



Schnellübung 7

Mechanik 1 – Kinematik und Statik

Mark Fischer

HS 2025



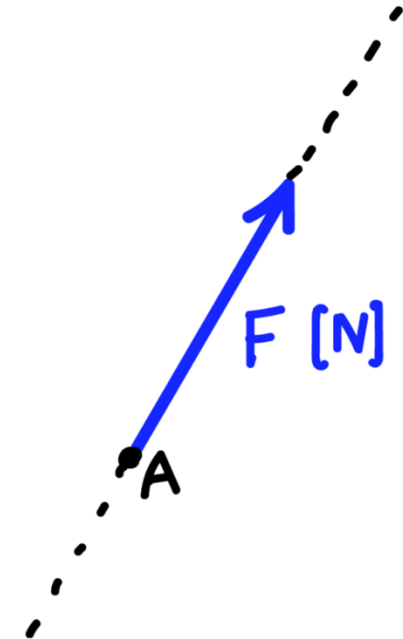
Einführung Schnellübung 7

WH: Kraft

Charakterisiert durch:

- Angriffspunkt A
- Richtung
- Betrag (in Newton [N])
- Wirkungslinie: Gerade durch A parallel zum Vektor
→ **Verschiebungssatz**

Verschiebungssatz: Die Kraft \underline{F} kann entlang ihrer Wirkungslinie beliebig verschoben werden, ohne dass sich das Moment der Kraft bezüglich eines beliebigen Punktes verändert.

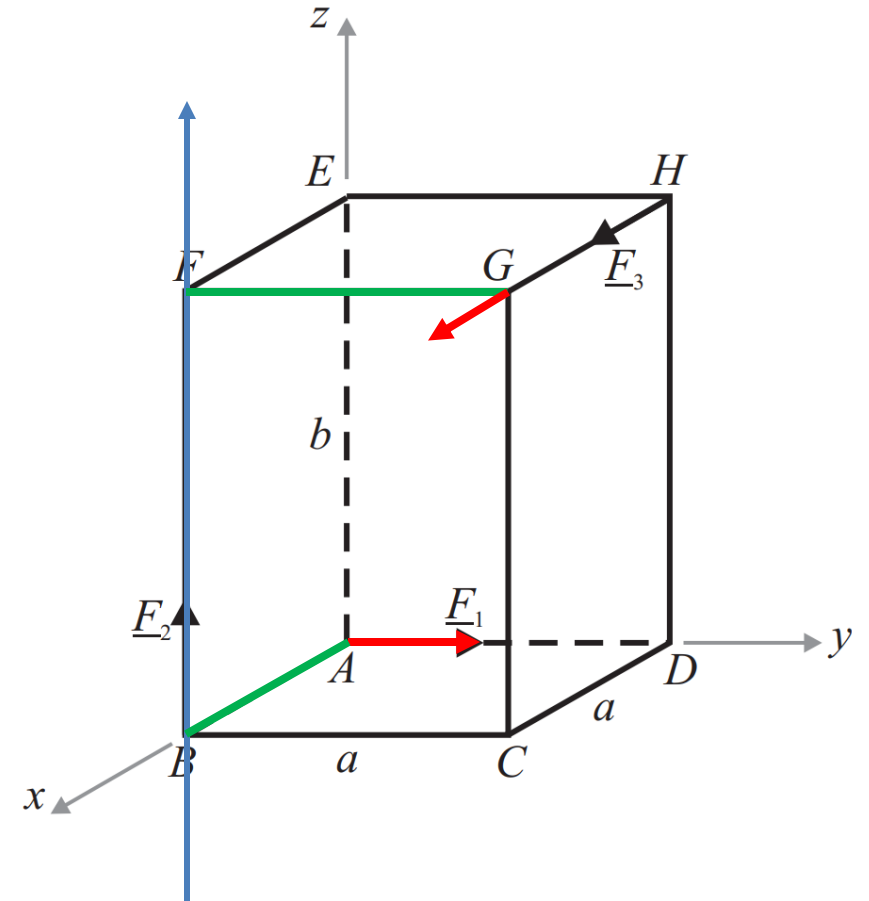




Einführung Schnellübung 7

WH: Moment

- Definition: $\underline{M}_O = \underline{OA} \times \underline{F} = \underline{F} \times \underline{AO}$
- Hilfsmittel zur Berechnung:
 1. F entlang Wirkungslinie verschieben bis $F \perp r \perp M_O$
 2. Moment mit $M_O = F \cdot r$ berechnen
 3. Richtung aus Rechte-Hand-Regel





Einführung Schnellübung 7

Dynamik der Kräftegruppe $\{A_i | \underline{\mathbf{F}}_i\}$

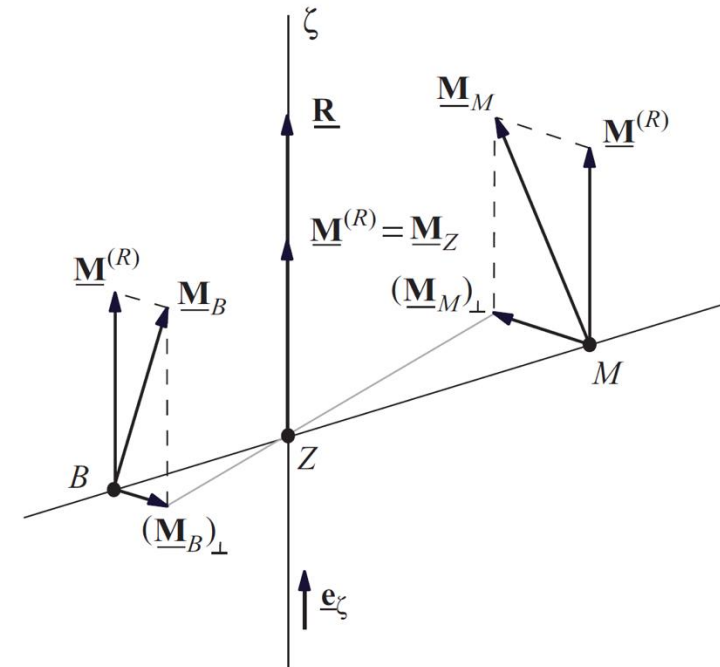
- Resultierende
$$\underline{\mathbf{R}} = \sum_i \underline{\mathbf{F}}_i$$
 - Moment einer Kräftegruppe (in Punkt B)
$$\underline{\mathbf{M}}_B = \sum_i \underline{\mathbf{F}}_i \times \underline{A_i B}$$
- **Dynamik in beliebigem Punkt B:** $\{\underline{\mathbf{R}}, \underline{\mathbf{M}}_B\}$



Einführung Schnellübung 7

Vergleich Statik & Kinematik

$\{\underline{R}, \underline{M}_B\}$		$\{\underline{\omega}, \underline{v}_B\}$
\underline{R}	1. Invariante	$\underline{\omega}$
\underline{M}_B	Punktgebundener Vektor	\underline{v}_B
$\underline{M}_A = \underline{M}_B + \underline{R} \times \underline{BA}$		$\underline{v}_A = \underline{v}_B + \underline{\omega} \times \underline{BA}$
$\{\underline{R}, \underline{M}^{(R)}\}$	auf ζ , Zentralachse	$\{\underline{\omega}, \underline{v}_\omega\}$
2. Invariante		





Einführung Schnellübung 7

Reduktionssatz

Eine Kräftegruppe $\{A_i | \underline{\mathbf{F}}_i\}$ lässt sich immer reduzieren auf ihre Dynam $\{\underline{\mathbf{R}}, \underline{\mathbf{M}}_B\}$ in einem beliebigen Punkt B .

Sonderfälle

- 1) Reduktion einer Kräftegruppe mit $\underline{\mathbf{R}} \neq \underline{\mathbf{0}}$ auf eine Einzelkraft $\underline{\mathbf{R}}$ auf Zentralachse ζ
Nur möglich, falls $\underline{\mathbf{M}}^{(R)} = \underline{\mathbf{0}} \rightarrow \underline{\mathbf{R}} \cdot \underline{\mathbf{M}}_B = 0$. Dies gilt in folgenden Fällen:
 - $\underline{\mathbf{M}}_B = \underline{\mathbf{0}} \rightarrow B \in \zeta$
 - $\underline{\mathbf{M}}_B \perp \underline{\mathbf{R}}$ (Parallele Kräfte oder ebenes Problem \rightarrow Fachwerk)
- 2) Reduktion einer Kräftegruppe mit $\underline{\mathbf{R}} = \underline{\mathbf{0}}$ auf ein Kräftepaar $\underline{\mathbf{M}} = \underline{\mathbf{M}}_B$ (unabhängig von Bezugspunkt)



Einführung Schnellübung 7

Kräftegleichgewicht

Kräftegruppe in Gleichgewicht

→ Gleichgewichtsbedingungen (GGB):

$$\sum_i \underline{\mathbf{F}}_i = 0$$

$$\sum_i \underline{\mathbf{M}}_{B_i} = 0$$

2D: 2F & 1M
3D: 3F & 3M

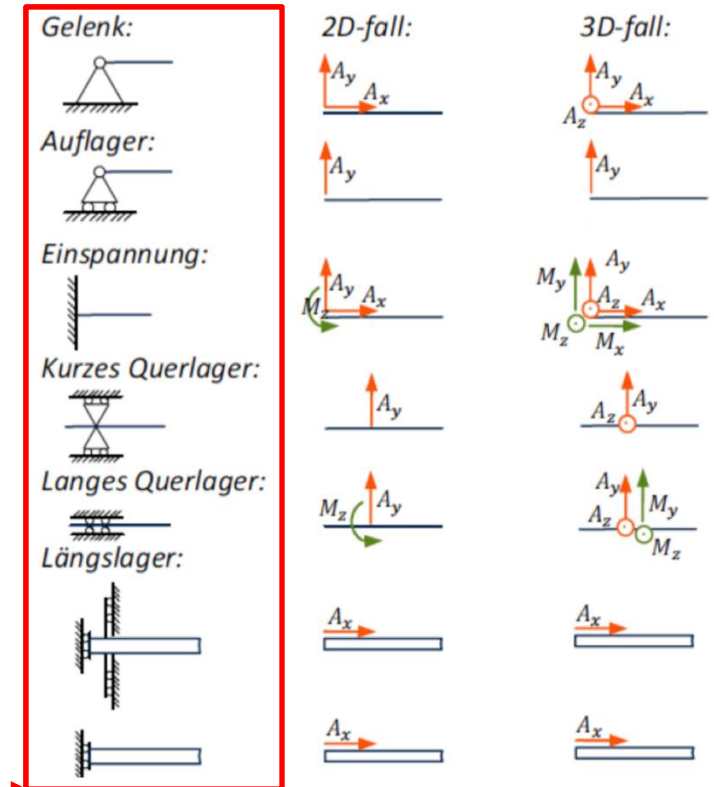


Einführung Schnellübung 7

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 →



Tipps Schnellübung 7

Aufgabe 1:

1. «Reduktion auf Einzelkraft» → Reduktionssatz
2. **Frage:** Muss der gesuchte Punkt im Körper sein?

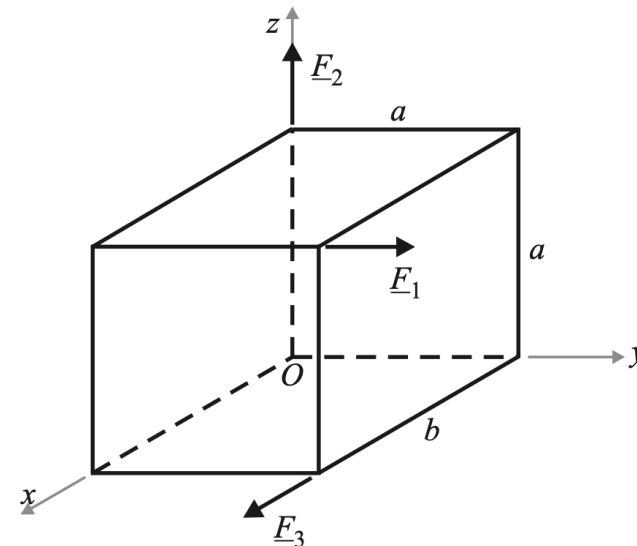


Schnellübung 7

Aufgabe 1

Die Kräfte $\underline{F}_1 = P\underline{e}_y$, $\underline{F}_2 = P\underline{e}_z$ und $\underline{F}_3 = P\underline{e}_x$ greifen gemäss Abbildung an einem starren Quader (Kantenlängen b , a , a) an.

1. Wie muss a bei gegebenem b gewählt werden, damit sich die Kräftegruppe auf eine Einzelkraft reduzieren lässt?
2. In welchem Punkt muss die Einzelkraft eingeführt werden, wenn sie der gegebenen Kräftegruppe statisch äquivalent sein soll?
3. Geben Sie die Dyname im Punkt $(a, 0, a)$ an.





Tipps Schnellübung 7

Aufgabe 2:

- GGB aufstellen (intelligente Wahl des Punktes vereinfacht Rechenaufwand)

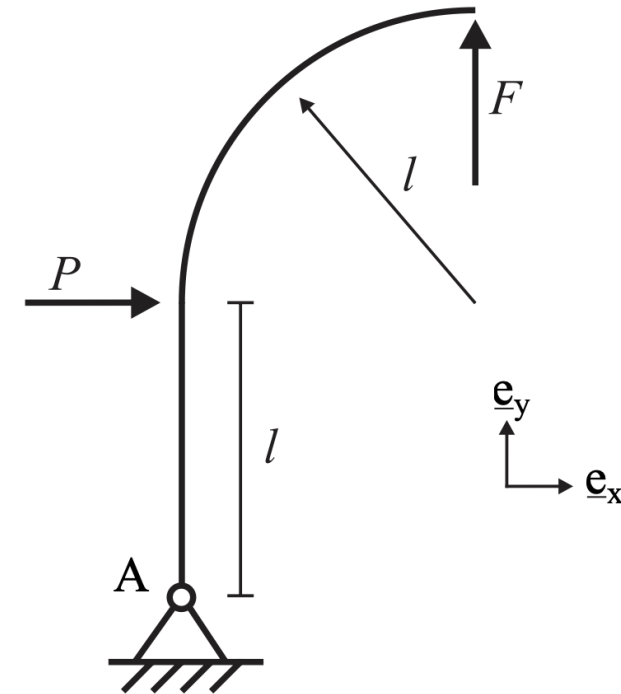


Schnellübung 7

Aufgabe 2

Am abgebildeten, reibungsfrei gelagerten System greift eine Kraft P an. Am Gelenk in A greifen die Lagerkräfte $A_x \underline{e}_x$ und $A_y \underline{e}_y$ an.

Wie gross muss die Kraft F gewählt werden, damit die Kräftegruppe aller Kräfte am System im Gleichgewicht ist?



Tipps Schnellübung 7



Aufgabe 3:

- Zuerst gut die Skizze studieren

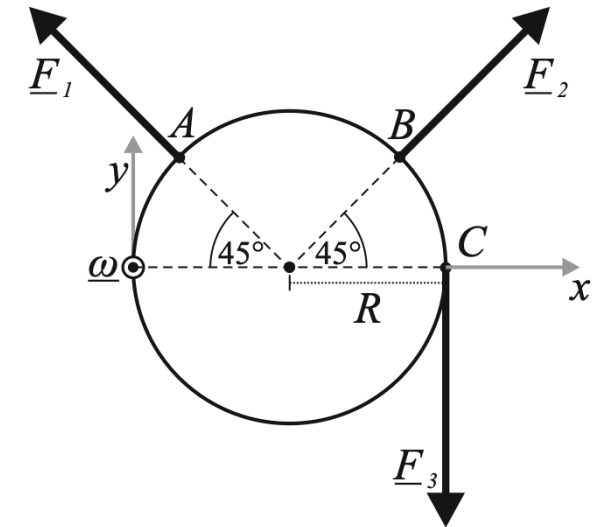
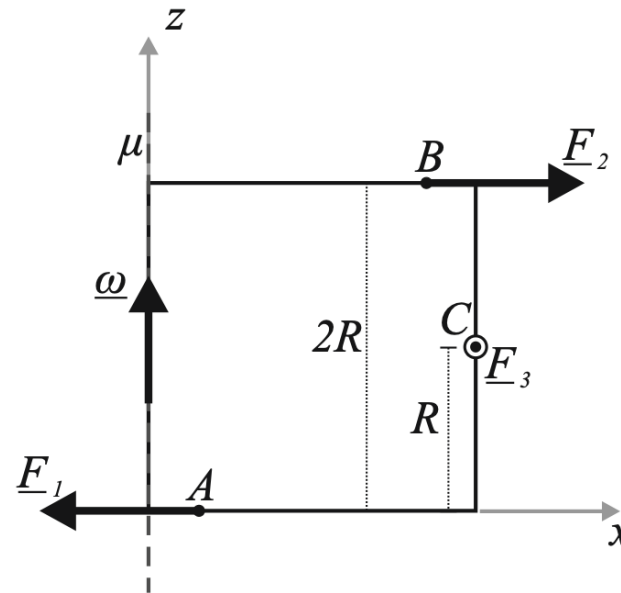


Schnellübung 7

Aufgabe 3

Ein Kreiszyylinder mit dem Radius R und der Höhe $2R$ dreht sich um eine Mantellinie μ mit der Rotationsgeschwindigkeit $\underline{\omega}$ vom Betrag ω . Auf ihn wirkt eine Kräftegruppe G , die gemäss Figur aus den drei Kräften \underline{F}_1 , \underline{F}_2 und \underline{F}_3 mit den Beträgen F , F bzw. $\sqrt{2}F$ besteht.

Berechnen Sie die Leistung dieser Kräfte auf mindestens zwei Arten.





Tipps Hausübung 7

Aufgabe 1:

- Gleichung für Leistung in B mit Hilfe von allgemeiner Bewegungsgleichung
- Welche Vektoren sind parallel/senkrecht und was heisst das für ihr Skalar-/Kreuzprodukt?

Aufgabe 2:

- Verschiebungssatz: Kräfte können entlang ihrer Wirkungslinie verschoben werden

Aufgabe 3:

- Leistung auf zwei Varianten berechnen:
 - Komponentenweise vektoriell
 - Dynamik der Kräftegruppe in einem Punkt bestimmen, daraus Leistung berechnen

Fragen?

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



Whatsapp-Gruppe



POLYBOX



Anonymes Feedback