



# Schnellübung 8

Mechanik 1 – Kinematik und Statik

Mark Fischer

HS 2025



# Einführung Schnellübung 8

## Statische Äquivalenz

Zwei Kräftegruppen  $\{G\}$  und  $\{G^*\}$  sind statisch äquivalent, wenn ihre Resultierende  $\underline{\mathbf{R}}$  und ihr Moment  $\underline{\mathbf{M}}_A$  für einen beliebigen Punkt A gleich sind.

Somit haben  $\{G\}$  und  $\{G^*\}$  gleiche Leistung für alle Starrkörperbewegungen



# Einführung Schnellübung 8

## Gleichgewicht

Eine Kräftegruppe ist im Gleichgewicht wenn sie keine resultierende Kraft und kein resultierendes Moment aufweist:

$$\sum \mathbf{F}_x = \sum \mathbf{F}_y = \sum \mathbf{F}_z = 0$$

$$\sum \mathbf{M}_{Ax} = \sum \mathbf{M}_{Ay} = \sum \mathbf{M}_{Az} = 0$$

2D: nur  $\mathbf{F}_x, \mathbf{F}_y, \mathbf{M}_{Az}$

Für jeden beliebigen Punkt A



# Einführung Schnellübung 8

## Ruhelage vs. Gleichgewicht

### Ruhelage

„Nichts bewegt sich“

„Es bleibt in Ruhe“

$$\underline{V}_A = \underline{0}$$

Für jeden beliebigen Punkt

A

(Beweis durch PdvL)



### Gleichgewicht herrscht

„Gleichgewichtsbedingungen erfüllt“

$$\underline{R} = \underline{0}, \underline{M}_A = \underline{0}$$

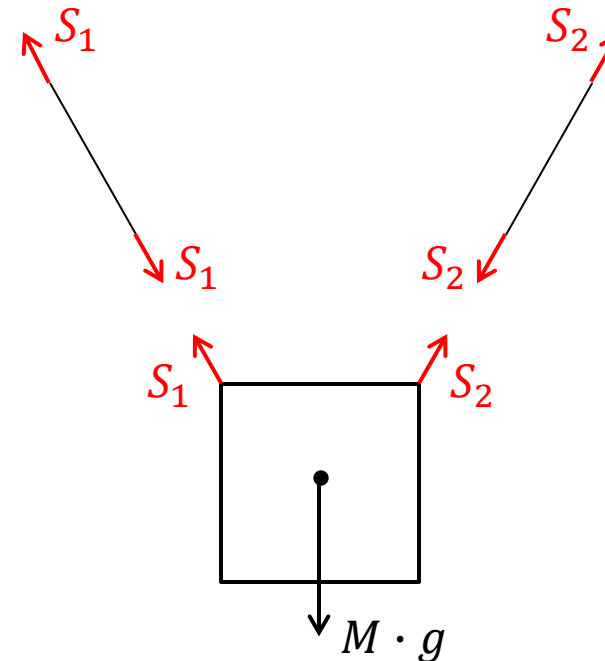
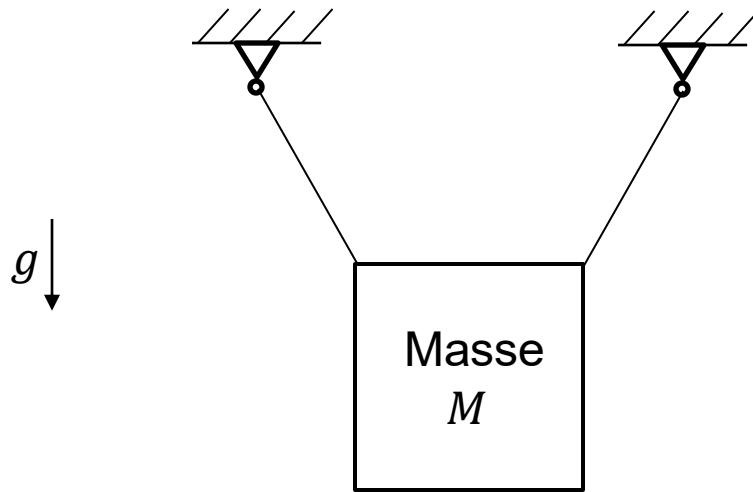
Für jeden beliebigen Punkt A



# Einführung Schnellübung 8

## Seilkräfte

Seile können nur auf Zug belastet werden  $\Rightarrow S > 0$   
Kraft immer in Seilrichtung & in Zugrichtung einführen!



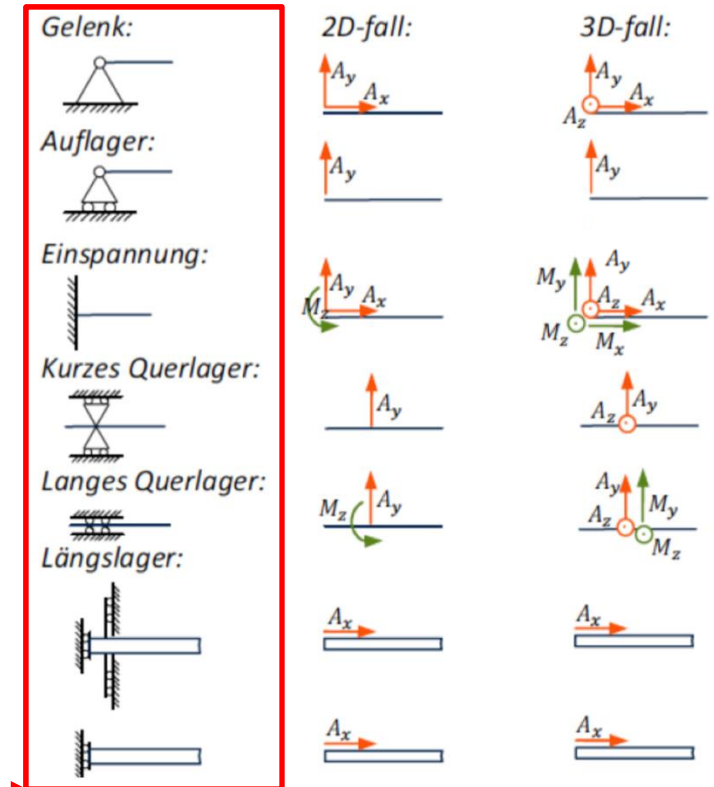


# Einführung Schnellübung 8

## Lagerungen/Bindungen

Ein Lager bewirkt Kräfte/Momente in die Richtung, in welche es die Bewegung sperrt.

**Wichtig:** Lager und Lagerkräfte dürfen nicht in die gleiche Skizze eingezeichnet werden!



Andere Darstellungen möglich →



# Einführung Schnellübung 8

## Verteilte Kräfte: Resultierende und Kräftemittelpunkt

Linienverteilt:	$R = \int_0^L s(x) dx$	$x_s = \frac{1}{R} \int_0^L x \cdot s(x) dx$
-----------------	------------------------	--

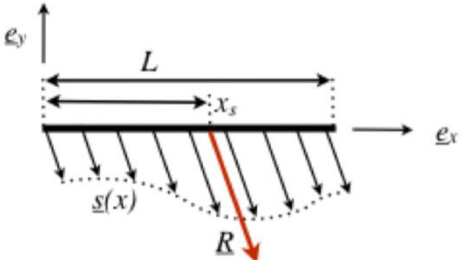
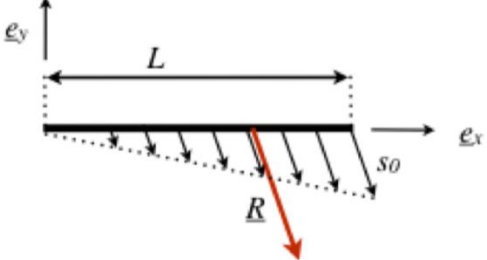
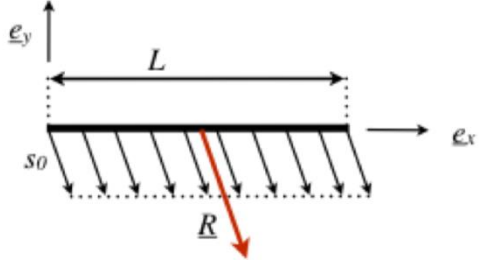
Mit  $R$  = Betrag der Resultierenden,  $x_s, \underline{r}_s$ : Kräftemittelpunkt

Flächenverteilt:	$R = \iint s(x, y) dx dy$	$\underline{r}_s = \frac{1}{R} \iint \underline{r} \cdot s(x, y) dx dy$
Volumenverteilt:	$R = \iiint s(x, y, z) dx dy dz$	$\underline{r}_s = \frac{1}{R} \iiint \underline{r} \cdot s(x, y, z) dx dy dz$



# Einführung Schnellübung 8

## Spezialfälle von verteilten Kräften

Allgemein	Dreiecksverteilung	Gleichförmige Verteilung
 $R = \int_0^L s(x) dx$ $x_s = \frac{1}{R} \int_0^L x \cdot s(x) dx$	 $R = \frac{1}{2} L \cdot s_0$ $x_s = \frac{2}{3} \cdot L$	 $R = L \cdot s_0$ $x_s = \frac{1}{2} \cdot L$



# Tipps Schnellübung 8

## **Aufgabe 1:**

Seilkräfte immer auf Zug einführen

Sind hier alle Komponenten der Seilkräfte verschieden von null?

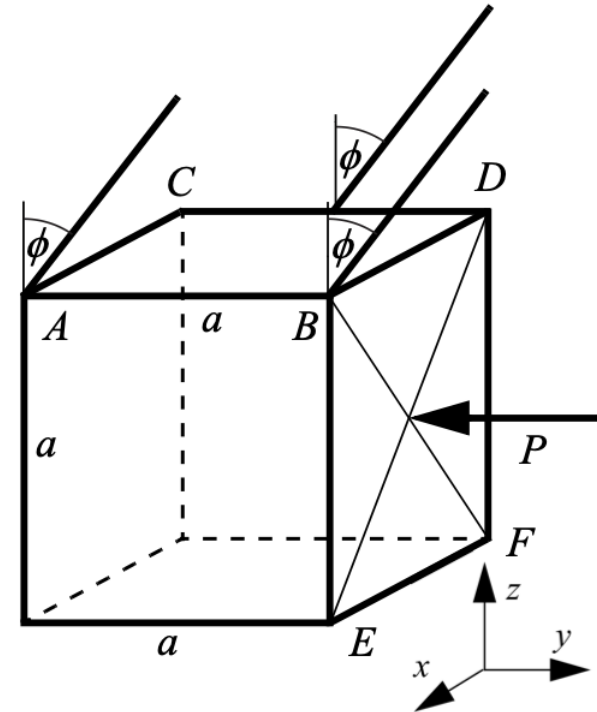


# Schnellübung 8

## Aufgabe 1

Ein kubischer Klotz (Kantenlänge  $a$ ) ist in  $A$ ,  $B$  und in der Mitte zwischen  $C$  und  $D$  an Fäden aufgehängt. Die drei Fäden sind gleich lang, parallel und gewichtslos. Die Deckfläche des Würfels sei horizontal. Ausser dem im Würfelmittelpunkt angreifenden Gewicht  $G$  wirkt normal zur Seitenfläche  $BDFE$  in deren Mittelpunkt eine Kraft vom Betrag  $P$ .

- Der Klotz sei in einer Ruhelage. Bestimmen Sie die Fadenkräfte und den Winkel  $\phi$  zwischen den Fäden und der Vertikalen.
- Wie gross darf der Betrag  $P$  höchstens sein, damit die Fäden straff bleiben?



# Tipps Schnellübung 8

## Aufgabe 2:

Stichwort: Einseitige vs. Beidseitige Bindung



POLYBOX



**IMES**

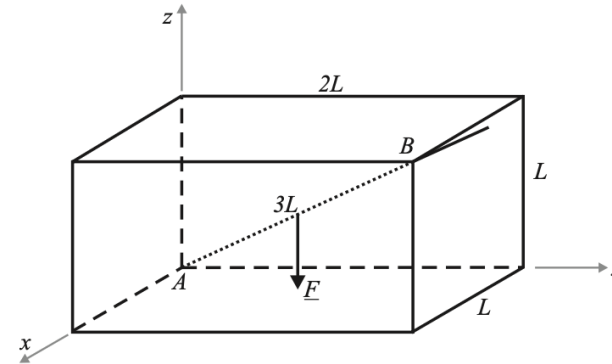
Institute for Mechanical Systems  
Institut für Mechanische Systeme



# Schnellübung 8

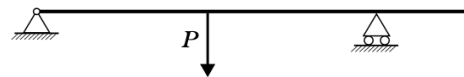
## Aufgabe 2

In einer oben offenen, quaderförmigen Kiste (Kantenlängen  $2L$ ,  $L$ ,  $L$ ), die auf einer horizontalen Ebene steht, befindet sich ein Balken (Länge  $3L$ ). Am Balken mit vernachlässigbarem Gewicht wirkt in der Mitte zwischen den reibungsfrei vorausgesetzten Bindungen  $A$  und  $B$  eine vertikale Last  $\underline{F}$  (Betrag  $P$ ).

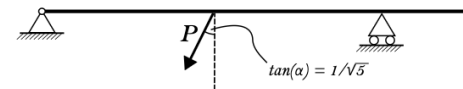


- Wählen Sie aus den Möglichkeiten (1) – (4) das am besten passende Ersatzsystem und begründen Sie Ihre Wahl.
- Berechnen Sie anhand des Ersatzsystems die Lagerkräfte am Balken.

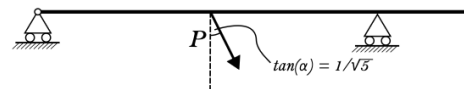
①



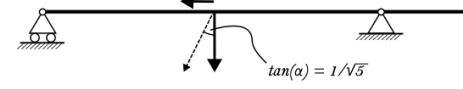
②



③



④





# Tipps Hausübung 8

## **Aufgabe 1:**

Wo greifen die Kräfte  $G_1$  und  $G_2$  an?

## **Aufgabe 2:**

Koordinatensystem in Richtung AB einführen

Richtung der Bindungskraft in Punkt B?

Wasserdruck auf Klappe kann als dreiecksverteilte Kraft (mit  $b$  flächenverteilt) senkrecht auf die Klappe betrachtet werden -> auf Einzelkraft reduzieren

Welche Gleichung liefert direkt die Bindungskraft in Punkt B?

## **Aufgabe 3:**

Ebenes Problem

Bedingung für Ruhe  $\Leftrightarrow$  Bedingung für Seilkraft?



# Fragen?

- Jetzt!
- Nach Stunde zu mir
- ETH Mail (fischerma@student.ethz.ch)



Whatsapp-Gruppe



**POLYBOX**



Anonymes Feedback