

Master-Prüfung des WS 2022/23  
**Stahlbau II / Verbundbau**  
(Modul BIM-K5)

|                      |                    |                    |                |
|----------------------|--------------------|--------------------|----------------|
| Datum:<br>01.02.2023 | Zeit:<br>10:00 Uhr | Dauer:<br>120 min. | Raum:<br>C 205 |
| Name:                | Vorname:           |                    | Matr.-Nr.:     |

- Hinweis:**
- Bewertet werden nur eindeutige, nachvollziehbare Lösungen.
  - Sofern Sie andere als die in der Vorlesung vorgestellten Bemessungshilfen verwenden, geben Sie bitte die Quelle an.
  - Kennzeichnen Sie alle Blätter mit einer Seitennummer und Ihrem Namen.

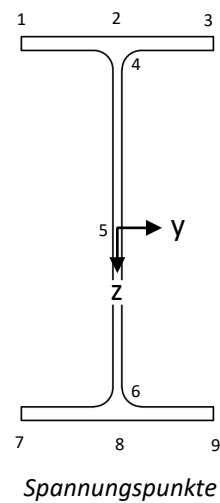
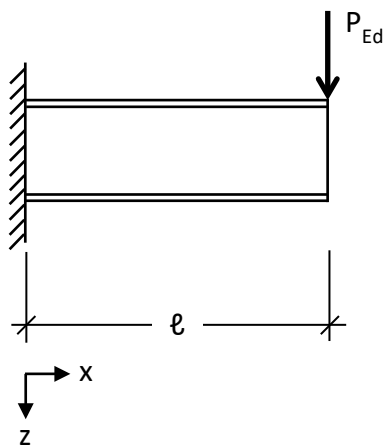
|               | Bewertung        |                   |            |
|---------------|------------------|-------------------|------------|
| Aufgabe:      | Mögliche Punkte: | Erreichte Punkte: | Anmerkung: |
| 1             | 41               |                   |            |
| 2             | 39               |                   |            |
| 3             | 40               |                   |            |
| Gesamtpunkte: | 120              |                   |            |
|               | Note:            |                   |            |

## Aufgabe 1: Elastische Spannungsberechnung

(41 Punkte)

### Gegeben:

- Kragarm unter Einzellast gemäß Skizze.
- Bemessungslast:  $P_{Ed} = 100 \text{ kN}$
- Lastangriff bezogen auf den Schubmittelpunkt:  $e_y = +1 \text{ cm}; e_z = -15 \text{ cm}$
- Trägerprofil: IPE 300 – S235
- Kragarmlänge  $\ell = 0,9 \text{ m}$



### Gesucht:

- a) Geben Sie alle für die nachfolgende Bemessung relevanten Querschnittswerte an. Soweit vorhanden, dürfen Tabellenwerte verwendet werden. Fehlende Querschnittswerte sind am „dünnwandigen Querschnitt“ zu ermitteln.
- b) Berechnen Sie für die angegebene exzentrische Belastung alle relevanten Schnittgrößen und deren Verlauf entlang des Kragarms nach Theorie I. Ordnung. Sofern Sie Bemessungshilfen verwenden, sind alle Werte auf der sicheren Seite abzuschätzen.
- c) Ermitteln Sie die elastischen Spannungen im Querschnitt an der Einspannstelle und geben Sie die Größe einer jeden einzelnen Spannungskomponente sowie der resultierenden von-Mises-Vergleichsspannung in den o. a. Spannungspunkten 1 bis 9 an und skizzieren Sie deren Verlauf. Die Spannungen sind dabei für die Profilmittellinie zu ermitteln.

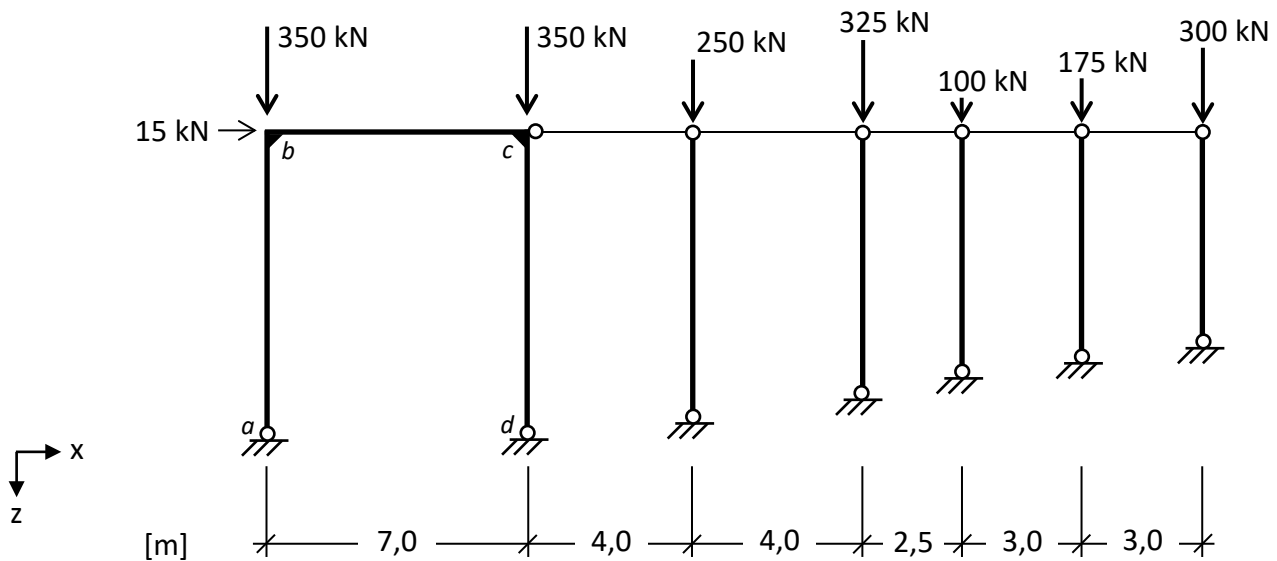
Hinweis: Die Exzentrizität  $e_z$  kann bei einer Berechnung nach Theorie I. Ordnung vernachlässigt werden.

**Aufgabe 2:**

(39 Punkte)

**Theorie II. Ordnung + Stabilitätsnachweis**Gegeben:

- Zweigelenkiger Portalrahmen mit angependelten Stützen unter Last gemäß Skizze.
- Riegelprofil: IPE 600 – S235
- Stützenprofile: HEB 360 – S235
- Stützhöhe – Rahmen:  $L_S = 8,0$  m
- Stützhöhe – Pendelstützen: jeweils um 50 cm kürzer als die linke Nachbarstütze

Gesucht:

- a) Ermitteln Sie die nach Norm zu berücksichtigende globale Anfangsschiefstellung der Stützen und rechnen Sie die äquivalente horizontale Ersatzlast aus.
- b) Ermitteln Sie die Schnittgrößen im Rahmen sowie die horizontale Verschiebung im Rahmeneck  $c$  nach Theorie I. Ordnung unter Berücksichtigung der unter a) ermittelten äquivalenten horizontalen Ersatzlast/Abtriebskraft. Skizzieren Sie die Schnittgrößen- und Verformungsverläufe.
- c) Berechnen Sie den Lasterhöhungsfaktor  $f^{II}$  für die gegebenen Beanspruchung infolge Theorie II. Ordnung und berechnen Sie die resultierenden Rahmeneckmomente und die zugehörige Verformung.
- d) Führen Sie den BDK-Nachweis für den Rahmenriegel für die maßgebende Momentenbeanspruchung. Gehen Sie dabei von einer Gabellagerung in den Rahmenecken  $b$  und  $c$  aus. (Normalkräfte dürfen vernachlässigt werden.)

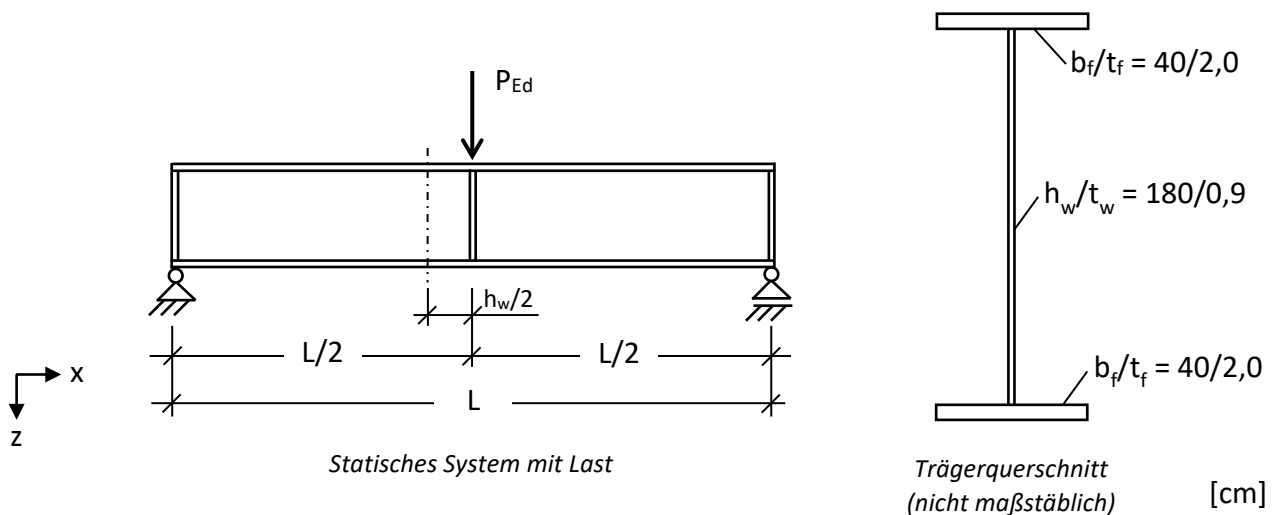
Hinweis: Zur Ermittlung der globalen Anfangsschiefstellung darf die Höhe des Tragwerks konstant mit  $h = L_S$  angesetzt werden.

### Aufgabe 3: Beulnachweis

(40 Punkte)

#### Gegeben:

- Aus Blechen zusammengeschweißter Stahlträger mit Aussteifungen an den Lasteinleitungspunkten unter Dreipunktbiegung gemäß Skizze.
- Material: S235
- Bemessungslast:  $P_{Ed} = 1560 \text{ kN}$  (Einzellast in Feldmitte)
- Trägerlänge:  $L = 5,0 \text{ m}$



#### Gesucht:

- Skizzieren den Momenten- und Querkraftverlauf entlang des Trägers und geben Sie die Schnittgrößen an der Bemessungsstelle im Abstand  $h_w/2$  von der Lasteinleitungsstelle an.
- Berechnen Sie die Längs- und Schubspannungsbeanspruchung im Träger an der Bemessungsstelle.
- Bestimmen Sie die Querschnittsklasse des Stahlträgers für die gegebene Belastung.
- Führen Sie den Beulnachweis für alle relevanten Querschnittsteile und geben Sie den Ausnutzungsgrad an. Setzen Sie hierbei die in Aufgabenteil b) ermittelten Spannungen an.
- Bestimmen Sie die Ausnutzung des Stahlquerschnitts unter Ansatz effektiver Blechdicken.

Hinweise: Die Schweißnähte dürfen bei der Berechnung vernachlässigt werden.

Die Querkraft darf vereinfacht komplett dem Steg zugeordnet und die daraus resultierende Schubspannung als über die Steghöhe konstant angenommen werden.