

Stahlbau
Schriftliche Prüfung 6620000 am 24.07.2013
Musterlösung

< redaktionelle Fehler, die während der Prüfung durchgesprochen wurden, sind in diesem Dokument berichtigt >

Erreichbare Punktzahl: 92 (entspr. 102 %)

erreichte Punkte

(Unterschrift Prüfer)

Name, Vorname, Matrikelnummer:

Bearbeitungsdauer: 90 Minuten

Hilfsmittel: alle, außer elektronische Kommunikationsmittel

Geben Sie alle Ergebnisse in folgenden Einheiten an: Kräfte [kN], Momente [kNm], Spannungen [N/mm²], Querschnittswerte [cm^x], Längen [mm], Flächenlasten [kN/m²];

Geben Sie alle Ergebnisse mit (mindestens) 3 Ziffern Genauigkeit an.

1. Ein geschweißter Hohlprofil-Querschnitt (Kastenträger) mit den Außenmaßen 400x500 besteht aus Gurtblechen BL12x400-S355JR und Stegblechen BL5x476-S355JR.

Bestimmen Sie die Querschnittsklasse für die Beanspruchungen M_y , M_z und N .

Geben Sie jeweils für die Gurt- und Stegbleche den vollständigen

Berechnungsgang an. (17 P)

Lösung:

Gurtblech: $c = 400 - 2 \cdot 5 = 390$; $c/t = 390/12 = 32,5$; zweiseitig gelagert; $\varepsilon = 0,814$;

unter M_y und N : reiner Druck; QKL nach EC3-1-1 Tab. 5.2: QKL 3 da $c/t \leq 42 \cdot 0,814 = 34,2$;

unter M_z : reine Biegung; QKL 1 da $c/t \leq 72 \cdot 0,814 = 58,6$;

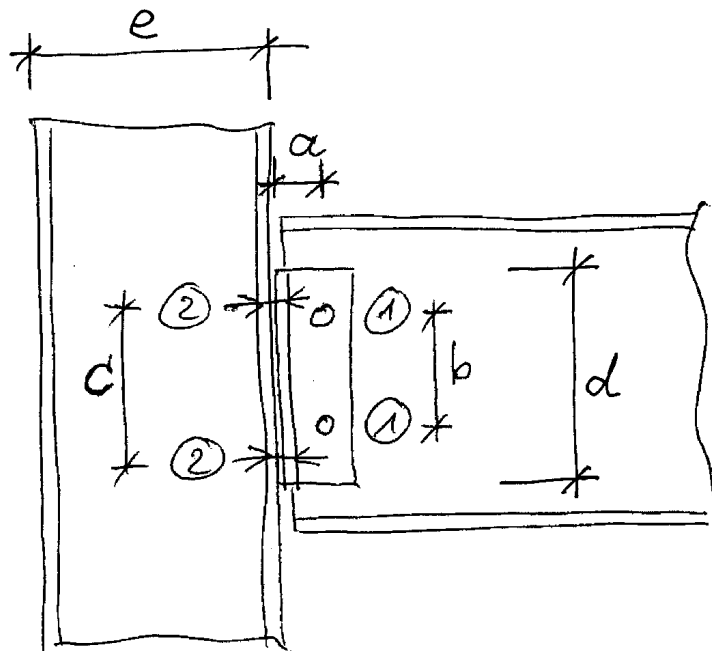
Stegblech: $c = 476$; $c/t = 476/5 = 95,2$; zweiseitig gelagert; $\varepsilon = 0,814$;

unter M_z und N : reiner Druck; QKL 4 da $c/t \geq 42 \cdot 0,814 = 34,2$;

unter M_y : reine Biegung: QKL 3 da $c/t \leq 124 \cdot 0,814 = 101$;

Gesamtquerschnitt: M_y : QKL 3; M_z : QKL 4; N: QKL 4;

2. Gegeben ist der „gelenkige“ Querkraftanschluss eines Trägers IPE300 an eine Stütze HEA120 mittels eines Doppelwinkels (siehe folgende Skizze). Aus dem Träger ist eine Querkraft V_d in die Stütze zu übertragen.



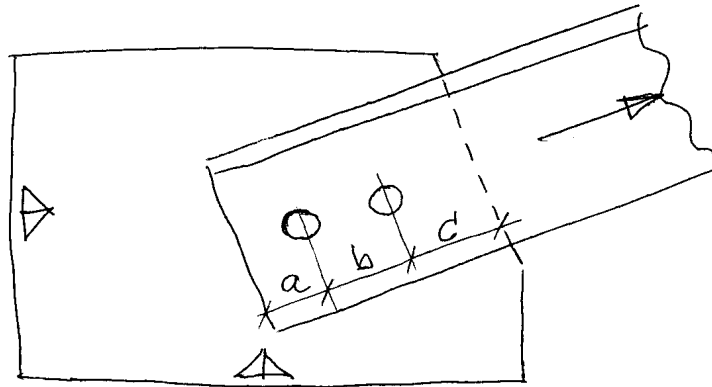
Beschreiben Sie zunächst allgemein, ohne Zahlenwerte.

- Welche Kraft ist in einer der Schrauben „1“ zu übertragen? (1 P)
- Welche Kräfte sind in den Schrauben „2“ zu übertragen? (1 P)
- Wie verteilen sich diese Kräfte auf die Schraubenpaare „2-oben“ und „2-unten“? (2 P)
- Berechnen Sie die Beanspruchung der Schrauben (Abscheren / Zugkraft) für eine Querkraft von $V_d = 200$; $a = 70$; $b = 150$; $c = 200$; $d = 250$; $e = 114$. (4 P)
- Zur Berechnung der Schraubenkräfte ist eine Annahme erforderlich. Welche? Ergänzen Sie ggfs. die obige Skizze (1 P)

Lösung:

- halbe Vertikallast bzw. halbe Querkraft
- Querkraft plus (Druck- und) Zugkraft aus Versatzmoment
- viertel Vertikallast – in jeder der oberen Schrauben halber Zug
- „1“: $V_{a,d} = 200 / 4 = 50$; „2 unten“: $V_d = 200 / 2 = 100$;
„2 oben“: Versatzmoment $M_d = 200 \cdot 70 = 14,0$; $N_d = 14,0 / 200 / 2 = 35,0$;
- Es wird ein Druckpunkt bei „2 unten“ angenommen

3. Ein Winkelprofil L60x6-S355JR ist als Diagonale an ein Knotenblech $t = 8 \text{ mm}$ aus S355JR angeschlossen mit 2 Schrauben M10-8.8 mit Gewinde bis zum Kopf.
 $d_0 = 11$, $a = 20$, $b = 30$; $c = 20$.



(Skizze nicht maßstäblich)

Ermitteln Sie die aufnehmbare Zugkraft des Anschlusses.

Geben Sie folgende Zwischenergebnisse an:

Tragfähigkeit der Diagonalen (Nettoquerschnitt); Schraube L+R (Abscheren);
Schraube L (Lochleibung); Schraube R (Lochleibung), bei den
Lochleibungsnachweisen jeweils α bzw. k_1 und α, b (13 P)

Lösung:

(Nettoquerschnitt Knotenblech wird nicht maßgebend)

Nettoquerschnitt der Diagonalen

$$N_{d, \text{dia}} = (690 \text{ mm}^2 - 11 \text{ mm} \cdot 6 \text{ mm}) \cdot 327 \text{ N/mm}^2 = 624 \cdot 323 = 201 \text{ kN}$$

Abscheren der Schrauben

$$V_{a, R, d} = 0,6 \cdot 800 \cdot 58 / 1,25 = 22,3$$

$$V_{a, R, d, \text{ges}} = 2 \cdot 22,3 = 44,5$$

Lochleibung der Schraube 1 (links) als Randschraube in Krafrichtung
(Diagonalstab)

$$\alpha_{d, 1} = 20 / (3 \cdot 11) = 0,606$$

$$f_{u, b} / f_{u, 0} = 800 / 490 = 1,63; \text{ oder } 1,00; \text{ maßgebend wird } 0,606$$

Lochleibung der Schraube 1 als Randschraube quer zur Krafrichtung

$$k_{1, 1} = 2,8 \cdot 30 / 11 - 1,7 = 5,94; \text{ maßgebend wird } 2,5$$

$$F_{b, R, d, 1} = 2,5 \cdot 0,606 \cdot 490 \cdot 10 \cdot 6 / 1,25 = 35,6 \text{ kN}$$

Lochleibung der Schraube 2 (rechts) als Außenschraube (Knotenblech)

... wird nicht maßgebend, weil das Knotenblech dicker ist

Lochleibung der Schraube 2 (rechts) als Innenschraube in Krafrichtung
(Diagonalstab)

$$\alpha, d = 30 / (3 * 11) - 0,25 = 0,659$$

k1 wie für linke Schraube

$$F, b, R, d = 2,5 * 0,659 * 490 * 10 * 6 / 1,25 = 38,7 \text{ kN}$$

Lochleibung der Schraube 2 (rechts) als Randschraube in Krafrichtung
(Knotenblech)

$$F, b, R, d = 2,5 * 0,606 * 490 * 10 * 8 / 1,25 = 47,5 \text{ kN}$$

Maßgebend für die rechte Schraube: Diagonalstab

$$\text{Gesamte Lochleibungslast: } V, L, R, d = 35,6 \text{ kN} + 38,7 \text{ kN} = 74,3 \text{ kN}$$

Anschlusslast: 44,5 kN (Abscheren wird maßgebend)

4. Hallen-Giebelstütze IPE270 – S235JR, L = 9,50 m;
auf dem Fundament und in der Dachebene seitlich unverschieblich gehalten;
Normalkraft N,d = 40 kN; Biegemoment aus Wind M,d = 25 kNm;
a) Ermitteln Sie die Ausnutzungsgrade für Knicken um beide Achsen unter
zentrischem Druck; wählen Sie jeweils einen geeigneten Ersatzstab.
Geben Sie jeweils folgende Zwischenergebnisse an:
Plastische Normalkraft, Knicklänge, Euler-Last, bezogene Schlankheit,
Knickspannungslinie, Imperfektionsbeiwert, Reduktionsfaktoren, Grenznormalkraft.
(19 P)
b) Beschreiben Sie den Einfluss des Biegemomentes. Schätzen Sie ab, wie sich die
Ausnutzungsgrade um beide Achsen verändern (4 P).

Lösung:

a) Rechengang nach EC3-1-1

$$N, R, d = 982; L, cr = 9500/9500; N, cr, d = 1210/87,7; \lambda, K = 0,901/3,35; KSL = a/b; \alpha = 0,21/0,34; \Phi = 0,980/6,63; \chi = 0,733/0,0809; N, b, R, d = 720/79,4; \eta = 0,0556/0,504$$

b) Der Ausnutzungsgrad aus dem Biegemoment beträgt $25/104 = 0,241$. Beim Knicken um die schwache Achse vergrößert sich der Ausnutzungsgrad um diesen Betrag. Beim Knicken um die starke Achse tritt zusätzlich Kippen bzw. Biegedrillknicken auf, so dass der Ausnutzungsgrad um mehr als diesen Betrag anwächst.

5. Konstruieren und Zeichnen Sie zu der vorigen Aufgabe einen typischen Stützenfuß mit einem Kreuzverband aus den Diagonalen in Aufgabe 3. Der Stützenabstand ist 5 m. Hinweis: keine Baustellenschweißung. Zeichnen Sie im Maßstab 1:5; zeichnen Sie Darstellungen von zwei unterschiedlichen Blickrichtungen (Draufsicht und/oder Ansicht und/oder Schnitt). Schreiben Sie Positionsnummern an alle Bauteile, Schweißnähte und Schrauben. (20 P)



6. Führen Sie alle in Aufgabe 5 vergebenen Positionsnummern auf; geben Sie jeweils in mindestens einem Stichwort an, welcher rechnerische Nachweis für dieses Bauteil/Schraube/Schweißnaht zu führen wäre. (10 P)

Beispiel: „Schub aus Querkraft“; „Zug aus Versatzmoment“

Lösung:

1 – Dachträger – Schub aus Querkraft