

Schnellübung 9

Mechanik 1 – Kinematik und Statik



Sejohn Uruthiralingam



suruthiralin@ethz.ch
suruthiralin-web.ethz.ch



Einführung Schnellübung 9

WH: Linienverteilte Kräfte und Kräftemittelpunkt

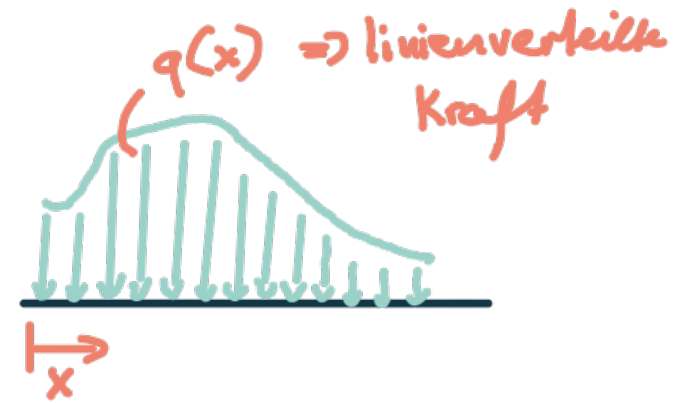
Im Allgemeinen lässt sich eine (parallele, gleichgerichtete) linienverteilte Kraft auf eine Resultierende mit Betrag R reduzieren.

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

Die Resultierende greift im Kräftemittelpunkt x_s an.

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

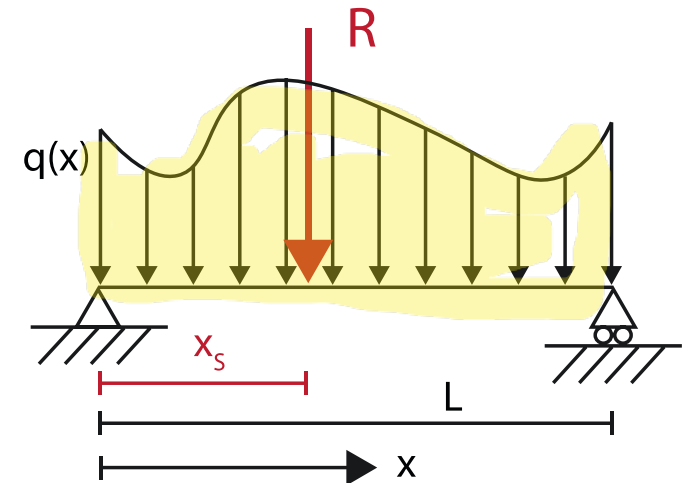
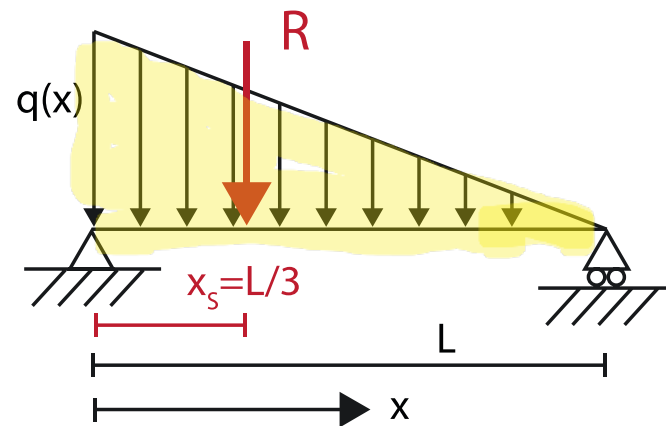
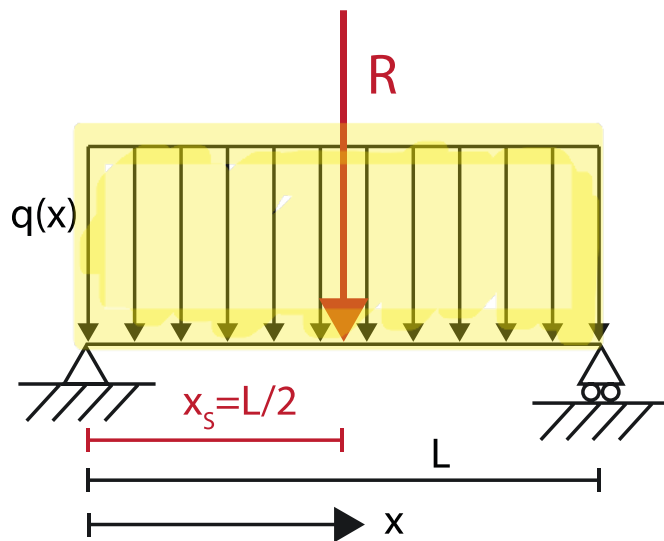
(\approx Notendurchschnitt)



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 *3 Gleichung*

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

bei x-y-Koordinatensystem

3D *6 Gleichung*

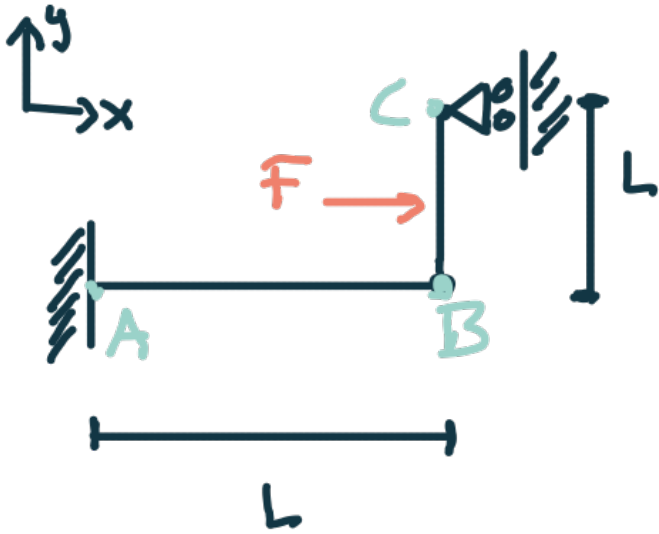
$$\sum F_x = \sum F_y = \sum F_z = 0$$
$$\sum M_{Ax} = \sum M_{Ay} = \sum M_{Az} = 0$$

bei x-y-z-Koordinatensystem

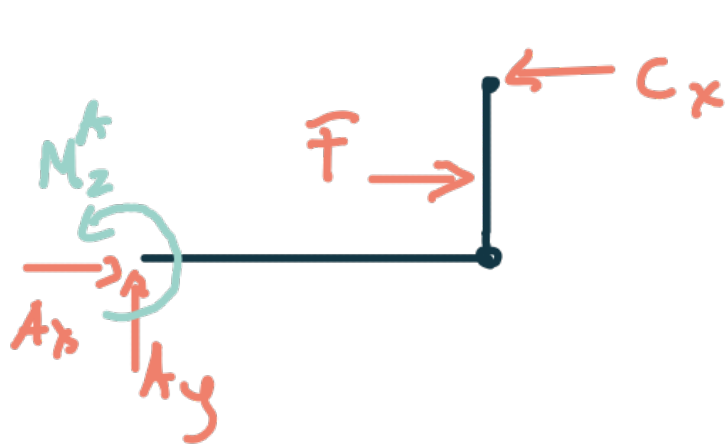
für jeden beliebigen Punkt A



Beispiel:



1) Koordinatensystem



2) Freischnitt

3) GGW \Rightarrow 2D Fall \Rightarrow 3 Gleichung

\Rightarrow 4 Unbekannte

\Rightarrow nicht direkt lösbar

Einführung Schnellübung 9

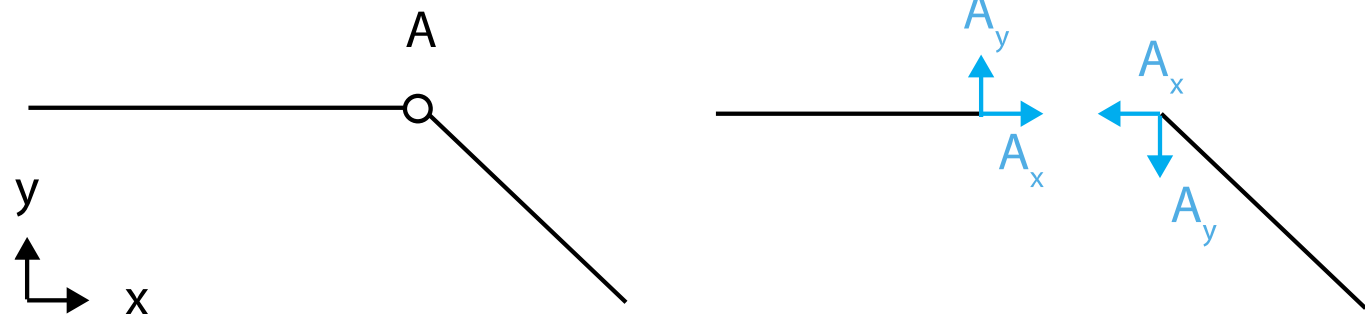
Systemtrennung

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.

Actio \leftrightarrow Reactio



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

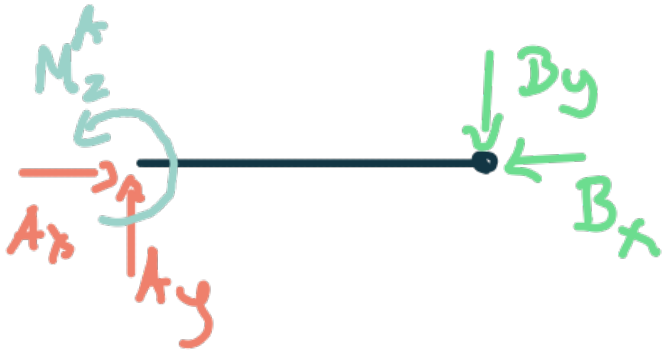
!! Nicht an Verschweissungen !!



Beispiel:

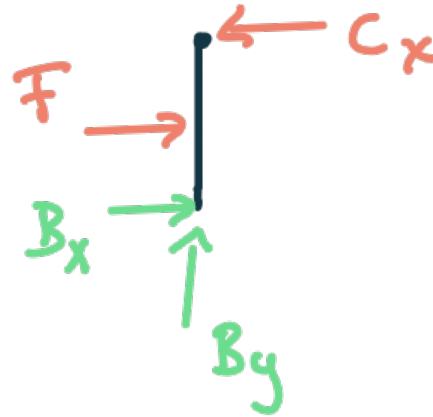
4) Systemtrennung

System 1



3 Gleichung
5-2 Unbekannte

System 2



3 Gleichung
3 Unbekannte

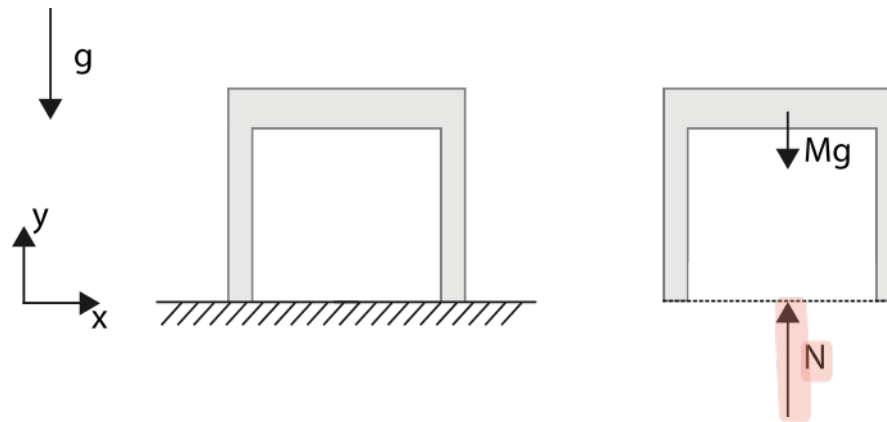


Einführung Schnellübung 9

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)



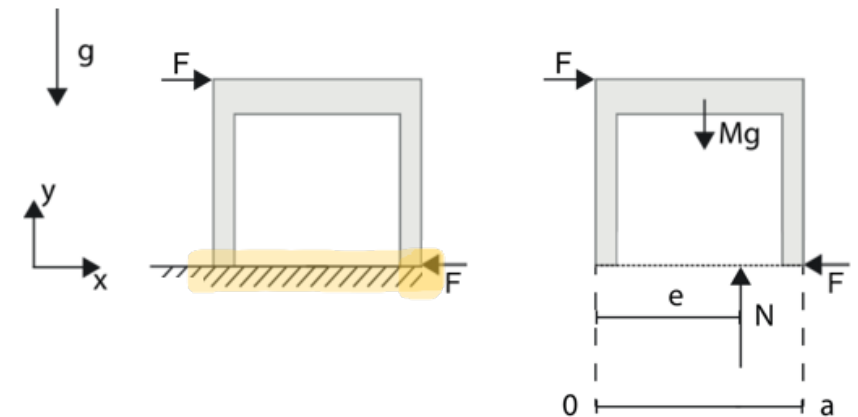
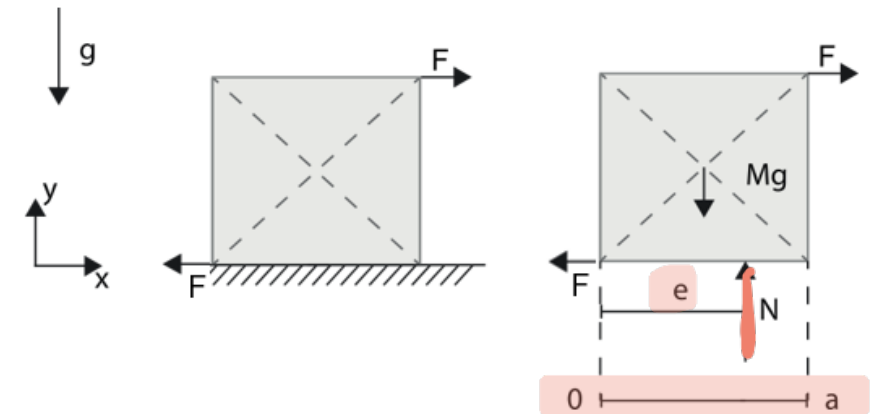
Einführung Schnellübung 9

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



Tipps Schnellübung 9

Aufgabe 3

Link zu Integraltrainer im Moodle

(Rubrik „Informationen zum Mathematischen Repetitorium“)

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?

