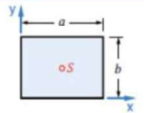
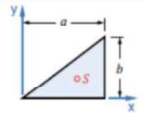
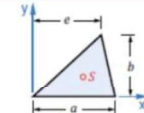
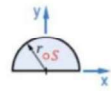
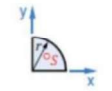


Zusammenfassung-Statik SEP

Schwerpunkt einfacher Formen:

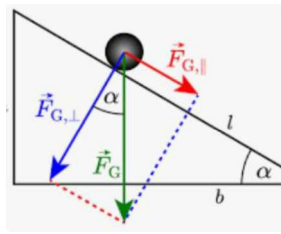
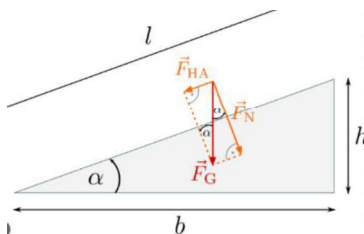
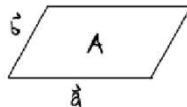
Viereck	Rechtwinkliges Dreieck	Allgemeines Dreieck
		
$A = a \cdot b$ $x_s = \frac{a}{2}$ $y_s = \frac{b}{2}$	$A = \frac{a \cdot b}{2}$ $x_s = \frac{a}{3}$ $y_s = \frac{b}{3}$	$A = \frac{a \cdot b}{2}$ $x_s = \frac{a}{3}$ $y_s = \frac{b}{3}$
Kreis	Halbkreis	Viertelkreis
		
$A = \pi \cdot r^2$ $x_s = 0$ $y_s = 0$	$A = \frac{\pi \cdot r^2}{2}$ $x_s = 0$ $y_s = \frac{4 \cdot r}{3 \cdot \pi}$	$A = \frac{\pi \cdot r^2}{4}$ $x_s = \frac{4 \cdot r}{3 \cdot \pi}$ $y_s = \frac{4 \cdot r}{3 \cdot \pi}$

Vektorprodukt (Vektor · Vektor = Vektor)

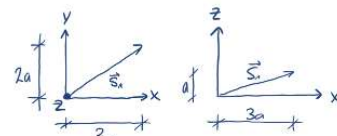
$$\begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_2 \cdot b_3 - b_2 \cdot a_3 \\ a_3 \cdot b_1 - b_3 \cdot a_1 \\ a_1 \cdot b_2 - b_1 \cdot a_2 \end{pmatrix}$$

Fläche eines Parallelogramms

$$|\vec{a} \times \vec{b}| = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \sin(\varphi)$$



- Analyse**
 - Kategorisieren des Problems (ebene / räumliche, zentrale / allgemeine Kräftegruppe)
 - Erkennen der Lagerung / eingeschränkte Bindungen
 - Identifizierung der bekannten und unbekannten Größen (Statisch bestimmt oder unbestimmt?)
 - Koordinatensystem festlegen
- Freischnitt + Freikörper-Skizze**
 - Körper von Bindungen freischnitten und Bindung durch Reaktionskräfte ersetzen
 - Freikörper-Skizze mit **eingeprägten**, **Reaktions-** und **Schnittkräften** erstellen
- Aufstellen der Gleichgewichtsbedingungen**
 - Ebener Fall:
 - zentrale KG: 2 Gleichungen
 - allgemeine KG: 3 Gleichungen
 - Räumlicher Fall:
 - zentrale KG: 3 Gleichungen
 - allgemeine KG: 6 Gleichungen
- Auflösen des Gleichungssystems nach Unbekannten**
- Plausibilitätscheck**
 - Stimmen Kräfte in Betrag und Richtung mit Erwartung überein (vergleiche z.B. mit graphischer Lösung für zentrale KG)



$$|\vec{s}_1| = \sqrt{(3a)^2 + (2a)^2 + (a)^2} = \sqrt{14}a$$

$$\vec{c}_1 = \frac{1}{|\vec{s}_1|} \cdot \vec{s}_1 = \frac{1}{\sqrt{14}} \cdot \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\vec{c}_2 = \frac{1}{\sqrt{a^2 + b^2 + h^2}} \cdot (a\vec{e}_x + b\vec{e}_y + h\vec{e}_z)$$

Kraftvektoren

$$\vec{s}_1 = s_1 \cdot \frac{1}{\sqrt{14}a} \cdot \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\vec{s}_2 = \frac{s_2}{\sqrt{a^2 + b^2 + h^2}} \cdot \begin{pmatrix} a \\ b \\ h \end{pmatrix}$$

$$s_{1x} = \frac{s_1 \cdot a}{\sqrt{a^2 + b^2 + h^2}}; s_{1y} = \frac{s_1 \cdot b}{\sqrt{a^2 + b^2 + h^2}}; s_{1z} = \frac{s_1 \cdot h}{\sqrt{a^2 + b^2 + h^2}}$$

Reibung + Seilreibung nach Euler-Eytelwein:

S-V Haftung und Reibung

* { Dann gilt: $S_2 < S_1 e^{-\mu_0 \alpha}$ Rutschen nach rechts
 $S_2 > S_1 e^{\mu_0 \alpha}$ Rutschen nach links

Beispiel: Kraftverhältnisse am Schiffspoller

$$S_1 = S_2 e^{\mu_0 \alpha}$$

"Haltekraft" "Schiff"

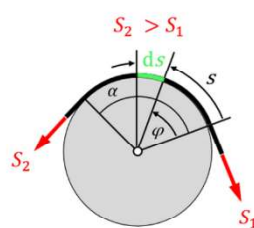
n-fache Umschlingung: $\alpha = 2\pi \cdot n$

Haftungskoeffizient Seil-Metall: $\mu_0 \approx 0.3 \approx 1/\pi$

$$\Rightarrow S_1 = S_2 e^{-2n} \approx \frac{S_2}{(7.4)^n}$$

Euler-Eytelweinsche Formel analog anwendbar bei Reibung:

$$\begin{matrix} S_2 > S_1: & S_2 = S_1 e^{\mu \alpha} \\ S_1 > S_2: & S_2 = S_1 e^{-\mu \alpha} \end{matrix}$$



Allgemeine Reibung:

$$|H| \leq H_0 = \mu_0 N$$

$$H_0 = \mu_0 N$$

Momenten- Vektor :

$$\vec{M}^{(0)} = \vec{r} \times \vec{F} = \begin{pmatrix} M_x^{(0)} \\ M_y^{(0)} \\ M_z^{(0)} \end{pmatrix}$$

Der Ortsvektor $\vec{r}(p)$ muss sich auf der Wirkungslinie des Kraftvektors befinden (→ egal welche Position)

Schwerpunkt zw. Zwei Funktionen:

$$x_s = \frac{1}{A} \int_a^b x(f_o(x) - f_u(x)) dx$$

$$y_s = \frac{1}{2A} \int_a^b ((f_o(x))^2 - (f_u(x))^2) dx.$$

Zusammengesetzter Schwerpunkt:

$$x_s = \frac{\sum x_i A_i}{\sum A_i}; y_s = \frac{\sum y_i A_i}{\sum A_i}$$

Fachwerk:

Die statische Bestimmtheit:

Ebenes Fachwerk:

$$2k = s + r$$

Räumliches Fachwerk:

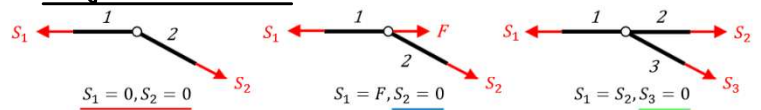
$$3k = s + r$$

k: Anzahl der Knoten

s: Anzahl der Stabkräfte

r: Lagerreaktionen

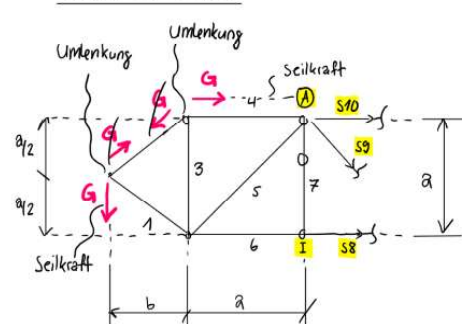
Mögliche Nullstäbe:



Der Ritterscher Schnitt:

- Das System wird in zwei Teile getrennt
- 3 Stäbe müssen geschnitten werden
 - 2 Kräfte müssen bei einem Knoten wirken
 - 1 Kraft muss bei einem anderen Knoten wirken -> **insgesamt 2 Knoten**
- In der Ebene werden die Gleichgewichtsbedingungen $\sum F_x = 0$, $\sum F_y = 0$, $\sum M = 0$ vom ganzen System (mit den drei geschnittenen Stäben) aufgestellt und aufgelöst
 - Des Weiteren muss das System statisch bestimmt sein

Ritterscher Schnitt



Balken und Lagerreaktionen:

Statische-Bestimmtheit

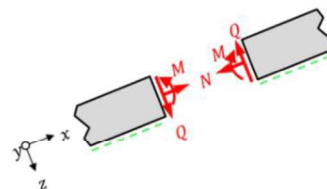
$r = 4$ (Anzahl Lagerreaktionen)

$v = 2$ (Anzahl Reaktionen in Verbindungselementen)

$n = 2$ (Anzahl Teiltragwerke)

Mehrteilige Tragwerke sind statisch bestimmt, wenn

$$r + v = 3n$$



Gestrichelte Faser gibt Unterseite des Balkens betreffend Koordinaten an

Relevante DGL zu den Schnittgrößen + Randbedingungen

- Integrationskonstanten C_1 und C_2 lassen sich aus Randbedingungen zu bestimmen:

Lagertyp

Q

M

Gelenkiges Lager



$\neq 0$

0

Parallelführung



0

$\neq 0$

Schiebehülse



$\neq 0$

$\neq 0$

Einspannung



$\neq 0$

$\neq 0$

Freies Ende



0

0

$$\frac{dM}{dx} = Q \quad \frac{d^2M}{dx^2} = -q$$

$$Q = -\int q \, dx + C_1$$

$$M = \int Q \, dx + C_2$$

Tab. 7.2 Sprünge oder Knicke in Q- und M-Linien

Last	Q	M
	Knick	-
	Sprung	Knick
	-	Sprung

Kraft & Momentverläufe

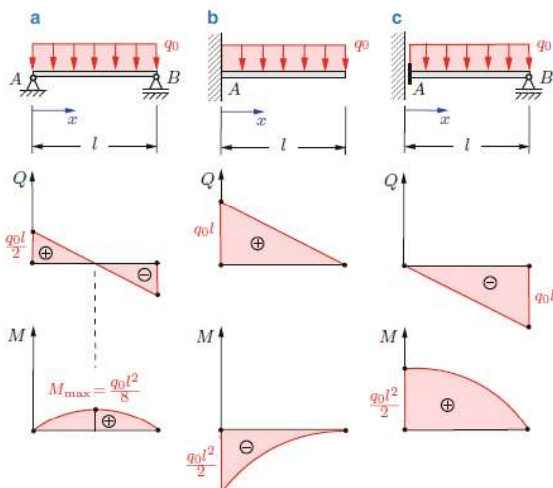


Abb. 7.11 Balken unter Gleichstreckenlast

