

# Schnellübung 11

Mechanik 1 – Kinematik und Statik

Sejohn Uruthiralingam



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

# Einführung Schnellübung 11

Geometrischer Schwerpunkt:

Körper:  $x_s = \frac{\int_K x dV}{V}$     $y_s = \frac{\int_K y dV}{V}$     $z_s = \frac{\int_K z dV}{V}$     $V = \int_K dV$

( $\approx$  Kräfte Mittelpunkt)

Schwerpunkte von mehreren Teilkörpern zusammenfassen:

$$x_s = \frac{\sum V_i x_{s,i}}{V_{ges}} \quad y_s = \frac{\sum V_i y_{s,i}}{V_{ges}} \quad z_s = \frac{\sum V_i z_{s,i}}{V_{ges}}$$

wobei  $V_{ges}$  das Gesamtvolumen,  $V_i$  das Teilvervolumen und  $x_{s,i}, y_{s,i}, z_{s,i}$  die Teilschwerpunkte sind.

Bei konstanter Dichte fallen **geometrischer Schwerpunkt** und **Massenmittelpunkt** zusammen:

$$x_s = \frac{\sum m_i x_{s,i}}{m_{tot}} \quad y_s = \frac{\sum m_i y_{s,i}}{m_{tot}} \quad z_s = \frac{\sum m_i z_{s,i}}{m_{tot}}$$

wobei  $m_{tot}$  die Gesamtmasse und  $m_i$  die Teilmassen sind.

Symmetrie!



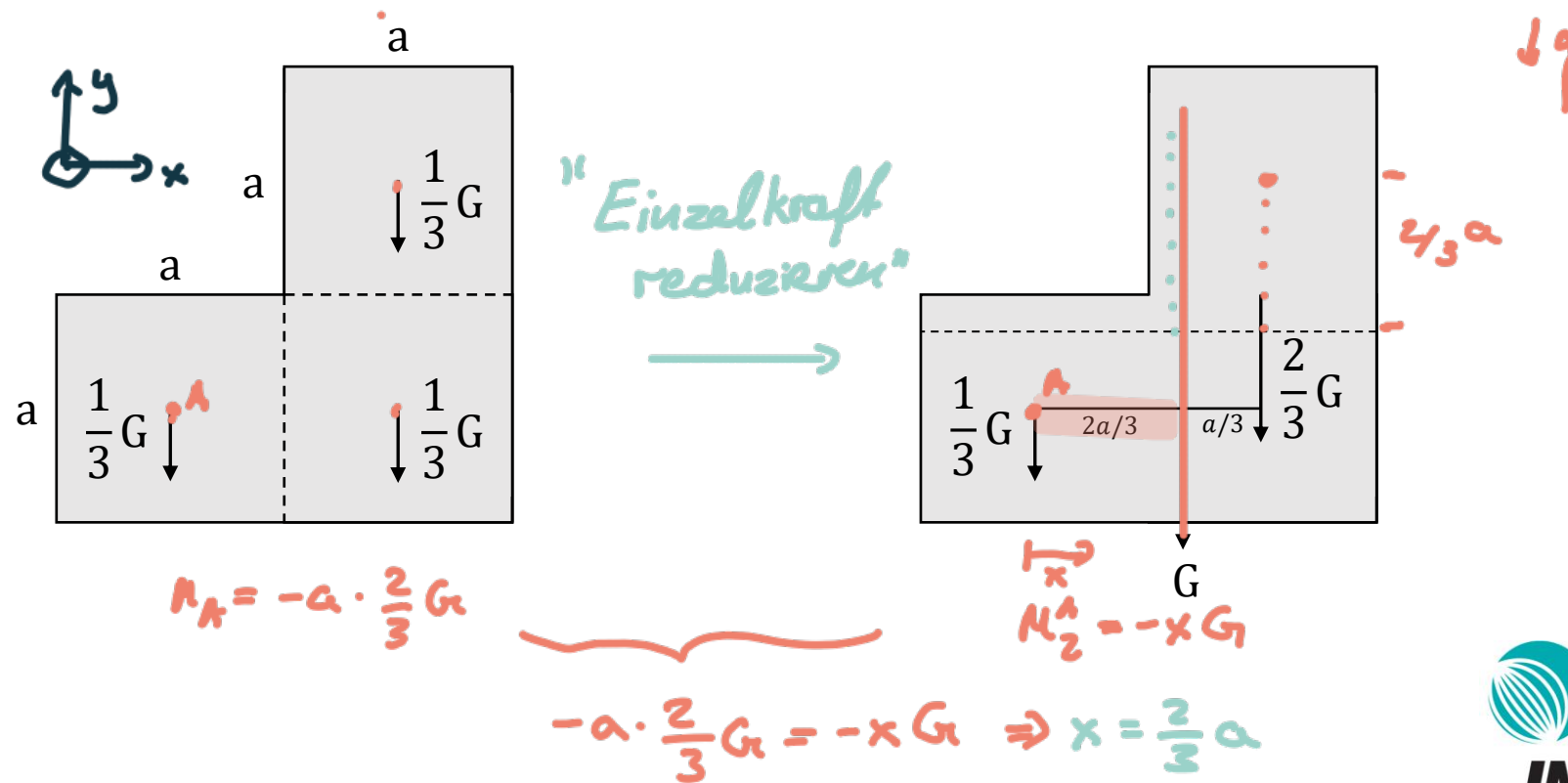
**IMES**

Institute for Mechanical Systems  
Institut für Mechanische Systeme

# Einführung Schnellübung 11

In welchem Punkt muss die Einzelkraft eingeführt werden, sodass in einem beliebigen Punkt das gleiche Moment herrscht.

Schwerpunkt eines homogenen Körpers mit Gewicht  $G$



# Einführung Schnellübung 11

## Reibung

In reellen Systemen tritt in der **Berührungsfläche** zwischen zwei Körpern immer Reibung auf.

Man unterscheidet zwischen **Haft-** und **Gleitreibung**:

### Haftreibung:

$$|\underline{F}_R| < \mu_0 |\underline{N}|$$

mit Haftreibungszahl  $\mu_0$

**Achtung:** Ungleichung kann nicht zum Berechnen der Kräfte am System verwendet werden.

### Gleitreibung:

$$|\underline{F}_R| = \mu_1 |\underline{N}|$$

mit Gleitreibungszahl  $\mu_1$

Eine zusätzliche Gleichung für die Lösung des Systems.

Die Gleichgewichtsbedingungen gelten auch für einen Körper im homogenen Bewegungszustand.

keine Beschränkung



**IMES**

Institute for Mechanical Systems  
Institut für Mechanische Systeme

# Einführung Schnellübung 11

## Prozedere Reibung

1. Systemabgrenzung
2. Berührungsfläche identifizieren und Reibungskraft entgegen (voraussichtlicher) Bewegung einführen. Unbekannte:  $\underline{N}$ ,  $\underline{F}_R$  und  $e$
3. GGB
4. In Haftreibungsgesetz zur Diskussion einsetzen  
oder
5. Gleitreibungsgesetz für zusätzliche Gleichung

} Neu !



# Tipps Schnellübung 11

## Aufgabe 1

- Normalkraft:
  - Einführen der Normalkraft innerhalb der Standfläche  $(x_N, y_N)$
- Schwerpunkt:
  - y und z Komponenten sehr einfach
  - Teilkörper betrachten



# Tipps Schnellübung 11

## Aufgabe 2

a) Richtung der Normalkräfte?

Für Momenten-GGW: Gewichtskraft  $\underline{G}$  in Komponenten entlang Würfelkanten zerlegen

b) Richtungssinn der Reibungskräfte?



# Tipps Schnellübung 11

## Aufgabe 3

- Richtung der Normalkräfte?
- Richtungssinn der Reibungskraft?



# Tipps Hausübung 11

## Aufgabe 1

## Aufgabe 2

- Komponenten der Flächenkraft (Abhängigkeit von  $\phi$  beachten)
- Flächenkraftdichte  $\underline{s} \rightarrow \underline{F} = \iint_M \underline{s} dA$  (über Mantelfläche), Vektor in kartesischer Basis ausdrücken
- Um mit einem Winkel  $\phi$  über die Länge zu integrieren, wird  $R$  benötigt:  $Rd\phi$

## Aufgabe 3

- Symmetrisch bezüglich der Geraden  $x = y$
- Variable für den Abstand des Schwerpunkts in Geradenrichtung einführen
- Berechnung des Schwerpunkts mittels Formel

