

Schnellübung 10

Mechanik 1 – Kinematik und Statik



Sejohn Uruthiralingam



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



Einführung Schnellübung 10

Ideale Fachwerke

- Stäbe
 - Starr
 - Gewichtlos
- Knoten
 - An Stab-Enden
 - Reibungsfreie Gelenke
- Äussere Kräfte
 - Greifen nur an Knoten an



→ Bestehen aus Pendelstützen (Kräfte nur in Stabrichtung)

→ Oftmals Stabkräfte in ebenen Fachwerken gesucht („zur Dimensionierung“)



Einführung Schnellübung 10

Typische Problemstellung

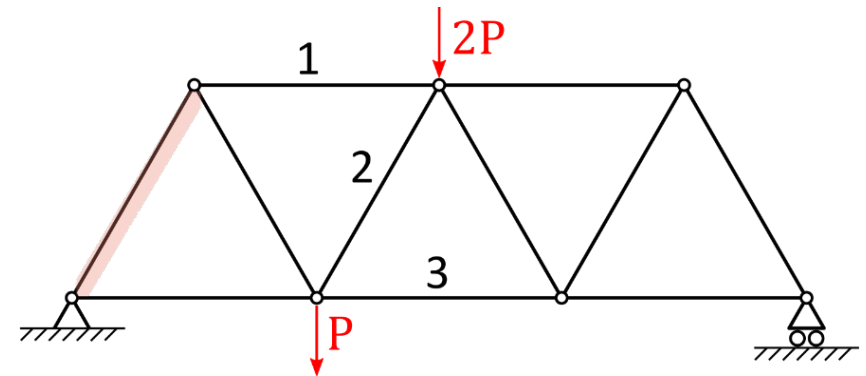
Gesucht:

Kraft in einem oder mehreren Stäben

Methoden:

3

- Dreikräftechnitt
- Knotengleichgewicht
- Prinzip der virtuellen Leistung (PdvL)

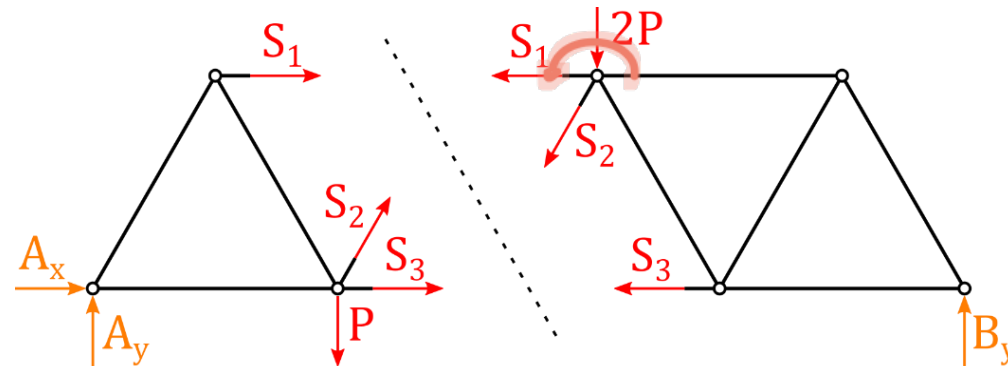


Einführung Schnellübung 10

Drekräfteschnitt

1. Lagerkräfte bestimmen
2. 3 unbekannte Stäbe schneiden und Stabkräfte einführen (vom Knoten weg) \Rightarrow nicht im gleichen Knoten
3. Auflösen mit GGB (1 Gleichung liefert direkt die gesuchte Stabkraft, oft Momentenbedingung)

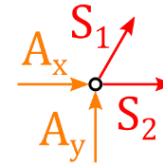
$$\downarrow \sum M_2^D = 0$$



Einführung Schnellübung 10

Knotengleichgewicht

1. Lagerkräfte bestimmen (GGB)
2. Alle Stabkräfte als Zugkräfte einführen (vom Knoten weg)
3. Kräftegleichgewicht an jedem Knoten aufstellen und auflösen \Rightarrow GGB \Rightarrow 2.Gl.



$$R_x: 0 = A_x + S_2 + \frac{1}{2}S_1$$

$$R_y: 0 = A_y + \frac{\sqrt{3}}{2}S_1$$



Einführung Schnellübung 10

Prinzip der virtuellen Leistung (PdvL)

- Vorgehensweise:
 1. Stab entfernen und durch Stabkräfte ersetzen → Mechanismus
 2. Virtuelle Bewegung wird eingeführt (\tilde{v} , $\tilde{\omega}$)
 3. Für Ruhelage → virtuelle Gesamtleistung $\tilde{P} = 0$
- Liefert eine Gleichung zur Bestimmung der gesuchten Stabkraft



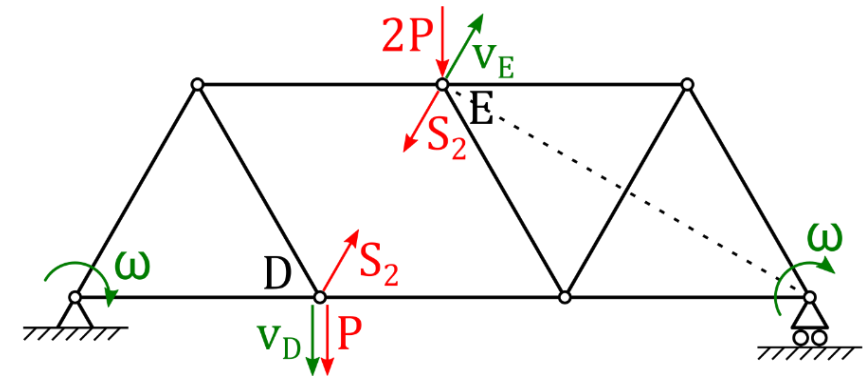
Einführung Schnellübung 10

PdVL für Stabkräfte

- Lagerkräfte irrelevant, falls virtuelle Bewegung am Mechanismus zulässig*

1. Stab entfernen und Stabkräfte einführen
2. Zulässige virtuelle Bewegung einführen
3. Starrkörper identifizieren
4. Bestimmung der Geschwindigkeiten der Knoten, an denen Kräfte angreifen

5. PdVL: $\tilde{P} = \sum \underline{F} \cdot \underline{\tilde{v}} = 0$



*Eine Bewegung ist zulässig, wenn sie keine Lagerbindungen (inklusive einseitige Bindungen) verletzt.

Auch $\underline{v} = 0$ ist eine zulässige Bewegung für einen Körper

Einführung Schnellübung 10

PdVL für Stabkräfte

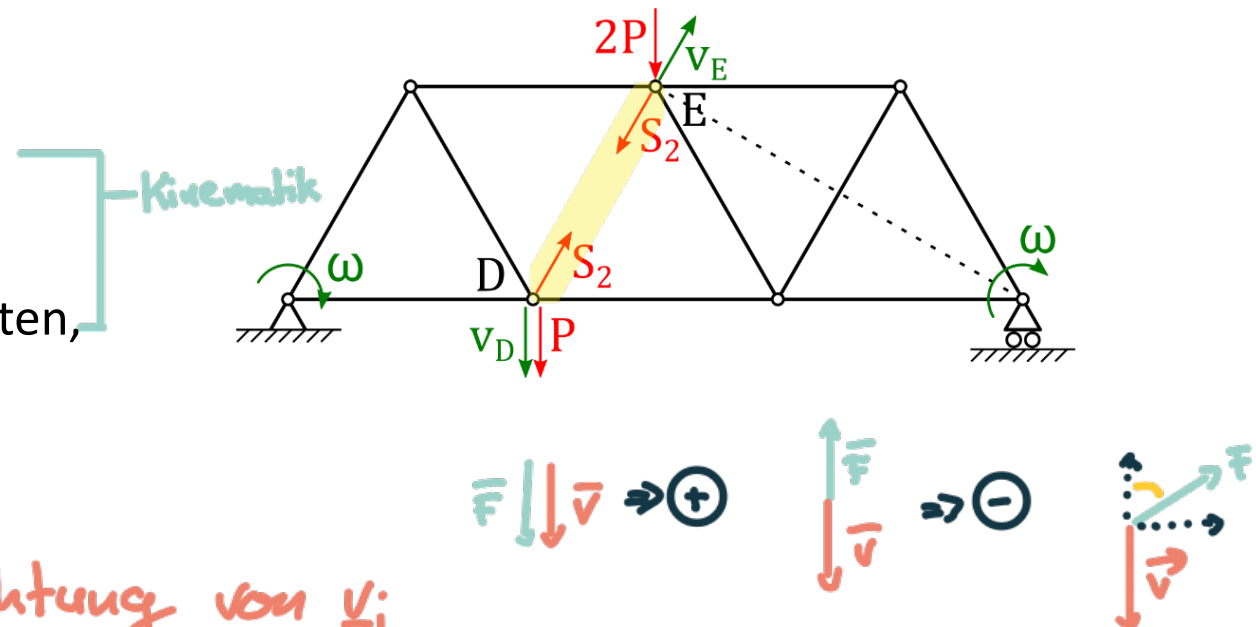
- **Lagerkräfte irrelevant**, falls virtuelle Bewegung am Mechanismus zulässig

1. Stab entfernen und Stabkräfte einführen
2. Zulässige **virtuelle Bewegung** einführen
3. Starrkörper identifizieren
4. Bestimmung der Geschwindigkeiten der Knoten, an denen Kräfte angreifen

5. PdVL: $\tilde{P} = \sum \underline{F} \cdot \underline{\tilde{v}} = 0$

Skalarprodukt
 $|\underline{F}| \cdot |\underline{v}| \cdot \cos(\alpha)$

\Rightarrow Nur Kräfte in Richtung von \underline{v}_i tragen einen Beitrag zur Leistung



Einführung Schnellübung 10

Allgemeine Tipps und Tricks

- Stabkraft immer vom Knoten weg einführen!
→ $S > 0$ entspricht Zug
- Parallelogrammregel, SdpG, SvMZ
- Komponentenweise Bestimmung von Geschwindigkeiten (x,y) häufig von Vorteil (nur für Skalarprodukt benötigte Komponenten berechnen!)



Tipps Schnellübung 10

Aufgabe 1

- Linienlast für jeden Stab einzeln reduzieren (und wieder kombinieren)
- DG und GC sind keine Pendelstützen, jedoch sind alle anderen Stäbe gemäss Annahmen für ideales Fachwerk analysierbar



Tipps Schnellübung 10

Aufgabe 2

- Zulässige Geschwindigkeit einführen: Welche Bewegungen verletzen die Bedingungen nicht?



Tipps Schnellübung 10

Aufgabe 3

- Alle 3 Methoden anwendbar



Tipps Hausübung 10

- Methode je nach Angemessenheit (Effizienz) wählen
- Auch der Zustand $\underline{v} = 0$ ist eine zulässige Bewegung für einen Körper
- Siehe auch Kolloquium

