



# Schnellübung 9

Mechanik 1 – Kinematik und Statik

Mark Fischer

HS 2025



# Einführung Schnellübung 9

## WH: Linienverteilte Kräfte und Kräftemittelpunkt

Im Allgemeinen lässt sich eine (parallele, gleichgerichtete) linienverteilte Kraft auf eine Resultierende mit Betrag  $R$  reduzieren.

$$R = \int_0^L q(x) dx$$

Die Resultierende greift im Kräftemittelpunkt  $x_s$  an.

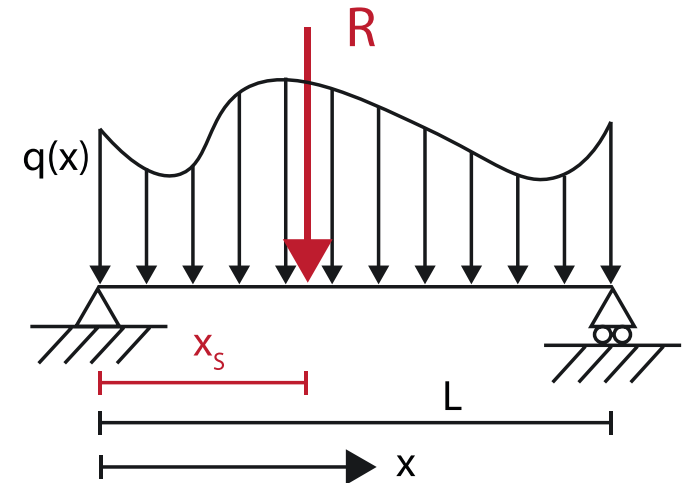
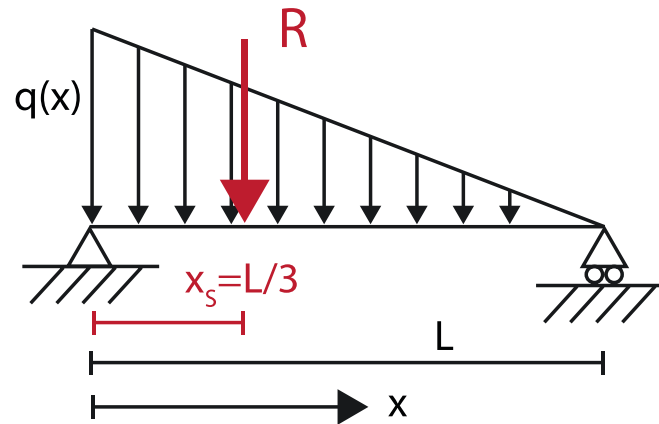
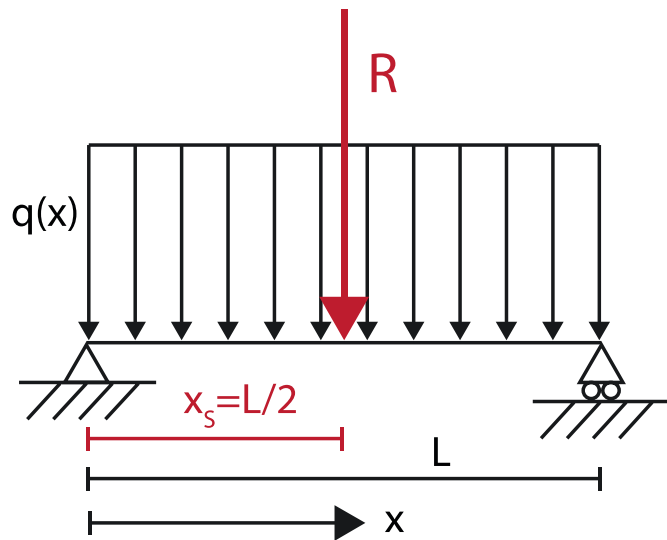
$$x_s = \frac{\int_0^L x \cdot q(x) dx}{\int_0^L q(x) dx} = \frac{\int_0^L x \cdot q(x) dx}{R}$$



# Einführung Schnellübung 9

WH: Linienverteilte Kräfte und Kräftemittelpunkt

Resultierende  $\underline{R}$  und Kräftemittelpunkt  $x_s$





# Einführung Schnellübung 9

## WH: Gleichgewicht

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

2D

$$\sum F_x = \sum F_y = 0$$

$$\sum M_{Az} = 0$$

bei x-y-Koordinatensystem

3D

$$\sum F_x = \sum F_y = \sum F_z = 0$$

$$\sum M_{Ax} = \sum M_{Ay} = \sum M_{Az} = 0$$

bei x-y-z-Koordinatensystem

für jeden beliebigen Punkt A



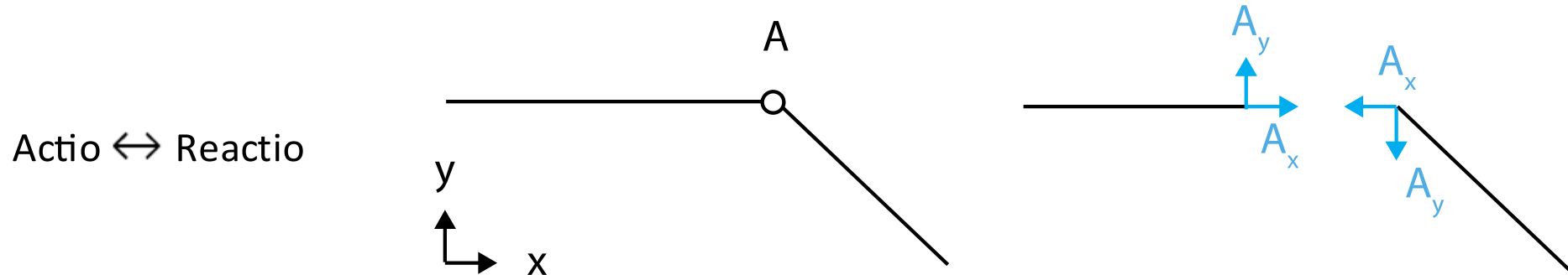
# Einführung Schnellübung 9

## Systemtrennung

An Systemen aus mehreren Körpern, wenn mehr Unbekannte als Gleichungen: Systemtrennung

Die Körper können dann getrennt voneinander betrachtet werden.

Bindungskräfte am Trennungspunkt so einführen, dass sie sich gegenseitig wieder aufheben, wenn man das System zusammenführt.



Systemtrennung ist nur in Punkten der Stäbe sinnvoll, die durch ein Gelenk verbunden sind.

!! Nicht an Verschweissungen !!

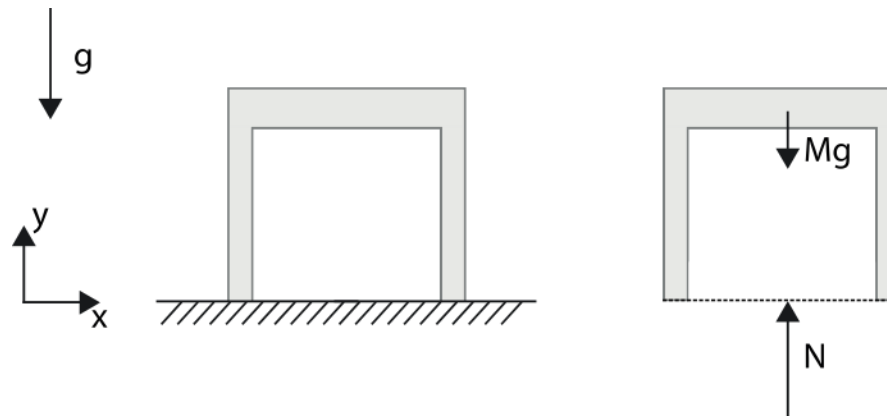


# Einführung Schnellübung 9

## Standfestigkeit

Steht ein Körper auf einer Unterlage, so erfährt dieser an der Berührungsfläche i. A. eine resultierende Normalkraft  $\underline{N}$ .

Der Angriffspunkt der resultierenden Normalkraft ergibt sich aus den Gleichgewichtsbedingungen.  
(Bei einer reibungsbehafteten Unterlage wirkt zusätzlich eine Reibungskraft  $\underline{F}_R$ , siehe später)



# Einführung Schnellübung 9

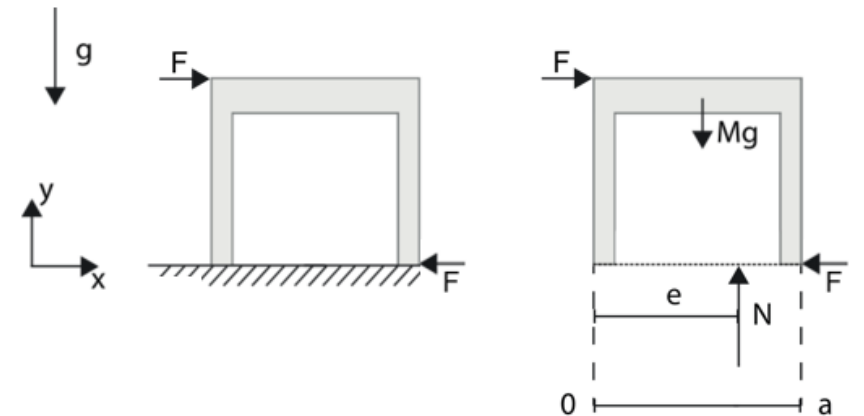
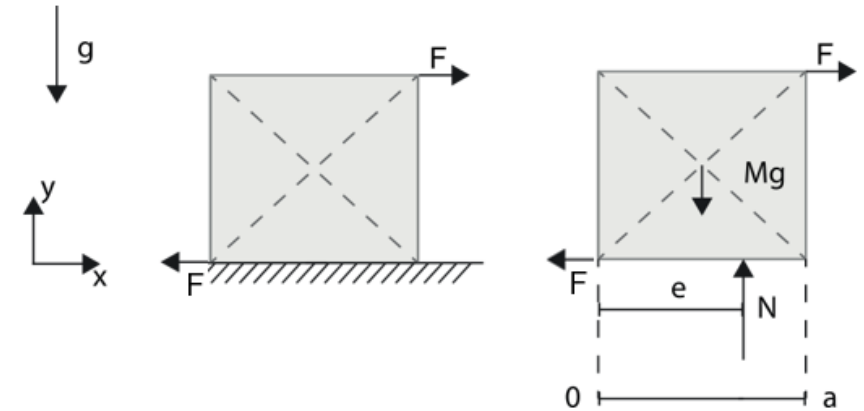


## Standfestigkeit

Kein Kippen des Körpers (Bedingungen für Standfestigkeit):

- Normalkraft greift in der Standfläche an:  
 $0 < e < a$

**Standfläche:** Kleinste konvexe Fläche, die die Berührungsfläche einschliesst



# Tipps Schnellübung 9



## Aufgabe 1

a) Dreieck ABC ist gleichschenkelig



# Tipps Schnellübung 9



## Aufgabe 2

Systemabgrenzung, 3D Bindungskräfte beachten

In B: Kurzes Querlager

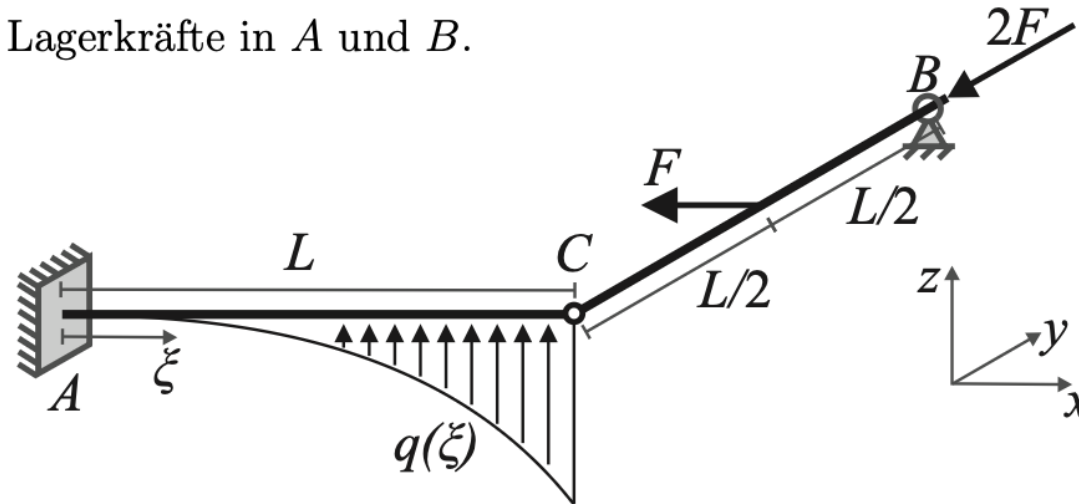


# Schnellübung 9

## Aufgabe 2

Zwei masselose Stäbe (Länge  $L$ ) sind in einem  $90^\circ$  Winkel gelenkig und reibungsfrei miteinander verbunden. Der erste Stab ist in  $A$  fest eingespannt und wird durch eine Linienkraft  $q(\xi) = F \frac{\xi^2}{L^3} \underline{e}_z$  belastet. Der zweite Stab wird in  $B$  durch ein kurzes Querlager abgestützt und am selben Punkt durch eine Kraft  $\underline{F}_1 = -2F \underline{e}_y$  belastet. In der Mitte dieses Stabes greift dazu noch die Kraft  $\underline{F}_2 = -F \underline{e}_x$  an.

Berechnen Sie die Lagerkräfte in  $A$  und  $B$ .



# Tipps Schnellübung 9



## Aufgabe 3

Link zu Integraltrainer im Moodle  
(Rubrik „Informationen zum Mathematischen  
Repetitorium“)

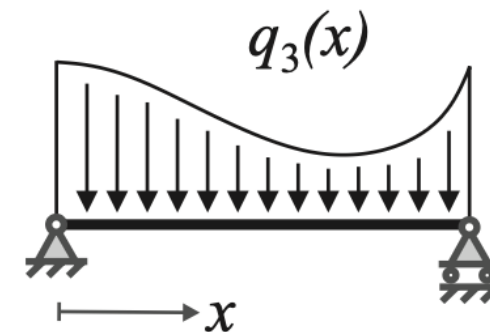
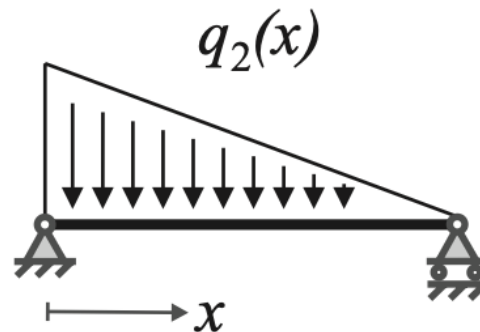
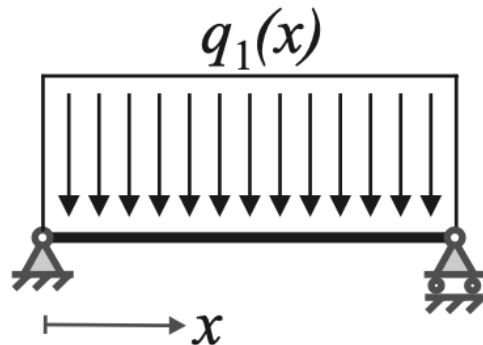


# Schnellübung 9

## Aufgabe 3

Ermitteln Sie Betrag und Angriffspunkt der statisch äquivalenten Ersatzkraft für folgende Linienkräfte, die an einen Stab mit Länge  $L$  angreifen.

$$q_1(x) = \frac{F}{L} \quad q_2(x) = F \left( \frac{1}{L} - \frac{x}{L^2} \right) \quad q_3(x) = F \left( \frac{1}{L} - \frac{3x^2}{L^3} + \frac{3x^3}{L^4} \right)$$





# Tipps Hausübung 9

## Aufgabe 1

- a) Ruhelage, wenn Gleichgewichtsbedingungen (GGB) für jeden starren Körper erfüllt sind
- b) Trennen des Gesamtsystems in Teilsysteme,  $N_1$  und  $N_2$  müssen innerhalb der jeweiligen Standfläche angreifen

## Aufgabe 2

- a) Linienverteilte Kraft reduzieren, Freischneiden und GGB
- b) Bindung in A ist einseitig: Richtung der Bindungskraft?

# Fragen?

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



Whatsapp-Gruppe



**POLYBOX**



Anonymes Feedback