

Master-Prüfung des SS 2023
Stahlbau II / Verbundbau
Stahlbau II
(Modul BIM-K5)

Datum: 09.08.2023	Zeit: 14:00 Uhr	Dauer: 120 min.	Raum: 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.

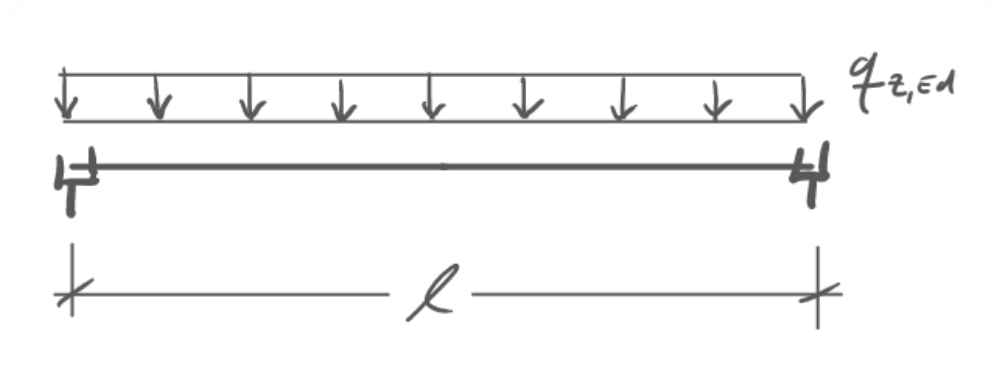
	Bewertung		
Aufgabe:	Mögliche Punkte:	Erreichte Punkte:	Anmerkung:
1	35		
2	40		
3	45		
Gesamtpunkte:	120		
	Note:		

Aufgabe 1: Elastische Spannungsberechnung

(35 Punkte)

Gegeben:

- Einfeldträger unter Torsionsbeanspruchung gemäß Skizze.
- Bemessungslast: $q_{z,Ed} = 10 \text{ kN/m}$
- Lastangriff bezogen auf den Schubmittelpunkt: $e_y = + 10 \text{ cm}$; $e_z = \text{Profiloberkante}$
- Trägerprofil: Variante A Walzprofil: IPE 400 – S235
Variante B Kreishohlprofil: D x T = 273 x 6,3 – S235
- Trägerlänge: $\ell = 7,5 \text{ m}$



Gesucht:

- a) Skizzieren Sie für die angegebene Belastung qualitativ den Verlauf der relevanten Schnittgrößen entlang des Trägers. Beachten Sie dabei die Exzentrizität der Belastung.
- b) Ermitteln Sie die Beträge der relevanten Schnittgrößen in Feldmitte.
- c) Ermitteln Sie die maximale elastische Spannungsausnutzung in den Trägerquerschnitten der Variante A und B in Feldmitte für die in Teil b) ermittelten Schnittgrößen.
- d) Ermitteln Sie die maximale Verdrehung ϑ in Feldmitte für die beiden Varianten. Für das Hohlprofil kann die Verdrehung aus der St. Venantschen Torsion über die folgende Gleichung ermittelt werden:

$$\vartheta(x = \ell/2) = \frac{m_x \cdot \ell^2}{8 \cdot G \cdot I_T}$$

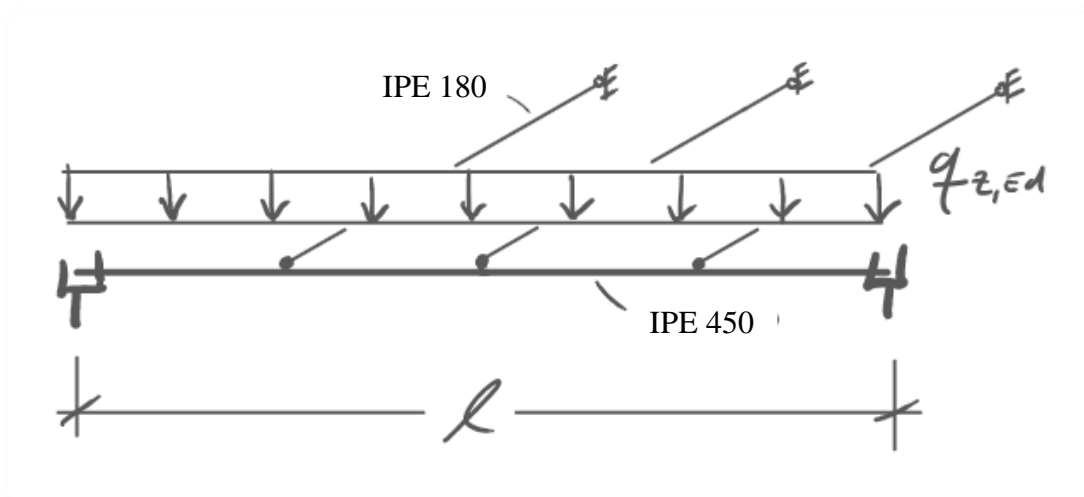
- e) Berechnen Sie für die beiden Varianten A und B die zusätzliche Lastexzentrizität in Feldmitte, welche aus der in d) ermittelten Verdrehung resultiert, und beurteilen Sie deren Einfluss auf das Tragverhalten nach Theorie II. Ordnung.

Aufgabe 2: Biegedrillknicknachweis

(40 Punkte)

Gegeben:

- Hallenbinder im Innenfeld einer Dachkonstruktion unter Last gemäß Skizze. Der Dachbinder ist an den Enden gabelgelagert und in den Viertelpunkten (d. h. alle 3,0 m) über Pfetten an den Dachverband angeschlossen.
- Belastung: $q_{z,Ed} = 15 \text{ kN/m}$
- Binderprofil: IPE 450 – S355
- Stützweite: $\ell = 12 \text{ m}$
- Abstand zu den benachbarten Dachbindern: $s = 4,5 \text{ m}$
- Pfette (stabilisierendes Bauteil): IPE 180



Gesucht:

- a) Führen Sie den Stabilitätsnachweis des Hallendachbinders unter Berücksichtigung der stabilisierenden Wirkung der Drehbettung der Pfetten. Der Einfluss der Nachgiebigkeit der Verbindungen zwischen Dachbinder und Pfette ist dabei mit einer Anschlusssteifigkeit von $C_{D,A} = 200 \text{ kNm / rad m}$ zu berücksichtigen.
- b) Der Dachverband weist eine Schubfeldsteifigkeit von $S = 140.000 \text{ kN}$ auf und stabilisiert insgesamt sechs Binder. Überprüfen Sie, ob die Steifigkeit des Dachverbandes ausreichend ist, um die Pfetten als seitliche Halterung für den Dachbinder anzusetzen.
- c) Führen Sie den Stabilitätsnachweis erneut aber dieses Mal unter der Annahme, dass der Dachbinder in den Viertelpunkten am Obergurt seitlich gehalten ist. Schätzen Sie die Momentenverteilung des Teilsystems dabei auf der sicheren Seite so ab, dass Sie nur ein neues M_{cr} bestimmen müssen.

Hinweis: Die Stabilitätsnachweise dürfen mit dem Abminderungsfaktor χ_{LT} bestimmt werden. Eine Berechnung von $\chi_{LT,mod}$ ist nicht erforderlich.

Aufgabe 3: Beulnachweis

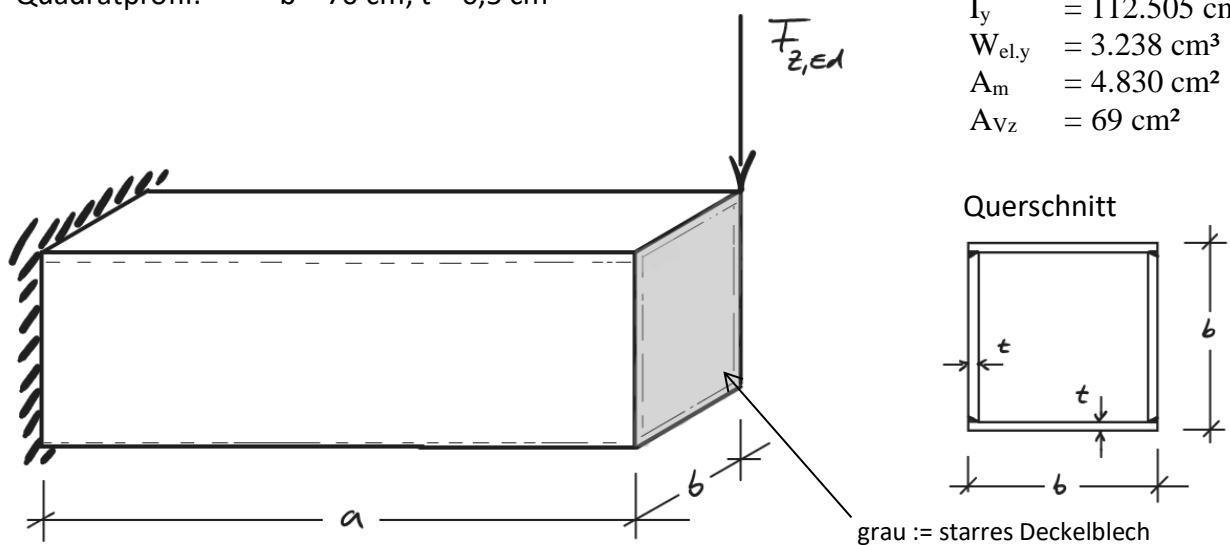
(45 Punkte)

Gegeben:

- Aus Blechen zusammengesetzter Kragarm mit Aussteifungen an den Lasteinleitungspunkten und exzentrischer Last am Kragarmende gemäß Skizze.
- Material: S235
- Bemessungslast: $F_{z,Ed} = 160 \text{ kN}$
- Lastexzentrizität: $e_y = 35 \text{ cm}$
- Kragarmlänge: $a = 210 \text{ cm}$
- Quadratprofil: $b = 70 \text{ cm}; t = 0,5 \text{ cm}$

Bruttoquerschnittswerte:

$$\begin{aligned} I_y &= 112.505 \text{ cm}^4 \\ W_{el,y} &= 3.238 \text{ cm}^3 \\ A_m &= 4.830 \text{ cm}^2 \\ A_{vz} &= 69 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$



Gesucht:

- a) Skizzieren Sie den Biegemomenten-, den Torsionsmomenten- und den Querkraftverlauf entlang der Trägerlängsachse und geben Sie die Schnittgrößen an der Bemessungsstelle im Abstand $h_w/2 = (b - 2 \cdot t)/2$ von der Lasteinleitungsstelle an.
- b) Berechnen Sie die Längs- und Schubspannungsbeanspruchung im Träger an der Bemessungsstelle für Gurt und Steg.
- c) Bestimmen Sie die Querschnittsklasse des Stahlträgers für die gegebene Belastung.
- d) Führen Sie den Beulnachweis für alle relevanten Querschnittsteile und geben Sie den Ausnutzungsgrad an. Setzen Sie hierbei die in Aufgabenteil b) ermittelten Spannungen an.
- e) Bestimmen Sie die Ausnutzung des Stahlquerschnitts unter Ansatz effektiver Blechdicken.

Hinweise: Die Querkraft darf vereinfacht komplett den Stegen zugeordnet und die daraus resultierende Schubspannung als über die Steghöhe konstant angenommen werden. Schubspannungen infolge Torsion dürfen zur Vereinfachung den Schubspannung infolge Querkraft in beiden Stegen zuaddiert werden. Für den unter Zugbeanspruchung stehenden Gurt besteht auch infolge Schubbeanspruchung keine Beulgefahr.