

Master-Prüfung des SoSe 2024  
**Stahlbau II / Verbundbau**  
**Stahlbau II**  
 (Modul BIM-K5)

Datum: 12.08.2023	Zeit: 13:00 Uhr	Dauer: 120 min.	Raum: C 204
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	58		
2	25		
3	37		
Gesamtpunkte:	120		
	Note:		

# Aufgabe 1: Elastische Spannungsberechnung

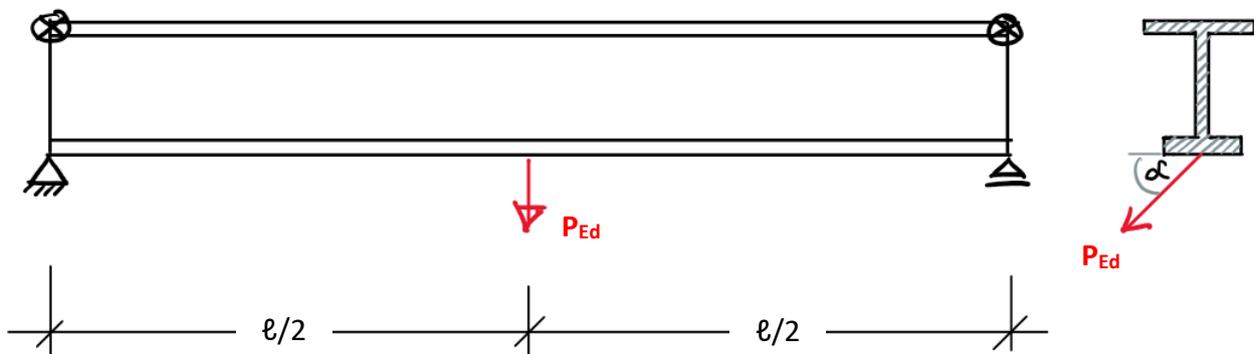
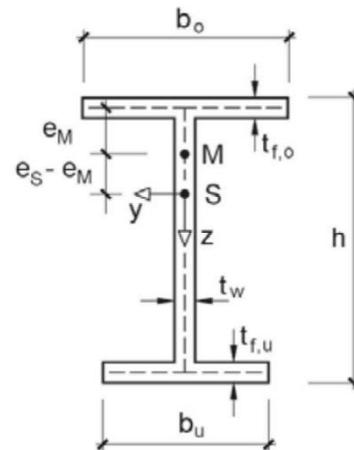
(58 Punkte)

Gegeben:

- An den Auflagerpunkten gabelgelagerter Einfeldträger mit einfach symmetrischem Querschnitt und einer in Feldmitte in einem Winkel  $\alpha = 45^\circ$  auf der Unterseite des Unterflansches angreifenden Einzellast.

- Profilabmessungen:
 

$b_o$	=	28 cm
$t_{f,o}$	=	1,6 cm
$h$	=	40 cm
$t_w$	=	1,0 cm
$b_u$	=	14 cm
$t_{f,u}$	=	2,4 cm
- Trägerlänge:  $\ell = 6,0$  m
- Bemessungslast:  $P_{Ed} = 30$  kN



Gesucht:

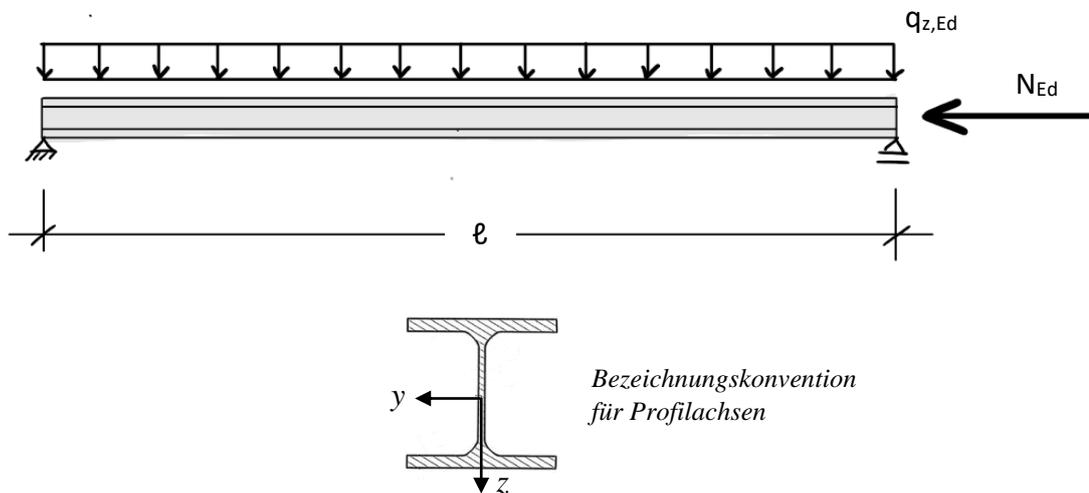
- Berechnen Sie alle relevanten Querschnittswerte des o. a. einfach symmetrischen Profils und geben Sie den Verlauf der Querschnittswerte für  $S_y$ ,  $S_z$ ,  $\omega$  und  $A_\omega$  an.
- Skizzieren Sie für die angegebene Belastung den Verlauf aller Stabschnittgrößen entlang des Trägers und berechnen Sie die zugehörigen Extremwerte.
- Ermitteln Sie die maßgebende elastische Spannungsverteilung im Querschnitt infolge **Längsspannungsbeanspruchung** für die maßgebende Trägerstelle und skizzieren Sie den Verlauf der einzelnen Längsspannungsanteile im Profilquerschnitt.
- Überlagern Sie die einzelnen in Aufgabenteil c) ermittelten Längsspannungsanteile zu einer Gesamtlängsspannungsverteilung und berechnen Sie den maximalen Ausnutzungsgrad des Querschnitts. (Schubspannungen sind vernachlässigbar).

**Aufgabe 2:**

(25 Punkte)

**Theorie II. Ordnung**Gegeben: Einfeldträger mit Anfangsimperfektion unter Last gemäß Skizze

- Belastung:  $N_{Ed} = 400 \text{ kN}$   
 $q_{z,Ed} = 3,5 \text{ kNm}$
- Imperfektion:  $e_0$  rechtwinklig zur  $y$ -Achse  
(in u. s. Skizze nicht dargestellt)
- Profil: HEA 200 – S235
- Stützweite:  $\ell = 8 \text{ m}$

Gesucht:

- a) Ermitteln Sie die Querschnittsklasse des angegebenen Profils und legen Sie fest, ob die Berechnung mit elastischen oder plastischen Querschnittswerten erfolgen soll.
- b) Berechnen Sie die nach Norm (DIN EN 1993-1-1, nach Tabelle NA.1 zu Abs. 5.3.2) im Bauteil zu berücksichtigende Vorkrümmung  $e_0/L$  für ein Ausweichen rechtwinklig zur  $y$ -Achse.
- c) Berechnen Sie die Schnittgrößen nach Theorie II. Ordnung für die o. a. äußere Belastung inkl. der unter Punkt a) ermittelten Vorkrümmung.
- d) Ermitteln Sie die Spannungsausnutzung in Stabmitte für die unter Punkt b) ermittelten Theorie II. Ordnungsschnittgrößen unter Ansatz einer linearen M-N-Interaktion.
- e) Ermitteln Sie die zu Punkt c) zugehörige Verformung in Stabmitte. Die Formeln für die Durchbiegung eines Einfeldträgers entnehmen Sie bitte dem Baustatik-Kapitel im Schneider.

Hinweis: Biegedrillknicken oder der Ansatz einer Vorkrümmung in Querrichtung (Biegung um die schwache Achse) muss nicht untersucht werden.

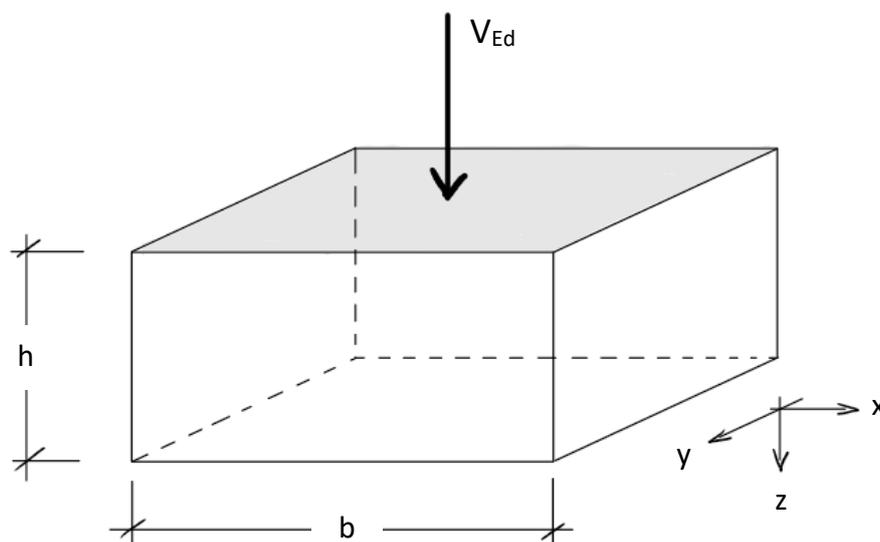
Für die Ermittlung der Querschnittsklasse dürfen Bemessungshilfen verwendet werden.

### Aufgabe 3: Beulnachweis

(37 Punkte)

#### Gegeben:

- Eine aus unausgesteiften Stahlblechen zusammengeschweißte Box mit quadratischem Grundriss soll durch eine Vertikallast belastet werden. Deckel- und Bodenblech können als unendlich steif betrachtet werden, so dass die vier gleichgroßen Seitenbleche gleichmäßig belastet werden.
- Material: S235
- Innenkantenabmessung der Seitenbleche:  $h / b / t = 60 / 120 / 0,6$  cm



#### Gesucht:

- a) Berechnen Sie mit Hilfe der **Methode der reduzierten Spannung** nach DIN EN 1993-1-5, Abs. 10 die maximal zulässige Vertikallast  $V_{Ed}$  die zentrisch auf die Box gestellt werden kann. Verwenden Sie zur Ermittlung der Beulspannung den exakten Beulwert für die Längsspannung  $k_{\sigma}$  und nicht den nach Norm angegebenen vereinfachten Wert.
- b) Um wieviel Prozent kann die Traglast  $V_{Ed}$  für den vorliegenden Fall gesteigert werden, wenn Sie die **Methode der wirksamen Dicken** nach prEN 1993-1-5, Abs. 12.2(2) zur Traglastermittlung anwenden? Begründen Sie Ihre Antwort.
- c) Wie groß ist der kritische Lasterhöhungsfaktor für die **Schubbeulspannung**  $\alpha_{cr,T}$ , wenn am selben Angriffspunkt wie die Vertikallast  $V_{Ed}$  noch eine horizontale, zur x-Achse parallellaufende Last  $H_{Ed} = 350$  kN angreift.

Hinweis: Für die Berechnung der Beulwerte darf von einer allseitig gelenkigen Lagerung der Bleche ausgegangen werden (narviesche Lagerung).

**Die Last  $H_{Ed}$  wirkt nur im Aufgabenteil c)!**