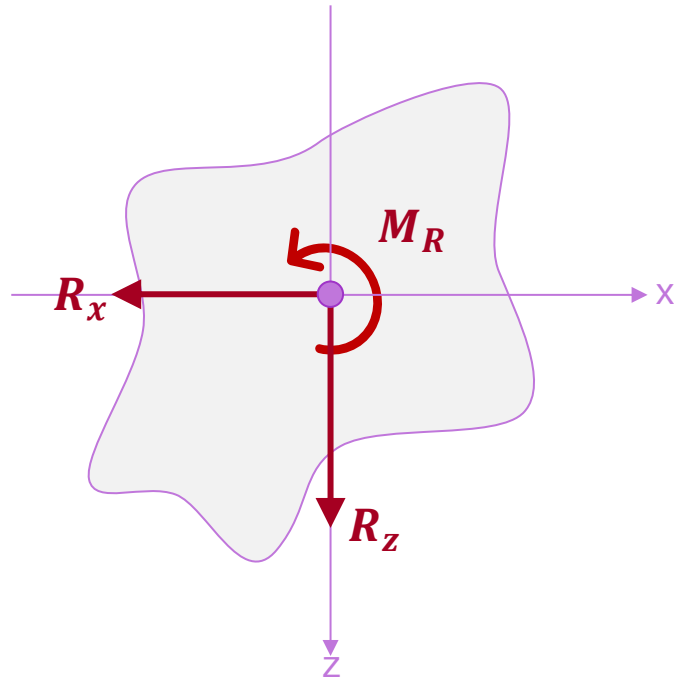
$$\begin{aligned}\downarrow R_z &= -F_{1z} + F_{2z} + F_{3z} \\ \downarrow R_z &= -\sin \alpha_1 \cdot F_1 + \cos \alpha_2 \cdot F_2 + \cos \alpha_3 \cdot F_3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\curvearrowleft M_R &= +F_{1x} \cdot z_1 - F_{1z} \cdot x_1 + F_{2x} \cdot z_2 - F_{2z} \cdot x_2 \\ &\quad - F_{3x} \cdot z_3 + F_{3z} \cdot x_3\end{aligned}$$

$$\begin{array}{lll} F_{1x} = \cos \alpha_1 \cdot F_1 & F_{2x} = \sin \alpha_2 \cdot F_2 & F_{3x} = \sin \alpha_3 \cdot F_3 \\ F_{1z} = \sin \alpha_1 \cdot F_1 & F_{2z} = \cos \alpha_2 \cdot F_2 & F_{3z} = \cos \alpha_3 \cdot F_3 \end{array}$$

Allgemeines Kraftsystem | Resultierendes Moment

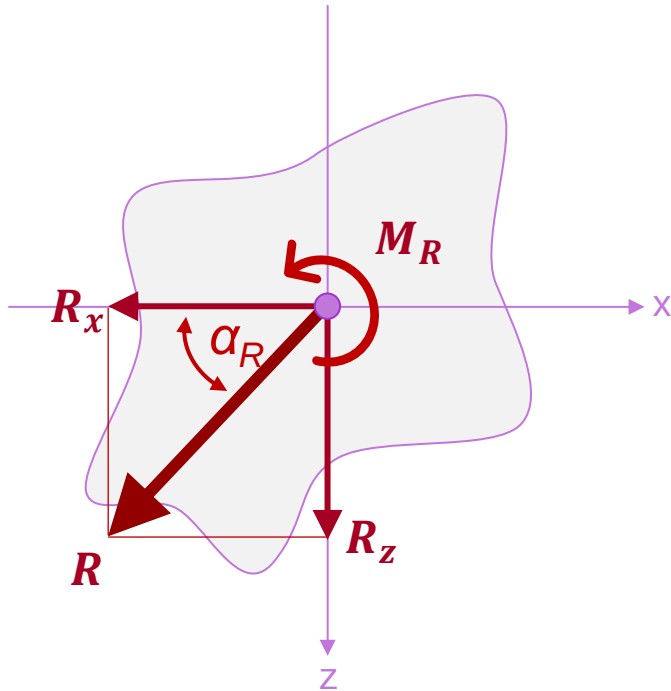
Mittels Komponenten in x und z



Allgemeines Kraftsystem

Resultierendes Moment

Mittels Komponenten in x und z



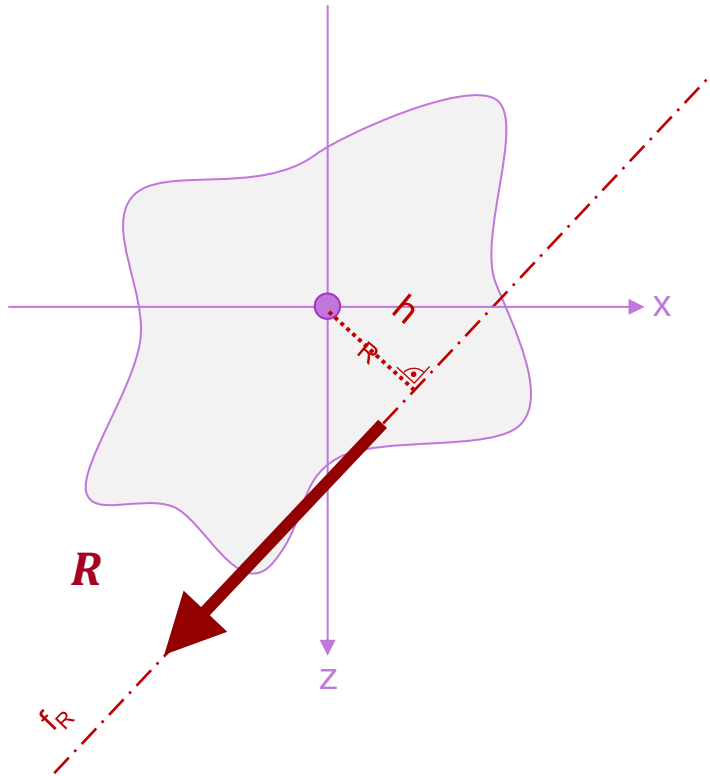
$$R = \sqrt{R_x^2 + R_z^2}$$

$$\alpha_R = \arctan \frac{|R_z|}{|R_x|}$$

Allgemeines Kraftsystem

Resultierendes Moment

Mittels Komponenten in x und z



$$R = \sqrt{R_x^2 + R_z^2}$$

$$\alpha_R = \arctan \frac{|R_z|}{|R_x|}$$

$$|h_R| = \frac{|M_R|}{|R|}$$

Allgemeines Kraftsystem | Resultierende

BEISPIEL 3.1 – KRANFUNDAMENT

Allgemeines Kraftsystem | Resultierende

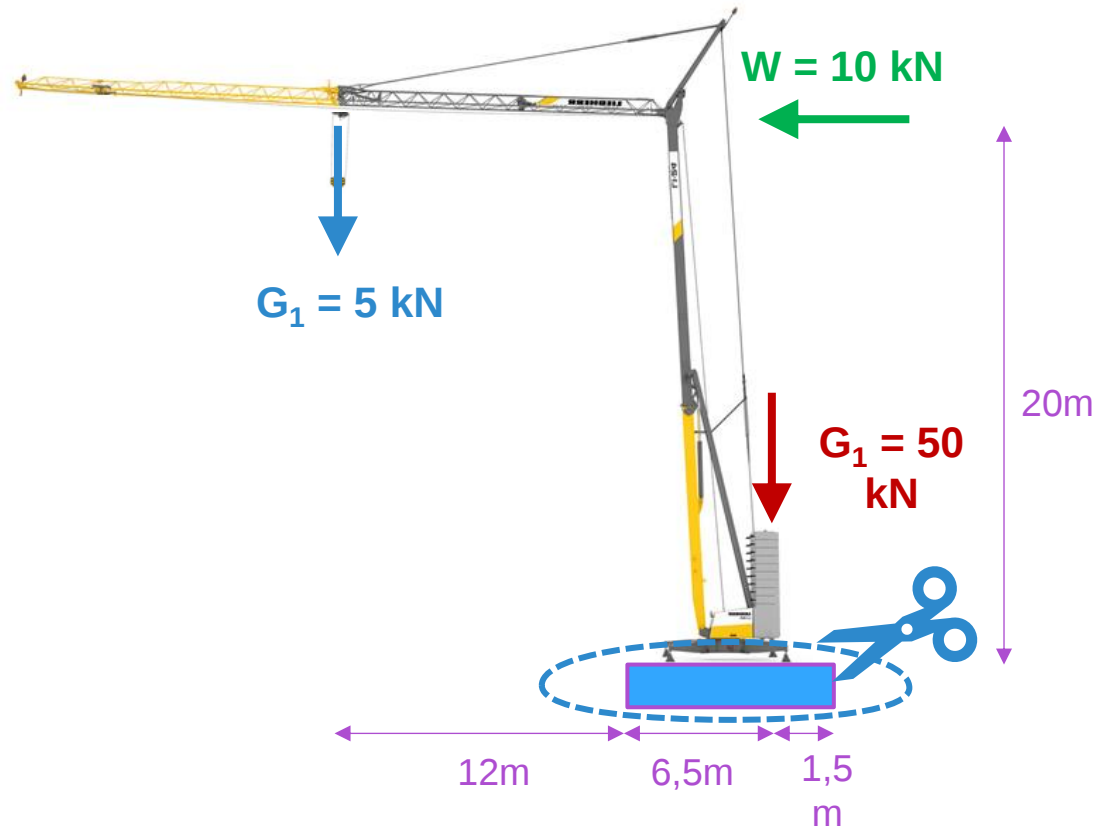
BEISPIEL 3.1 – KRANFUNDAMENT

Gesucht:

Resultierende in Bezug auf die

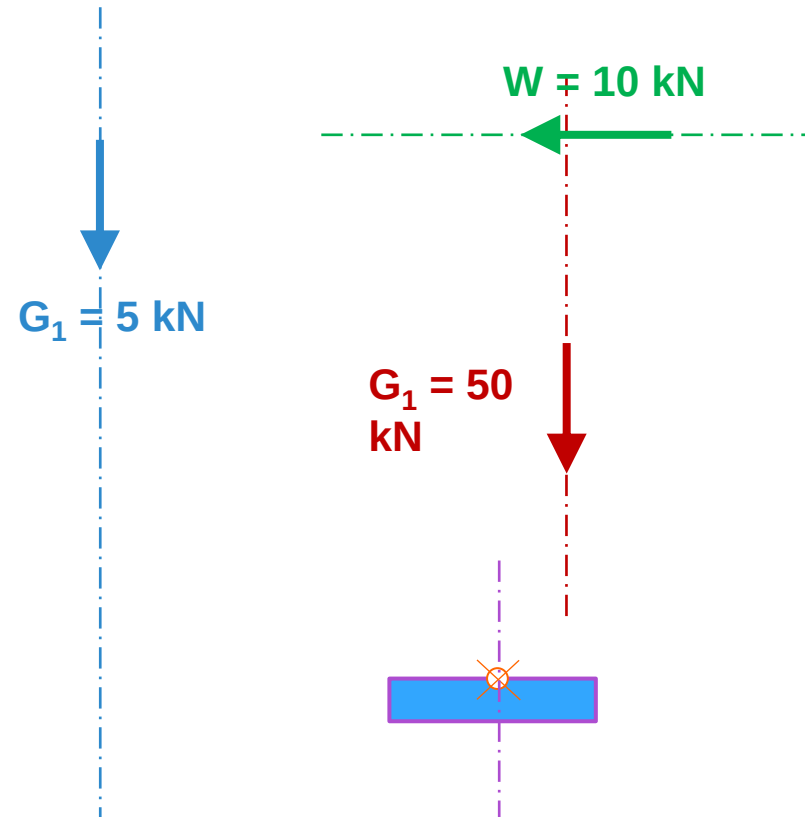
Mitte der Oberkante des

Kranfundaments



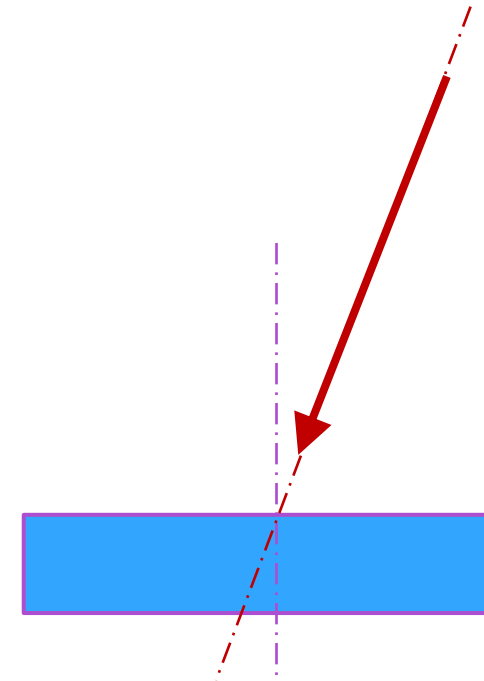
Allgemeines Kraftsystem | Resultierende

BEISPIEL 3.1 – KRANFUNDAMENT



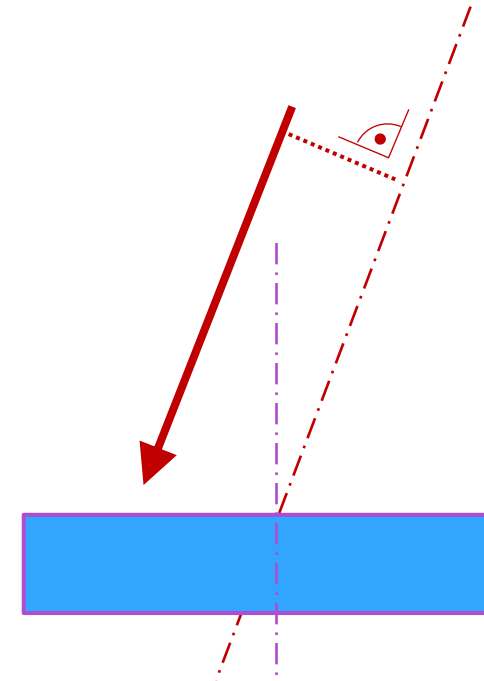
Allgemeines Kraftsystem | Resultierende

BEISPIEL 3.1 – KRANFUNDAMENT



Allgemeines Kraftsystem | Resultierende

BEISPIEL 3.1 – KRANFUNDAMENT



Allgemeines Kraftsystem | Gleichgewicht

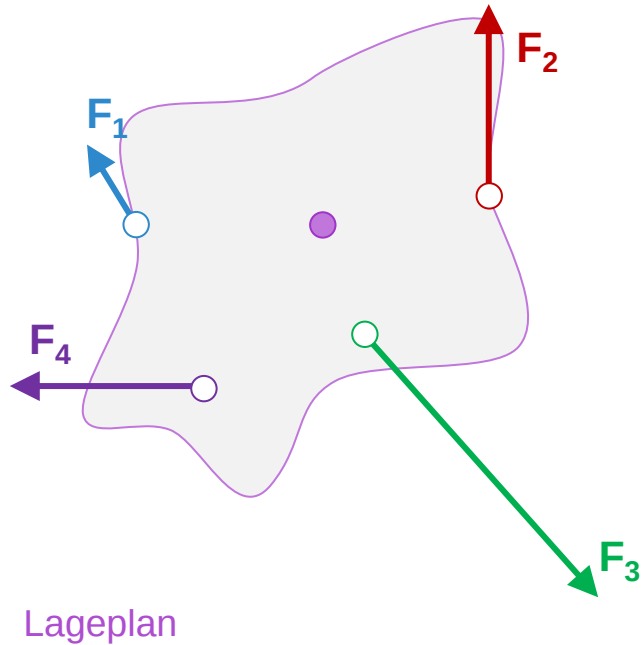
ALLGEMEINES

Ein Körper im zentralen Kraftsystem befindet sich im Gleichgewicht, wenn die Resultierende R und das resultierende Moment M_R aller Kräfte F_i auf diesen Körper null wird.

Allgemeines Kraftsystem | Gleichgewicht

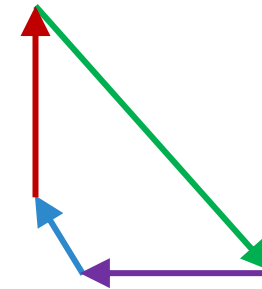
ALLGEMEINES

Ein Körper im zentralen Kraftsystem befindet sich im Gleichgewicht, wenn die Resultierende R und das resultierende Moment M_R aller Kräfte F_i auf diesen Körper null wird.



Der Kräfteplan ist geschlossen.
Die Resultierende ist Null:

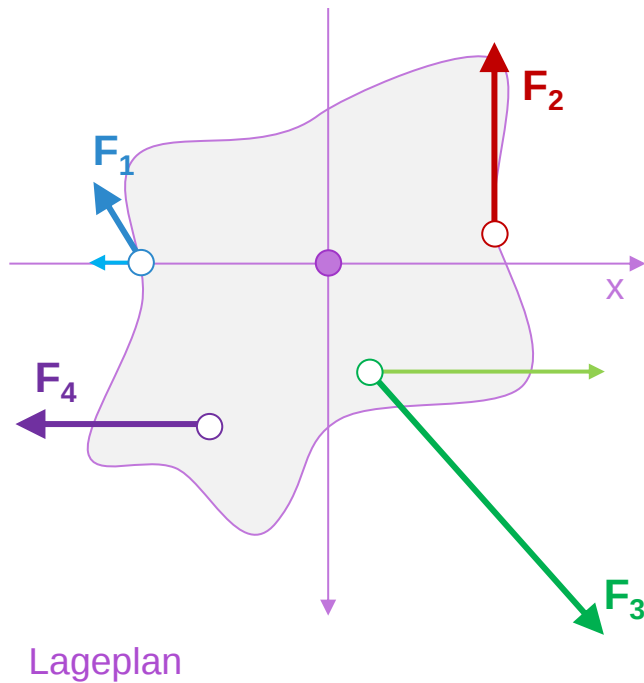
$$R = \sum F_i = 0$$



Kräfteplan: M 1cm $\triangleq$ x kN

Allgemeines Kraftsystem | Gleichgewicht

- ALLGEMEINES
- Ein Körper im zentralen Kraftsystem befindet sich im Gleichgewicht, wenn die Resultierende R und das resultierende Moment M_R aller Kräfte F_i auf diesen Körper null wird.

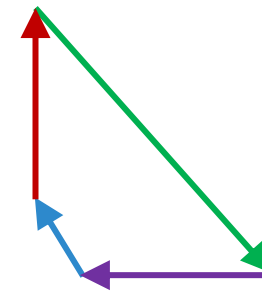


Die Summe der x- und z-Komponenten sind jeweils Null:

$$\sum F_{i,x} = 0$$

Der Kräfteplan ist geschlossen.
Die Resultierende ist Null:

$$R = \sum F_i = 0$$

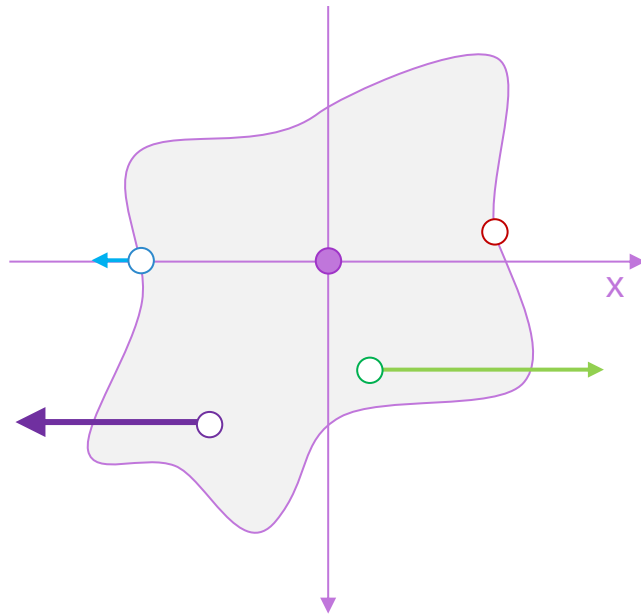


Kräfteplan: M 1cm $\triangleq$ x kN

Allgemeines Kraftsystem | Gleichgewicht

ALLGEMEINES

Ein Körper im zentralen Kraftsystem befindet sich im Gleichgewicht, wenn die Resultierende R und das resultierende Moment M_R aller Kräfte F_i auf diesen Körper null wird.



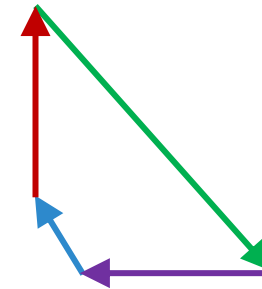
Lageplan

Die Summe der x- und z-Komponenten sind jeweils Null:

$$\sum F_{i,x} = 0$$

Der Kräfteplan ist geschlossen.
Die Resultierende ist Null:

$$R = \sum F_i = 0$$

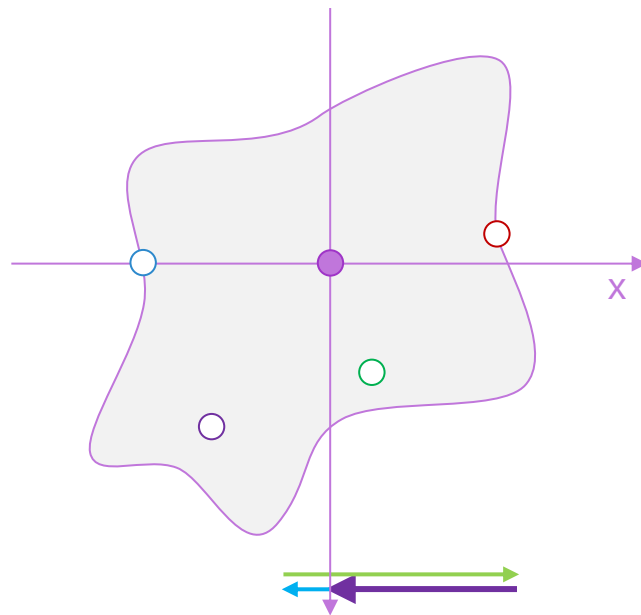


Kräfteplan: M 1cm $\triangleq$ x kN

Allgemeines Kraftsystem | Gleichgewicht

ALLGEMEINES

Ein Körper im zentralen Kraftsystem befindet sich im Gleichgewicht, wenn die Resultierende R und das resultierende Moment M_R aller Kräfte F_i auf diesen Körper null wird.



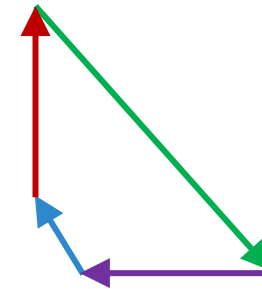
Lageplan

Die Summe der x- und z-Komponenten sind jeweils Null:

$$\sum F_{i,x} = 0$$

Der Kräfteplan ist geschlossen.
Die Resultierende ist Null:

$$R = \sum F_i = 0$$

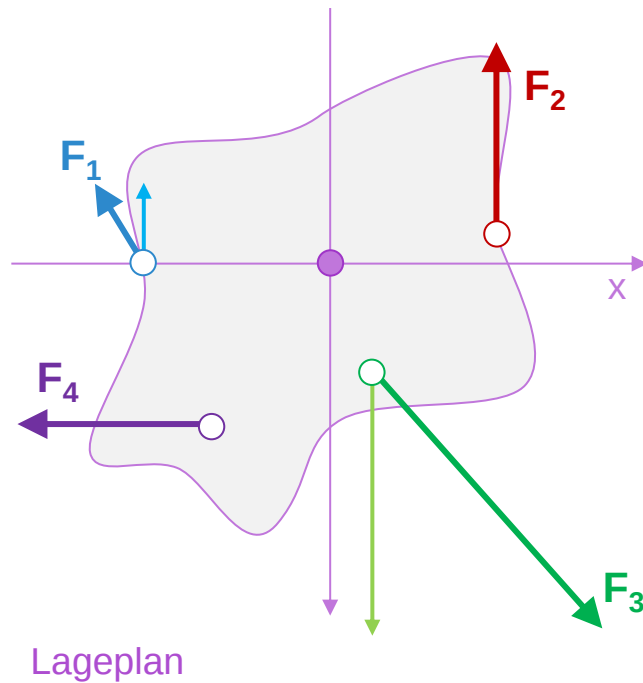


Kräfteplan: M 1cm $\triangleq$ x kN

Allgemeines Kraftsystem | Gleichgewicht

ALLGEMEINES

Ein Körper im zentralen Kraftsystem befindet sich im Gleichgewicht, wenn die Resultierende R und das resultierende Moment M_R aller Kräfte F_i auf diesen Körper null wird.

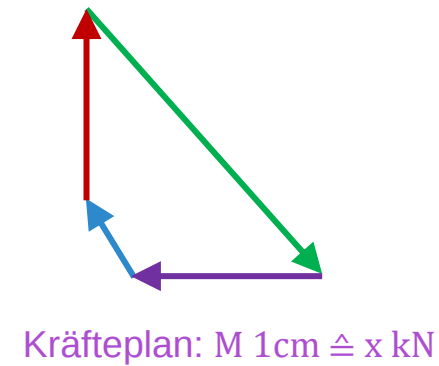


Die Summe der x- und z-Komponenten sind jeweils Null:

$$\sum F_{i,x} = 0 \quad \sum F_{i,z} = 0$$

Der Kräfteplan ist geschlossen.
Die Resultierende ist Null:

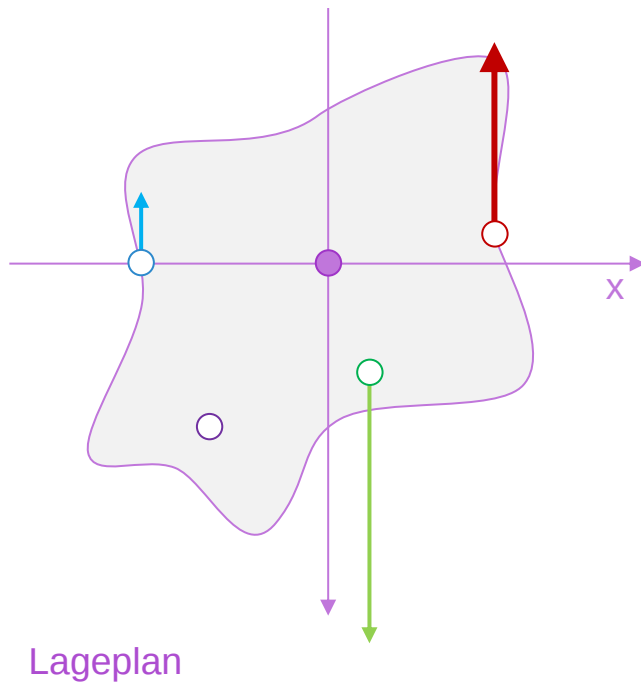
$$R = \sum F_i = 0$$



Allgemeines Kraftsystem | Gleichgewicht

ALLGEMEINES

Ein Körper im zentralen Kraftsystem befindet sich im Gleichgewicht, wenn die Resultierende R und das resultierende Moment M_R aller Kräfte F_i auf diesen Körper null wird.

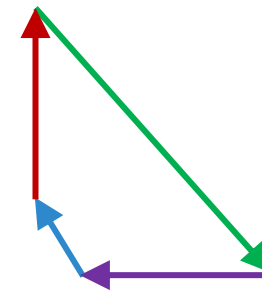


Die Summe der x- und z-Komponenten sind jeweils Null:

$$\sum F_{i,x} = 0 \quad \sum F_{i,z} = 0$$

Der Kräfteplan ist geschlossen.
Die Resultierende ist Null:

$$R = \sum F_i = 0$$

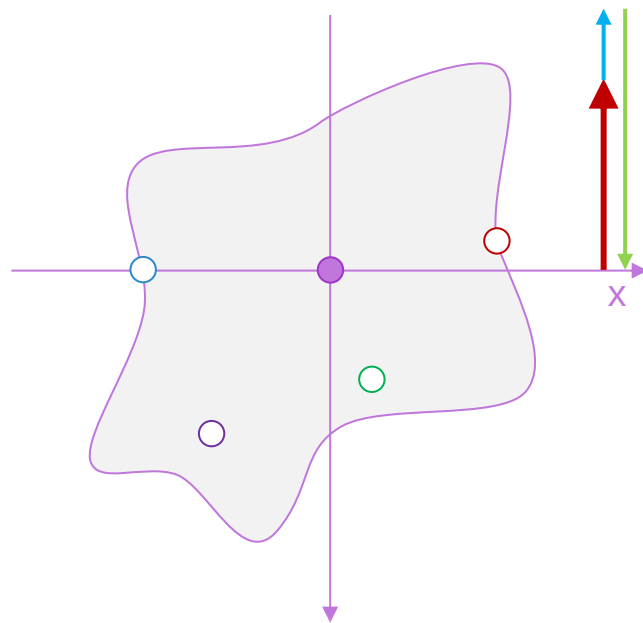


Kräfteplan: M 1cm $\triangleq$ x kN

Allgemeines Kraftsystem | Gleichgewicht

ALLGEMEINES

Ein Körper im zentralen Kraftsystem befindet sich im Gleichgewicht, wenn die Resultierende R und das resultierende Moment M_R aller Kräfte F_i auf diesen Körper null wird.



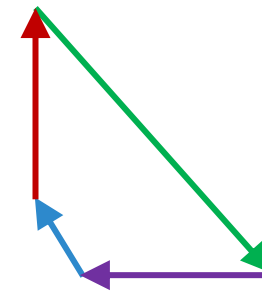
Lageplan

Die Summe der x- und z-Komponenten sind jeweils Null:

$$\sum F_{i,x} = 0 \quad \sum F_{i,z} = 0$$

Der Kräfteplan ist geschlossen.
Die Resultierende ist Null:

$$R = \sum F_i = 0$$

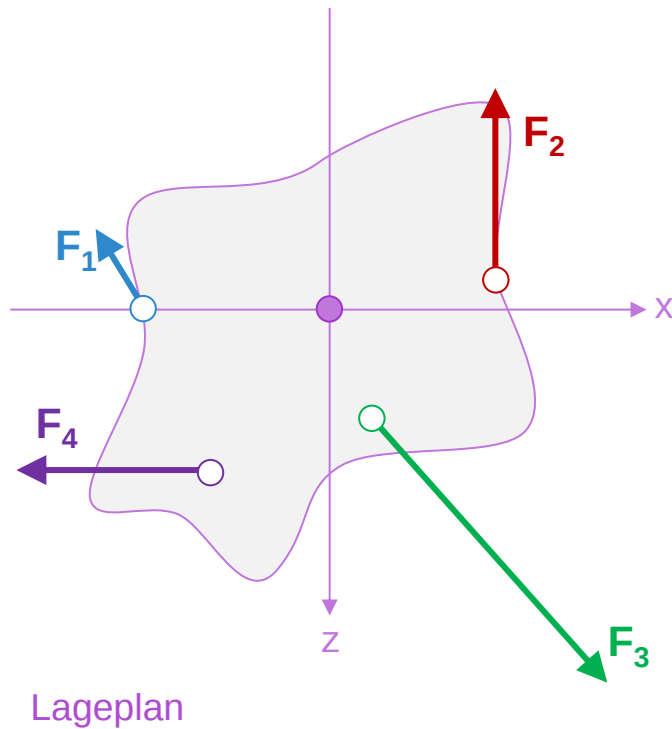


Kräfteplan: $M \ 1\text{cm} \triangleq x \text{ kN}$

Allgemeines Kraftsystem | Gleichgewicht

ALLGEMEINES

Ein Körper im zentralen Kraftsystem befindet sich im Gleichgewicht, wenn die Resultierende R und das resultierende Moment M_R aller Kräfte F_i auf diesen Körper null wird.



Die Summe der x- und z-Komponenten sind jeweils Null:

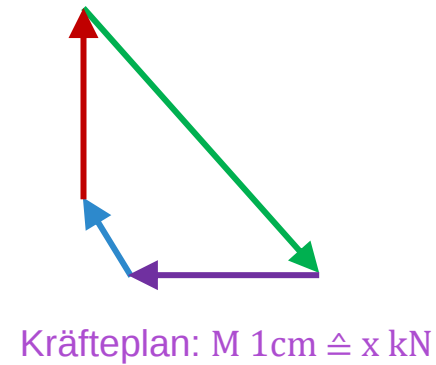
$$\sum F_{i,x} = 0 \quad \sum F_{i,z} = 0$$

Die Summe aller Momente ist Null:

$$\sum M_i = 0$$

Der Kräfteplan ist geschlossen.
Die Resultierende ist Null:

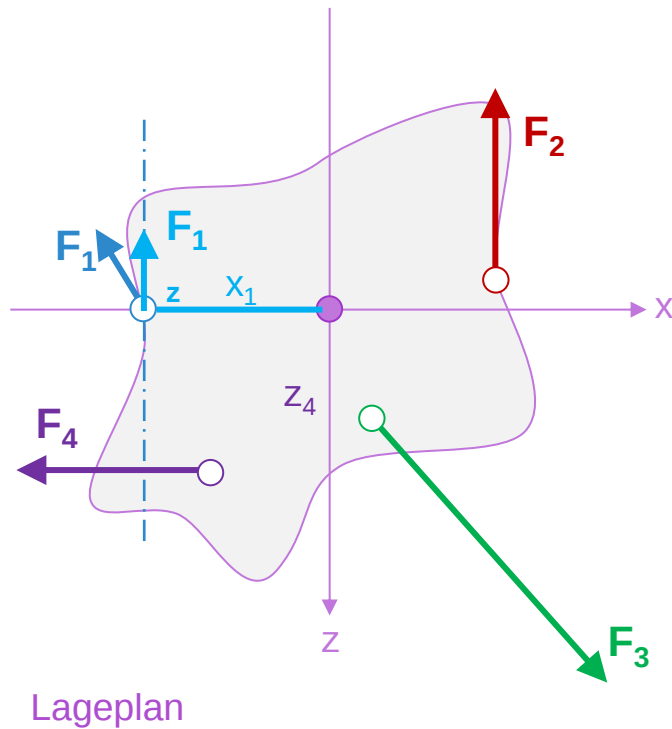
$$R = \sum F_i = 0$$



Allgemeines Kraftsystem | Gleichgewicht

ALLGEMEINES

Ein Körper im zentralen Kraftsystem befindet sich im Gleichgewicht, wenn die Resultierende R und das resultierende Moment M_R aller Kräfte F_i auf diesen Körper null wird.



Die Summe der x- und z-Komponenten sind jeweils Null:

$$\sum F_{i,x} = 0 \quad \sum F_{i,z} = 0$$

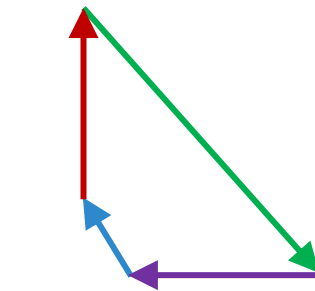
Die Summe aller Momente ist Null:

$$\sum M_i = 0$$

$$= -F_{1,z} \cdot x_1$$

Der Kräfteplan ist geschlossen.
Die Resultierende ist Null:

$$R = \sum F_i = 0$$

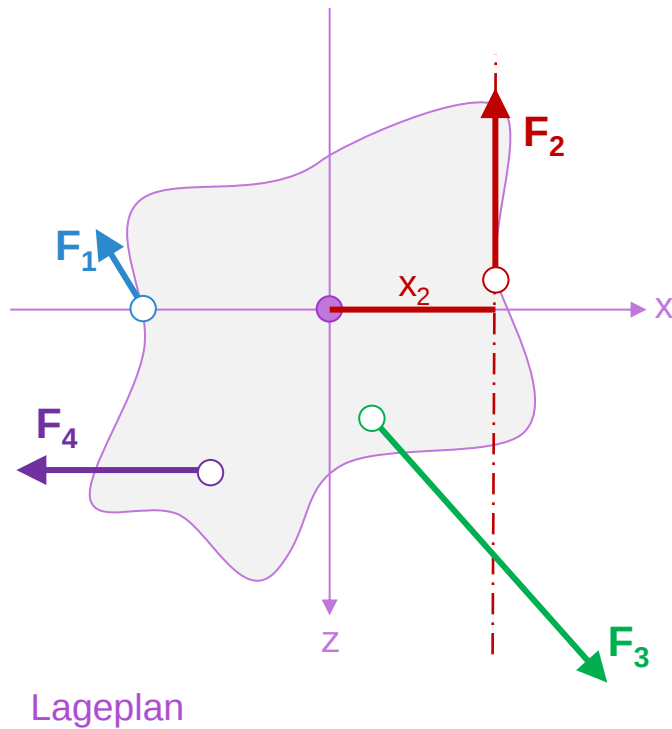


Kräfteplan: $M \ 1\text{cm} \triangleq x \text{ kN}$

Allgemeines Kraftsystem | Gleichgewicht

ALLGEMEINES

Ein Körper im zentralen Kraftsystem befindet sich im Gleichgewicht, wenn die Resultierende R und das resultierende Moment M_R aller Kräfte F_i auf diesen Körper null wird.



Die Summe der x- und z-Komponenten sind jeweils Null:

$$\sum F_{i,x} = 0 \quad \sum F_{i,z} = 0$$

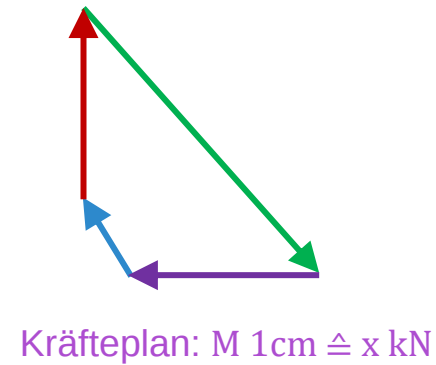
Die Summe aller Momente ist Null:

$$\sum M_i = 0$$

$$= -F_{1,z} \cdot x_1 + F_2 \cdot x_2$$

Der Kräfteplan ist geschlossen.
Die Resultierende ist Null:

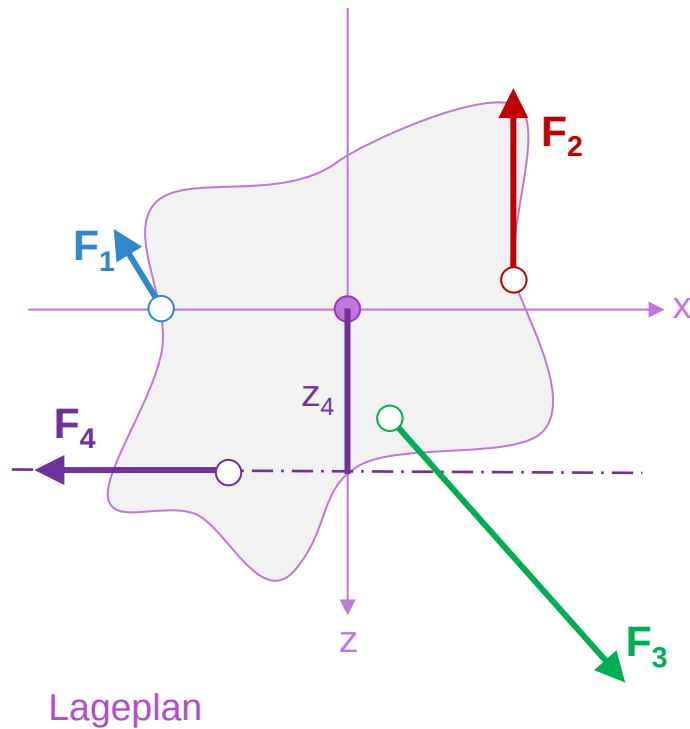
$$R = \sum F_i = 0$$



Allgemeines Kraftsystem | Gleichgewicht

ALLGEMEINES

Ein Körper im zentralen Kraftsystem befindet sich im Gleichgewicht, wenn die Resultierende R und das resultierende Moment M_R aller Kräfte F_i auf diesen Körper null wird.



Die Summe der x- und z-Komponenten sind jeweils Null:

$$\sum F_{i,x} = 0 \quad \sum F_{i,z} = 0$$

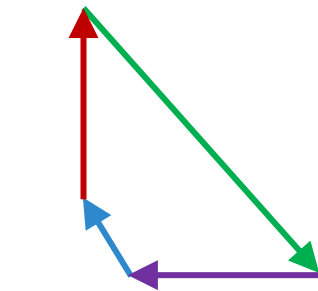
Die Summe aller Momente ist Null:

$$\sum M_i = 0$$

$$= -F_{1,z} \cdot x_1 + F_2 \cdot x_2 - F_4 \cdot z_4$$

Der Kräfteplan ist geschlossen.
Die Resultierende ist Null:

$$R = \sum F_i = 0$$

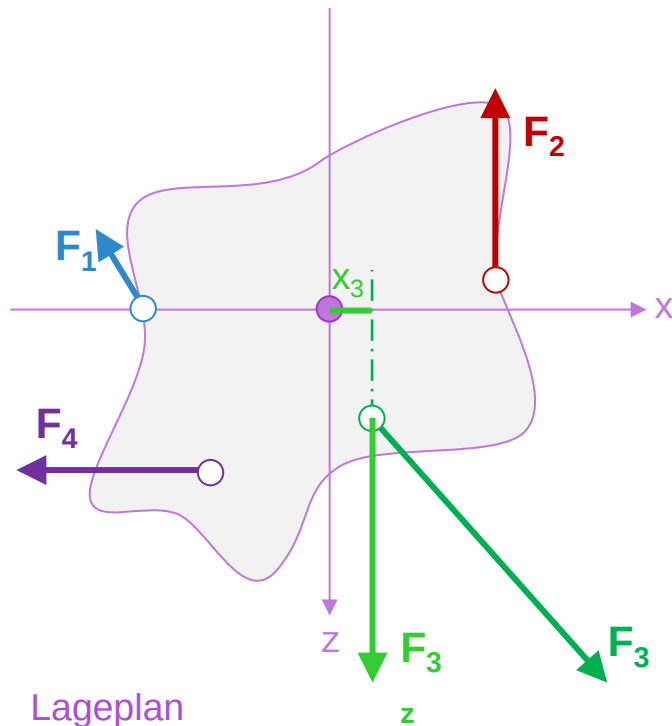


Kräfteplan: M 1cm $\triangleq$ x kN

Allgemeines Kraftsystem | Gleichgewicht

ALLGEMEINES

Ein Körper im zentralen Kraftsystem befindet sich im Gleichgewicht, wenn die Resultierende R und das resultierende Moment M_R aller Kräfte F_i auf diesen Körper null wird.



Die Summe der x- und z-Komponenten sind jeweils Null:

$$\sum F_{i,x} = 0 \quad \sum F_{i,z} = 0$$

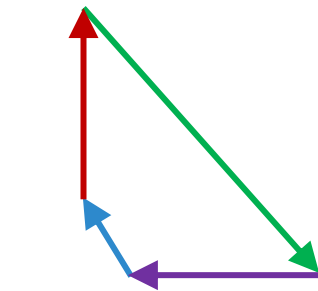
Die Summe aller Momente ist Null:

$$\sum M_i = 0$$

$$= -F_{1,z} \cdot x_1 + F_2 \cdot x_2 - F_4 \cdot z_4 - F_{3,z} \cdot x_3$$

Der Kräfteplan ist geschlossen. Die Resultierende ist Null:

$$R = \sum F_i = 0$$

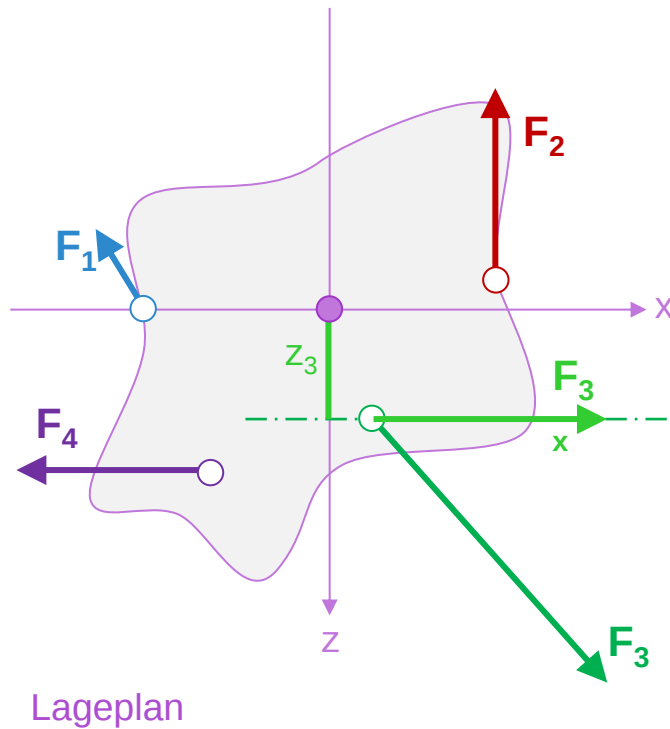


Kräfteplan: M 1cm $\triangleq$ x kN

Allgemeines Kraftsystem | Gleichgewicht

ALLGEMEINES

Ein Körper im zentralen Kraftsystem befindet sich im Gleichgewicht, wenn die Resultierende R und das resultierende Moment M_R aller Kräfte F_i auf diesen Körper null wird.



Die Summe der x- und z-Komponenten sind jeweils Null:

$$\sum F_{i,x} = 0 \quad \sum F_{i,z} = 0$$

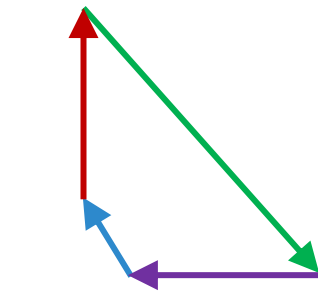
Die Summe aller Momente ist Null:

$$\sum M_i = 0$$

$$= -F_{1,z} \cdot x_1 + F_2 \cdot x_2 - F_4 \cdot z_4 \\ - F_{3,z} \cdot x_3 + F_{3,x} \cdot z_3$$

Der Kräfteplan ist geschlossen.
Die Resultierende ist Null:

$$R = \sum F_i = 0$$



Kräfteplan: $M \ 1\text{cm} \triangleq x \text{ kN}$

Allgemeines Kraftsystem | Gleichgewicht

GLEICHGEWICHTSBEDINGUNGEN (GGB)

$$\sum F_{i,x} = 0 \quad \sum F_{i,z} = 0$$

$$\sum \overset{\curvearrowright}{M}_i = 0$$

Allgemeines Kraftsystem | Gleichgewicht

GLEICHGEWICHTSBEDINGUNGEN (GGB)

In geschlossenen ebenen Systemen stehen uns 3 Gleichgewichtsgleichungen zur Verfügung.

→ Mittels dieser Gleichungen können 3 Unbekannte Kräfte berechnet werden

→ In der Regel sind dies 3 Reaktionskräfte

$$\sum F_{i,x} = 0 \quad \sum F_{i,z} = 0$$

$$\sum \overset{\curvearrowright}{M}_i = 0$$

Allgemeines Kraftsystem | Gleichgewicht

BEISPIEL 3.2 - TRIBÜNENDACH



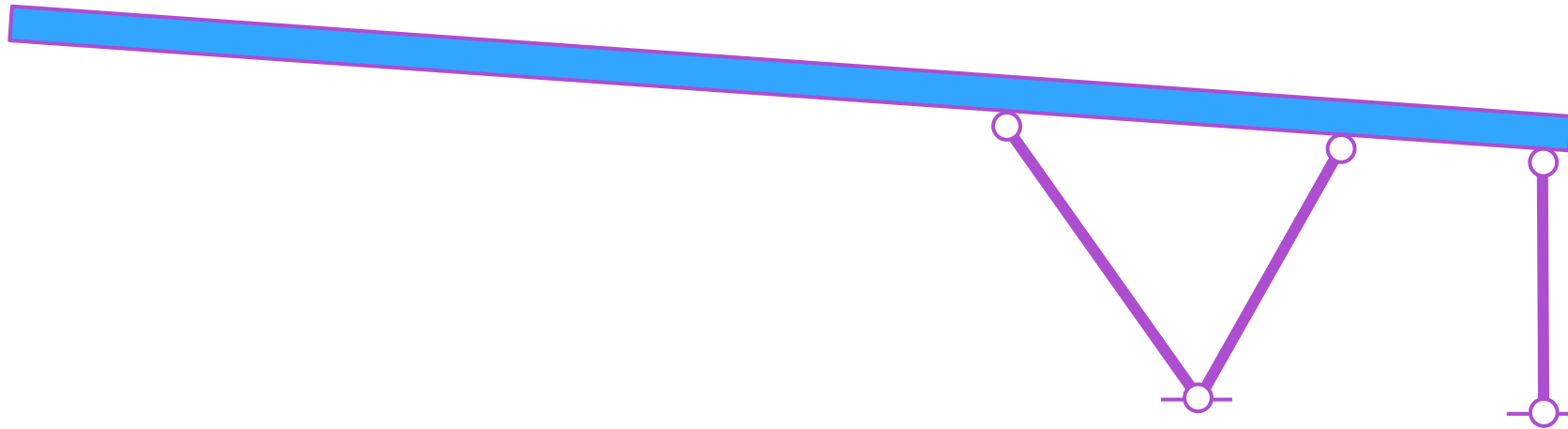
Allgemeines Kraftsystem | Gleichgewicht

BEISPIEL 3.2 - TRIBÜNENDACH



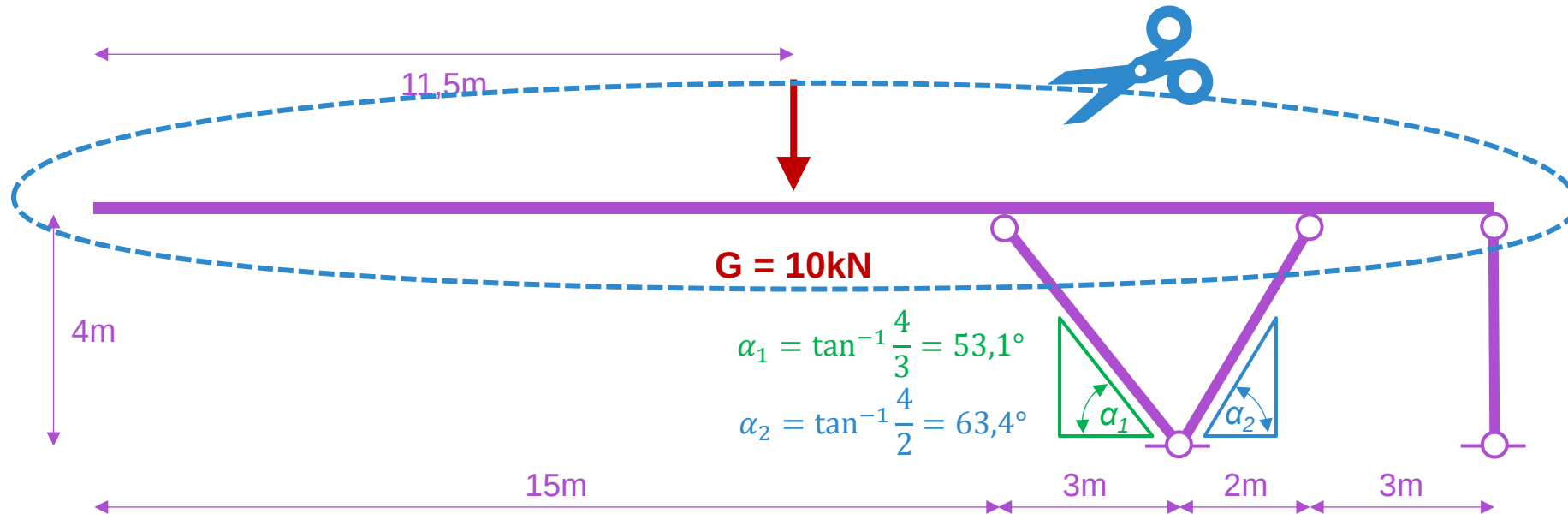
Allgemeines Kraftsystem | Gleichgewicht

BEISPIEL 3.2 - TRIBÜNENDACH



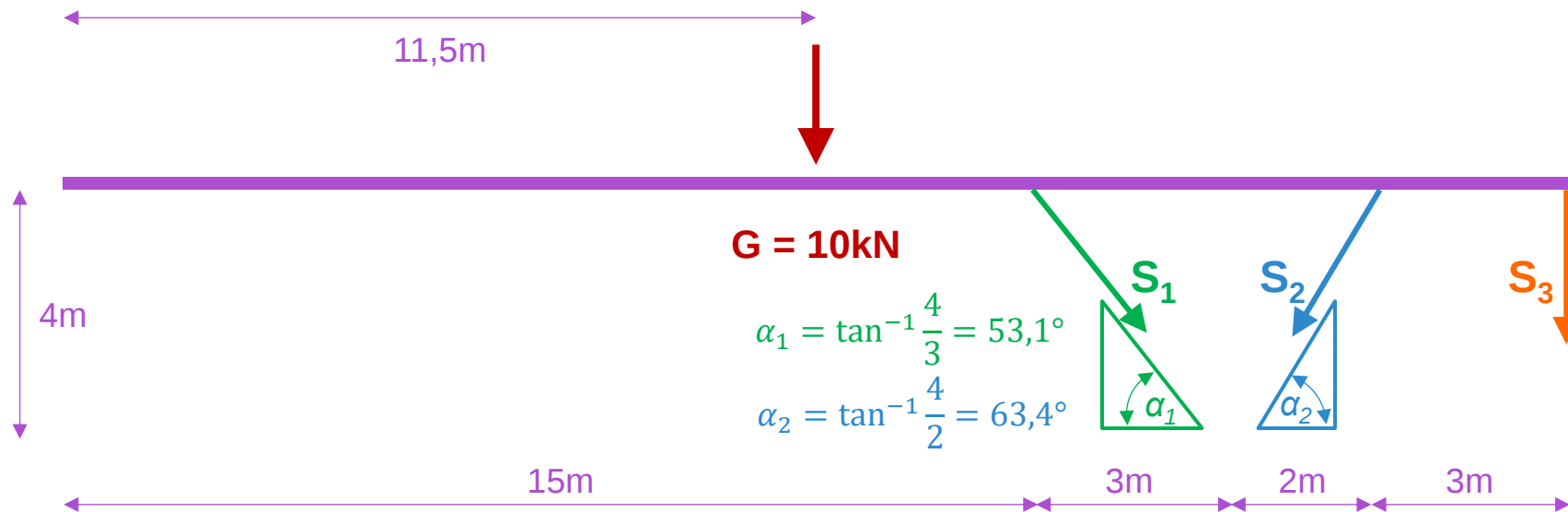
Allgemeines Kraftsystem | Gleichgewicht

BEISPIEL 3.2 - TRIBÜNENDACH



Allgemeines Kraftsystem | Gleichgewicht

BEISPIEL 3.2 - TRIBÜNENDACH

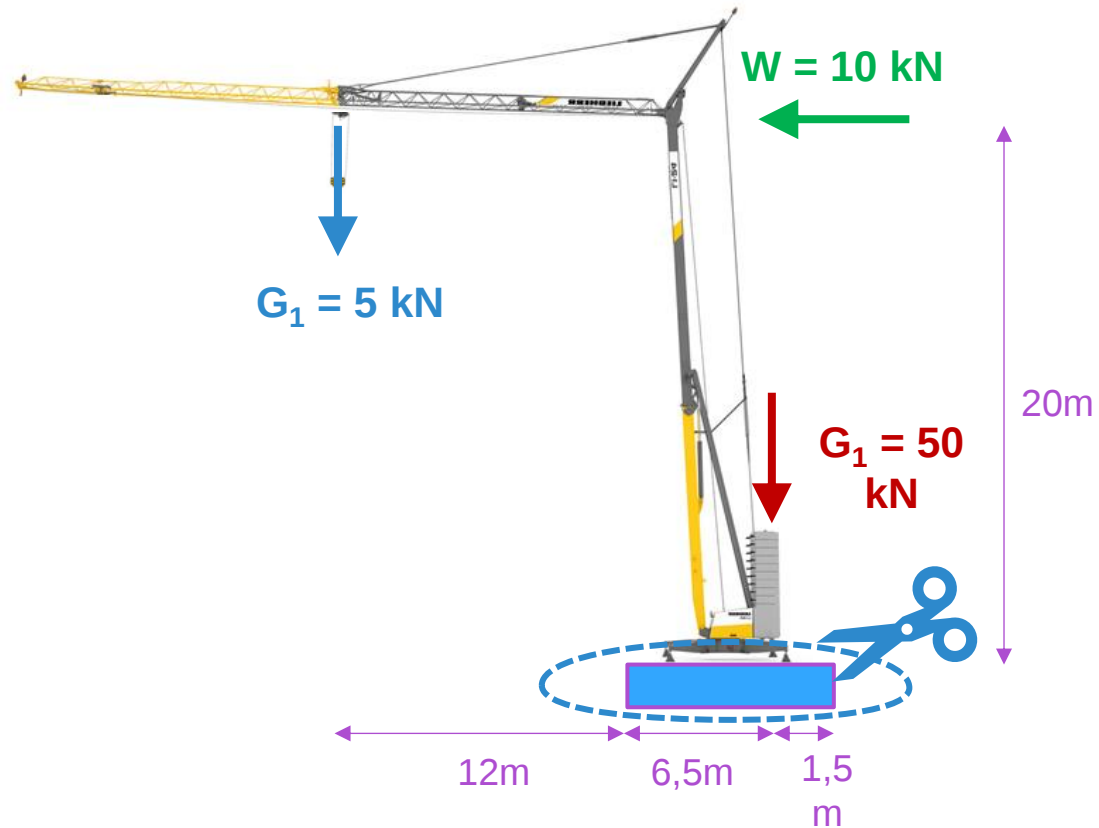


Allgemeines Kraftsystem | Resultierende

BEISPIEL 3.3 – KRANFUNDAMENT AUFLAGERKRÄFTE

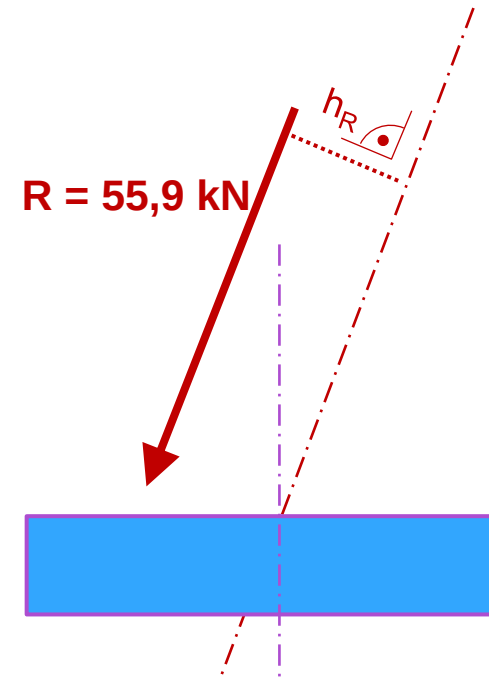
Gesucht:

Auflagerkräfte am Kranfundament



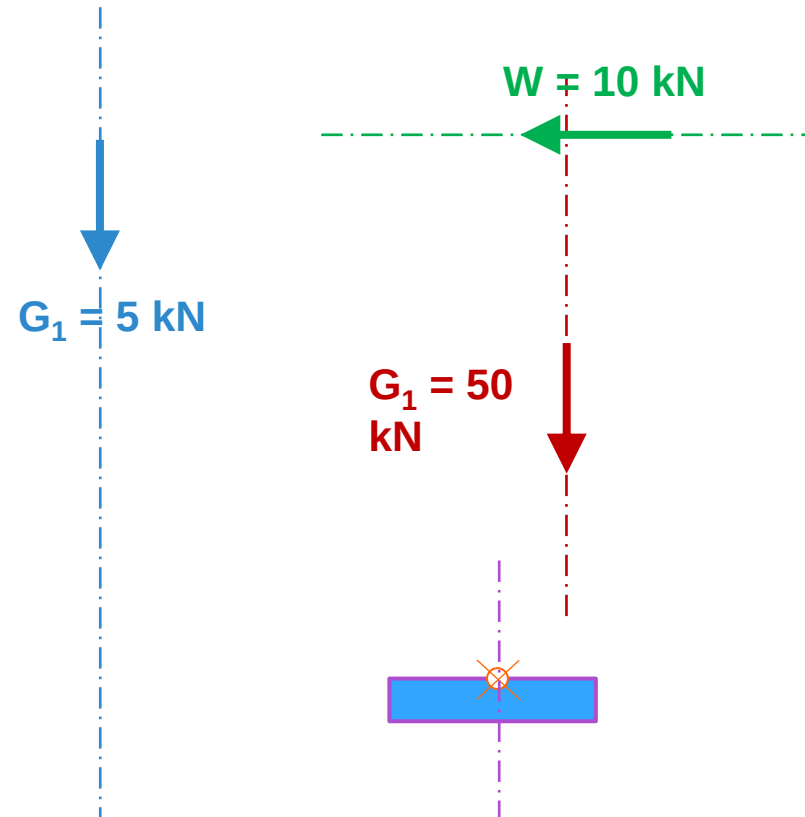
Allgemeines Kraftsystem | Gleichgewicht

BEISPIEL 3.3 – AUFLAGERKRÄFTE AM KRANFUNDAMENT



Allgemeines Kraftsystem | Resultierende

BEISPIEL 3.3 – AUFLAGERKRÄFTE AM KRANFUNDAMENT



Allgemeines Kraftsystem | Resultierende

BEISPIEL 3.4 – AUFLAGERKRÄFTE SKISPRUNGCHANZE 1



Allgemeines Kraftsystem | Resultierende

BEISPIEL 3.4 – AUFLAGERKRÄFTE SKISPRUNGCHANZE 1



Allgemeines Kraftsystem | Resultierende

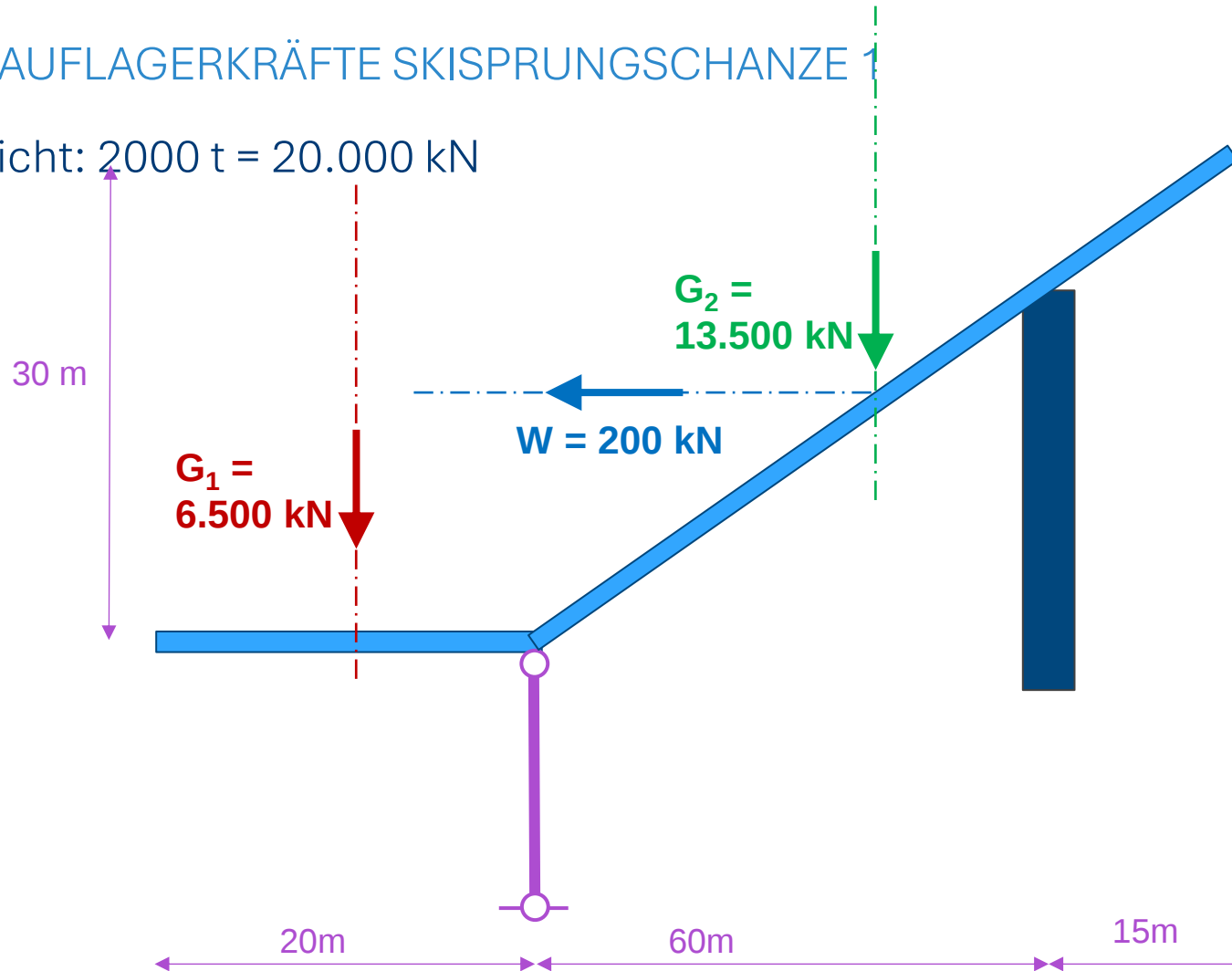
BEISPIEL 3.4 – AUFLAGERKRÄFTE SKISPRUNGSCCHANZE 1



Allgemeines Kraftsystem | Resultierende

BEISPIEL 3.4 – AUFLAGERKRÄFTE SKISPRUNGSSCHANZE 1

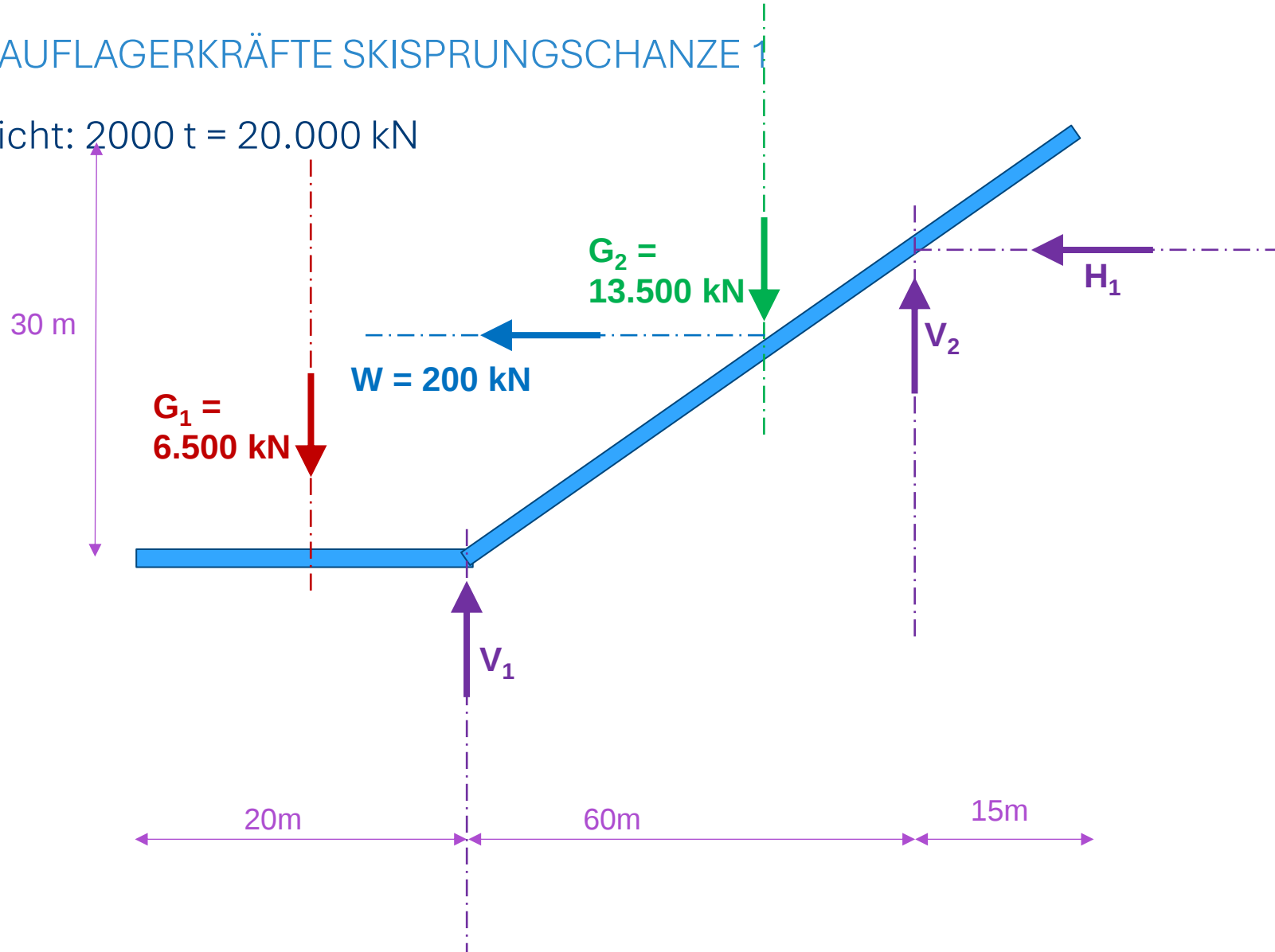
Annahme Gewicht: 2000 t = 20.000 kN



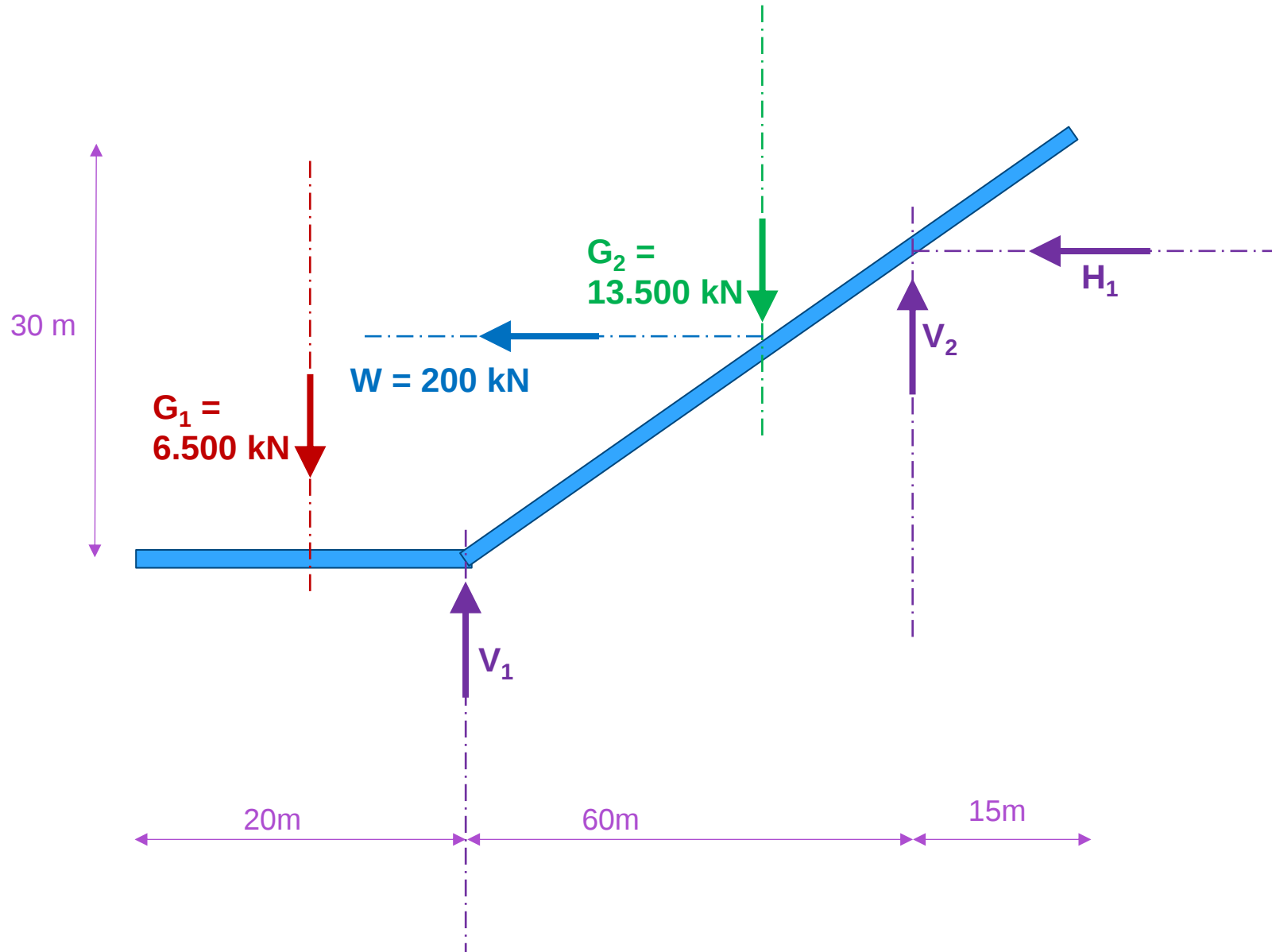
Allgemeines Kraftsystem | Resultierende

BEISPIEL 3.4 – AUFLAGERKRÄFTE SKISPRUNGSSCHANZE 1

Annahme Gewicht: 2000 t = 20.000 kN

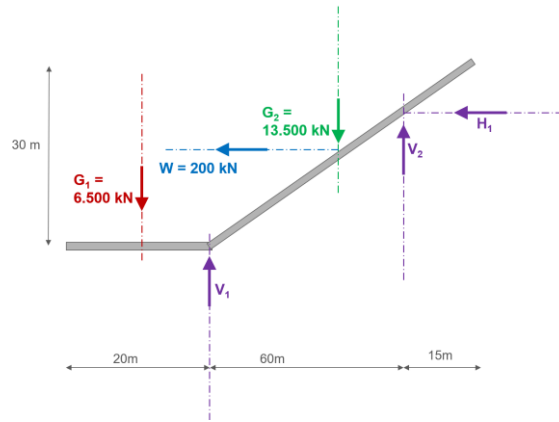


Allgemeines Kraftsystem | Resultierende



Allgemeines Kraftsystem | Resultierende

BEISPIEL 3.4 – AUFLAGERKRÄFTE SKISPRUNGSSCHANZE 1



Allgemeines Kraftsystem | Resultierende

BEISPIEL 3.4 – AUFLAGERKRÄFTE SKISPRUNGSCCHANZE 2



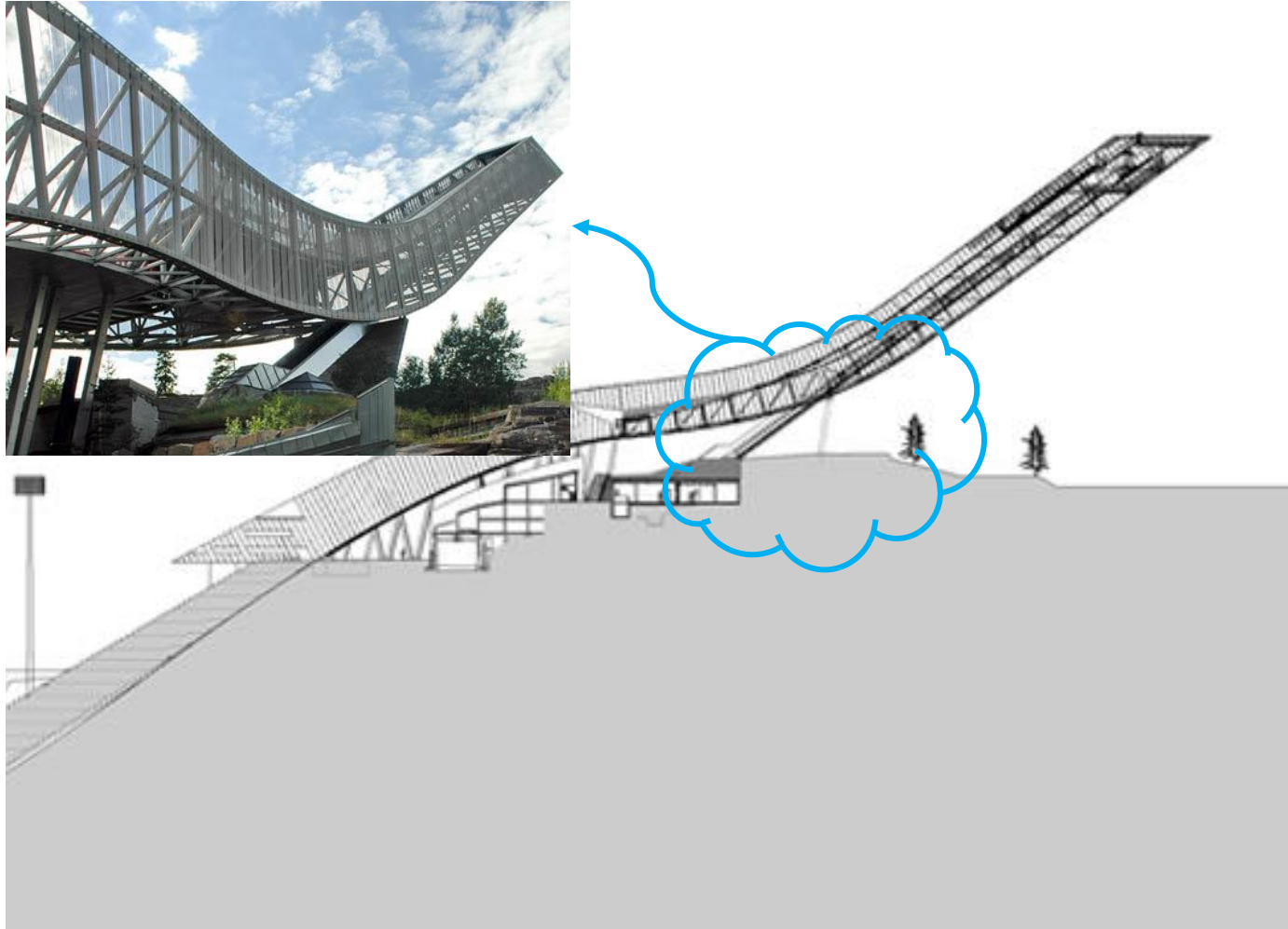
Allgemeines Kraftsystem | Resultierende

BEISPIEL 3.4 – AUFLAGERKRÄFTE SKISPRUNGSCCHANZE 2



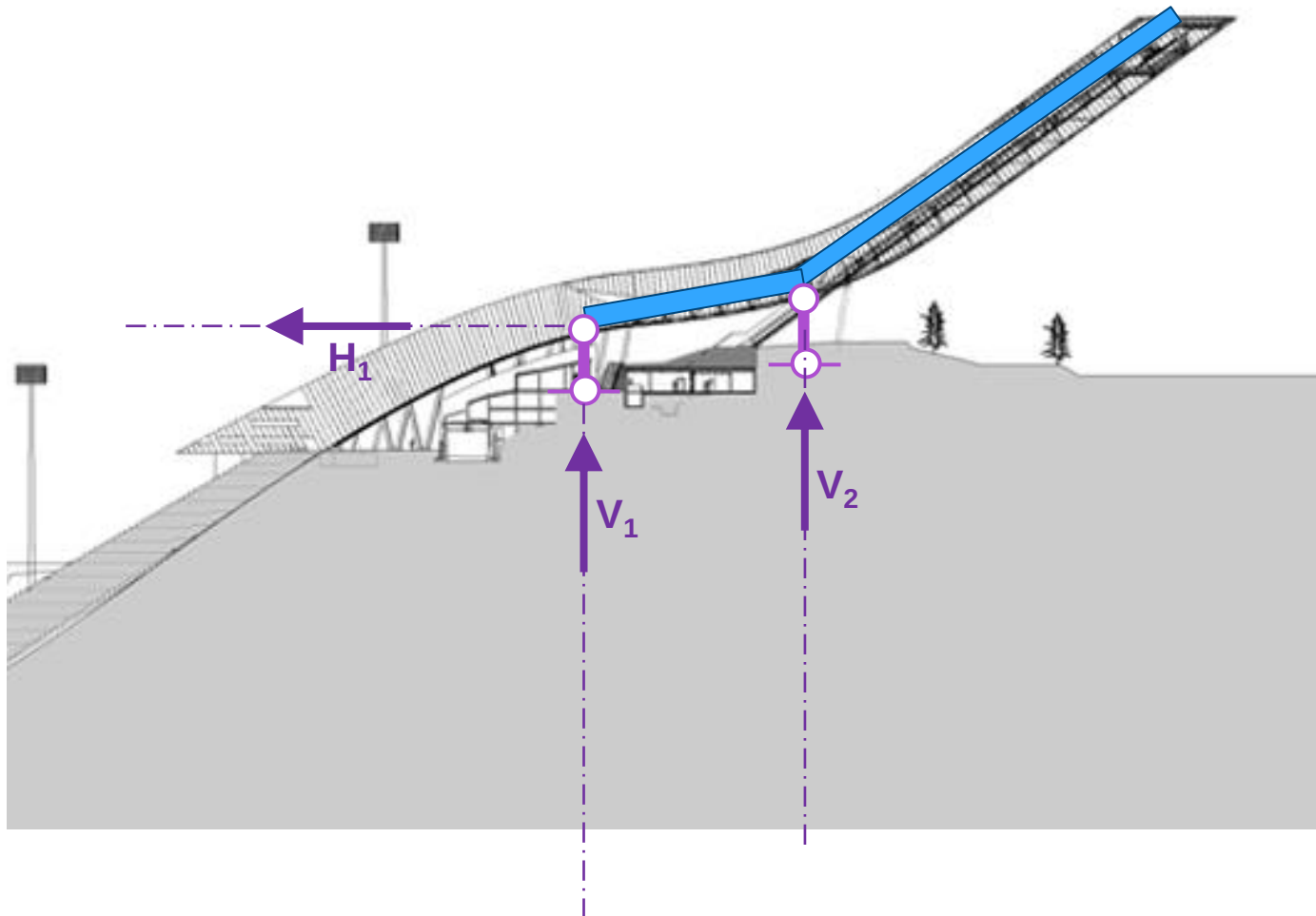
Allgemeines Kraftsystem | Resultierende

BEISPIEL 3.4 – AUFLAGERKRÄFTE SKISPRUNGSCCHANZE 2



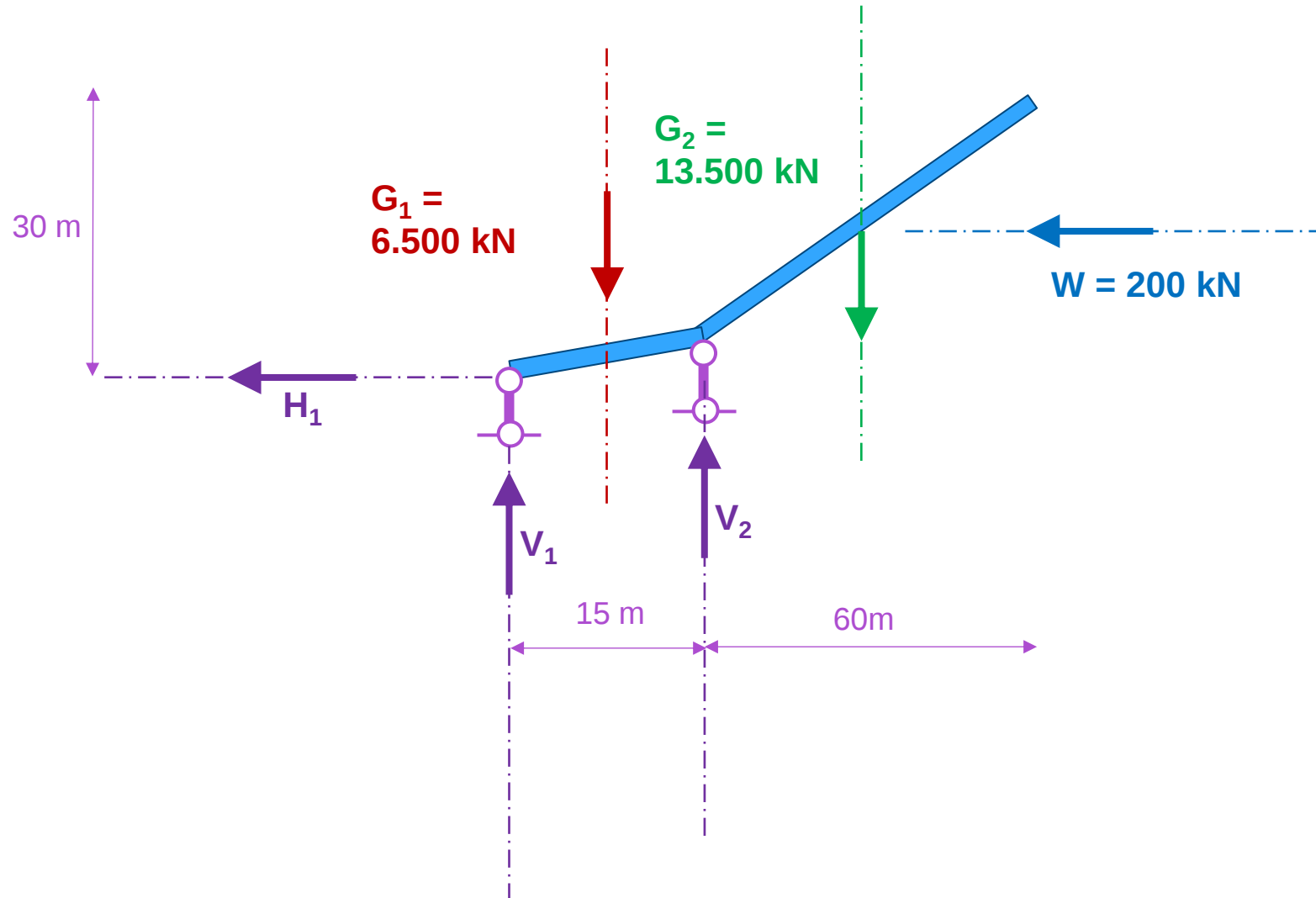
Allgemeines Kraftsystem | Resultierende

BEISPIEL 3.4 – AUFLAGERKRÄFTE SKISPRUNGSSCHANZE 2



Allgemeines Kraftsystem | Resultierende

BEISPIEL 3.4 – AUFLAGERKRÄFTE SKISPRUNGSSCHANZE 2



Allgemeines Kraftsystem | Resultierende

BEISPIEL 3.4 – AUFLAGERKRÄFTE SKISPRUNGSSCHANZE 2

