

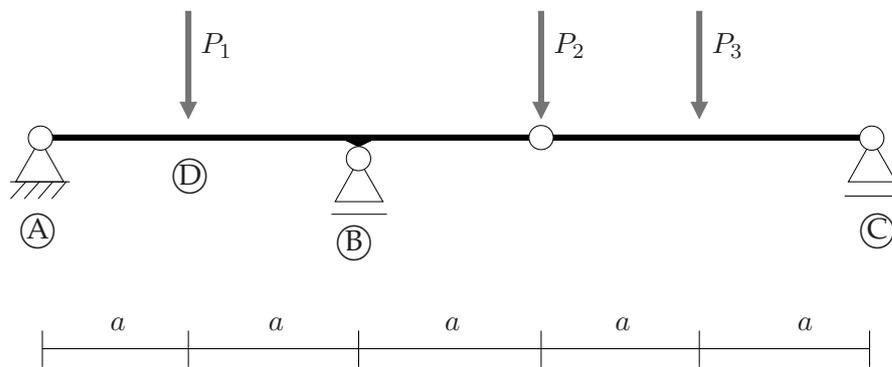


## Hausübung 1

### Aufgabe 1: Prinzip der virtuellen Verschiebung (P.v.V.)

Das vorliegende Beispiel soll zeigen, dass anstelle der Gleichungsbedingungen der Statik auch mit dem Prinzip der virtuellen Verschiebungen Reaktionskräfte berechnet werden können. Um den Rechenaufwand klein zu halten, wird ein statisch bestimmtes System gewählt.

Ein statisch bestimmter Gelenkbalken wird mit drei Einzelkräften  $P_1 = P_2 = P_3 = P$  wie dargestellt belastet.

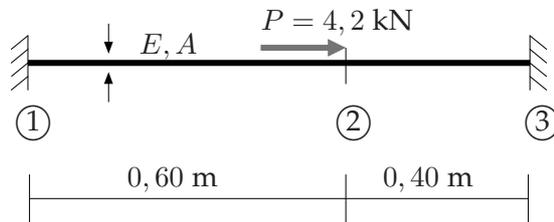


- 1) Für die Ermittlung der Auflagerreaktion im Knoten (B) sind folgende Teilaufgaben zu lösen:
  - a) Geben Sie das kinematische System für die Ermittlung der Auflagerkraft  $B$  an.
  - b) Zeichnen Sie die virtuelle Verschiebungsfigur zur Berechnung der Auflagerkraft  $B$
  - c) Zeichnen Sie das Kraftsystem und schreiben Sie die Arbeitsgleichung an.
  - d) Berechnen Sie die Reaktionskraft  $B$  mit dem Prinzip der virtuellen Verschiebung.
  - e) Überprüfen Sie ihr Ergebnis mit Hilfe der Gleichgewichtsbedingungen.
- 2) Berechnen Sie das Biegemoment im Knoten (D) des Balkens (A)-(B)-(C). (Wie Aufgabe 1 bearbeiten)
- 3) Was ist der Vorteil der Lösung mit Hilfe des Prinzips der virtuellen Verschiebung (P.v.V.) im Vergleich zum Schnittprinzip und den Gleichgewichtsbedingungen?
- 4) Was ist von Nachteil, wenn das P.v.V. den Gleichgewichtsbedingungen vorgezogen wird?

Hinweis: Da es sich um die Bestimmung der Auflagerreaktion von einem statisch bestimmten System handelt, können Sie die Einzelstäbe als starre Körper behandeln.



**Aufgabe 2: Berechnung der Knotenverschiebung mit dem P.v.V.**



$$E = 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$
$$A = 8 \text{ cm}^2$$

Berechnen Sie mit Hilfe des P.v.V. die Verschiebung der Lasteinleitungsstelle des dargestellten Dehnstabs.

- 1) Nehmen Sie in den beiden Stäben ① - ② und ② - ③ jeweils einen linearen Verschiebungsverlauf  $u(x)$  an.
- 2) Berechnen Sie daraus die Verschiebungsableitung und deren erste Variation nach der Knotenverschiebung  $u_2$ .
- 3) Setzen Sie Verschiebungsableitung und deren Variation in das P.v.V. ein und berechnen Sie daraus die Knotenverschiebung  $u_2$ .
- 4) Zeichnen Sie den Verlauf des Verschiebungsfeldes  $u(x)$  entlang der Stabachse.
- 5) Ermitteln Sie den Dehnungsverlauf  $\varepsilon(x)$  und den Normalkraftverlauf  $N(x)$  und stellen Sie beide Ergebnisse graphisch dar.
- 6) Kontrollieren Sie das Gleichgewicht des Stabs ① - ② - ③.