

Stahlbau – Grundlagen
Schriftliche Prüfung am 05.02.2008
Musterlösung

Erreichbare Punktzahl: 121 (entspr. 121 %);

erreichte Punkte

(Unterschrift Prüfer)

Name, Vorname, Matrikelnummer:

Bearbeitungsdauer: 120 Minuten

Hilfsmittel: alle, außer elektronische Kommunikationsmittel

Geben Sie alle Ergebnisse in folgenden Einheiten an: Kräfte [kN], Momente [kNm], Spannungen [N/mm^2], Querschnittswerte [cm^x], Längen [mm], Flächenlasten [kN/m^2];

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

1. Für das Dach einer Industriehalle in Stahlbauweise ist ein möglichst wirtschaftliches IPE-Profil für die Dachträger (Einfeldträger) zu bestimmen. Plastische Querschnittsreserven und Stabilitätsphänomene sollen nicht berücksichtigt werden.

$L = 14,5 \text{ m}$; $q, k = 11,0 \text{ kN/m}$; $q, d = 16,0 \text{ kN/m}$ (jeweils einschließlich EG Profil);
S235 ;

Geben Sie folgende Zwischenergebnisse an:

M, d ; V, d ; erforderliches Widerstandsmoment, Ausnutzungsgrad des gewählten Profils (Biegung und Querkraft) (6P)

Lösung:

$M, d = 420$; $V, d = 116$; $W, erf = 1930$; gewählt: IPE500; 1,00; 0,181;

2. a) Ermitteln Sie für das in Aufgabe 1 ermittelte Profil die Durchbiegung unter Gebrauchslasten. (2P)
b) Welcher Grenzwert für die Durchbiegungen bei Einfeldträgern ist im Stahlbau üblich? Geben Sie diesen Grenzwert in Millimetern an. (2P)
c) Wie hoch ist der Ausnutzungsgrad dieses Grenzwertes (1P)
d) Warum ist der Grenzwert für Durchbiegungen in den aktuellen Stahlbaunormen

nicht mehr zwingend vorgeschrieben? (2P)

e) In welchen Fällen ist es sinnvoll, diesen Wert ungefähr einzuhalten? (2P)

Lösung:

a) 62,0

b) $L/300$; 48,3

c) 1,28

d) Weil eine größere Durchbiegung die Gebrauchstauglichkeit möglicherweise nicht beeinträchtigt.

e) Größere Durchbiegungen bedeuten auch eine geringere Eigenfrequenz. Dies kann z.B. bei Hochbauten nachteilig sein.

3. Zu Aufgabe 1:

a) Warum darf man das Biegemoment aus einer Streckenlast ermitteln, obwohl der Dachträger tatsächlich durch Einzellasten aus den Pfetten belastet wird? (1P)

b) Wie viele gleichmäßig verteilte Einzellasten müssen dazu mindestens vorhanden sein? (1P)

Lösung:

a) Weil bei genügend vielen Einzellasten die Momentenlinien genügend genau übereinstimmen.

b) 3

4. Bestimmen Sie ein neues IPE-Profil für den Dachträger in Aufgabe 1, als Werkstoff soll S355 verwendet werden.

Geben Sie folgende Zwischenergebnisse an:

erforderliches Widerstandsmoment, Ausnutzungsgrad des gewählten Profils (Biegung und Querkraft) (4P)

Lösung:

$W_{\text{erf}} = 1280$; gewählt: IPE450; 0,857; 0,145;

5. a) Ermitteln Sie für das in Aufgabe 4 ermittelte Profil die Durchbiegung unter Gebrauchslasten. (2P)

b) Wie hoch ist der Ausnutzungsgrad des in Aufgabe 2 angegebenen Grenzwertes? (1P)

c) Ist in diesem Fall der Einsatz von S355 sinnvoll? (Begründung) (2P)

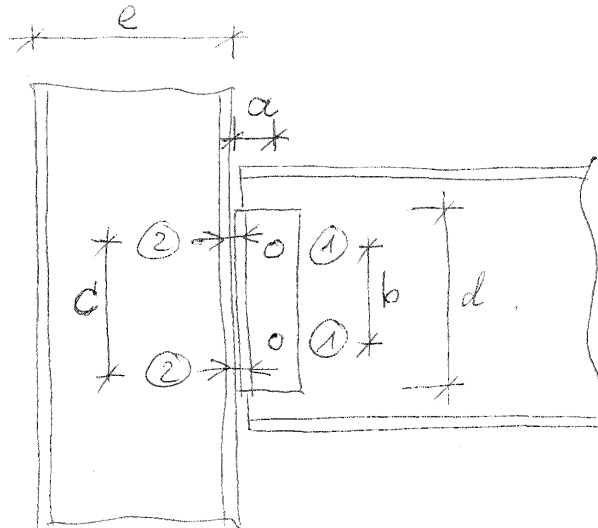
Lösung:

a) 87,5

b) 1,81

c) nur, wenn es sich um eine unempfindliche Dachstruktur handelt, z.B. in einer Lagerhalle mit einschaligem Dach.

6. Gegeben ist der Querkraftanschluß eines Trägers an eine Stütze (siehe folgende Skizze).



- Welche Kraft ist in einer der Schrauben „1“ zu übertragen? (1P)
 - Welche Kräfte sind in den Schrauben „2“ zu übertragen? (2 P)
 - Wie verteilen sich diese Kräfte auf die Schrauben „2“? (4P)
- (a) bis c) nur beschreiben – nicht rechnen)
- Geben Sie ein übliches Rechenmodell an, mit dem man die Schraubenkräfte vereinfachend ermitteln kann. (2P)
 - Berechnen Sie die Schraubenkräfte für eine Querkraft von $V_d = 180$; $a = 80$; $b = 100$; $c = 200$; $d = 300$; $e = 400$. (4P)

Lösung:

- halbe Vertikallast / halbe Querkraft
- Querkraft plus (Druck- und) Zugkraft aus Versatzmoment
- viertel Vertikallast – in den oberen Schrauben halber Zug
- den oberen Schrauben wird nur die Zugkraft zugewiesen, den unteren Schrauben nur die Querkraft
- „1“: $V_d = 180 / 2 = 90,0$; „2 unten“: $V_d = 180 / 2 = 90,0$;
„2 oben“: $N_d = 180 \cdot 80 / 200 / 2 = 36,0$;

7. Skizzieren Sie einen Stützenfuß für eine Stütze HEB240 mit Verbandsanschluß L 100x10 und einer Fußplatte 600 x 600 x 20. Zur Aufnahme von abhebenden Lasten dienen 4 Anker M24 (einbetonierte Gewindestangen), die mit einem Abstand von 500 / 500 angeordnet sind.

Skizzieren Sie im Maßstab 1:5; skizzieren Sie Darstellungen von zwei unterschiedlichen Blickrichtungen (Draufsicht und/oder Ansicht und/oder Schnitt).

Zeichnen Sie alle Bauteile/Verstärkungen ein, die zur Übertragung hoher Vertikallasten und hoher Horizontallasten erforderlich sind. Schreiben Sie Positionsnummern an alle Bauteile, Schweißnähte und Schrauben. (20P)

Lösung:

8. Führen Sie alle in Aufgabe 7 vergebenen Positionsnummern auf; geben Sie jeweils in mindestens einem Stichwort an, welcher rechnerische Nachweis für dieses Bauteil/Schraube/Schweißnaht zu führen wäre. (10P)

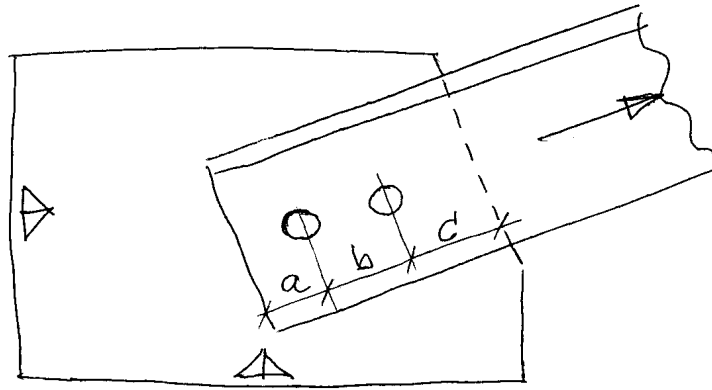
Beispiel: „Schub aus Querkraft“; „Zug aus Versatzmoment“

Lösung:

- 1 – Kranbahnträger – Schub aus Querkraft
- 2 – Stütze – lokales Biegemoment
- 3 – Konsole – Biegung und Schub aus Querkraft
- 4 – Stegsteife – Knicken aus Normalkraft
- 5, 6 – Kammersteife – Knicken aus Normalkraft und Horizontalkraft
- 7 – Stegsteife – Zug aus Versatzmoment
- 8 – Stegsteife – Druck aus Versatzmoment
- 9 – Schrauben – Zug und Querkraft aus Horizontallast
- 10 – Stegnaht – Schub aus Vertikallast
- 11 – Stegnaht – Schub aus Versatzmoment
- 12 – Flanschnaht – Zug aus Versatzmoment
- 13 – Stegnaht – Schub aus Vertikallast
- 14, 17 – Flanschnaht – Zug aus Versatzmoment
- 15, 18 – Flanschnaht – Druck aus Versatzmoment
- 16 – Flanschnaht – Druck aus Vertikallast
- 19, 20 – Rippennaht – Schub aus Versatzmoment

9. Ein Winkelprofil L120x12-S235 ist als Diagonale an ein Knotenblech $t = 10$ mm angeschlossen mit 2 Schrauben M12-10.9-Gewinde bis zum Kopf.

$d_L = 14$, $a = 30$, $b = 40$; $c = 30$.



(Skizze nicht maßstäblich)

Ermitteln Sie die aufnehmbare Zugkraft des Anschlusses nach DIN 18800-1.

Geben Sie folgende Zwischenergebnisse an:

Tragfähigkeit der Diagonalen (Nettoquerschnitt); Schraube 1+2 (Abscheren);
Schraube 1 (Lochleibung); Schraube 2 (Lochleibung) (9P)

Lösung:

(Nettoquerschnitt Knotenblech wird nicht maßgebend)

Nettoquerschnitt der Diagonalen

$$N_{d, dia} = (2750 \text{ mm}^2 - 14 \text{ mm} \cdot 12 \text{ mm}) \cdot 218 \text{ N/mm}^2 = 563 \text{ kN}$$

Abscheren der Schrauben

$$V_{a, R, d} = 2 \cdot 42,2 \text{ kN} = 84,4 \text{ kN}$$

Lochleibung der Schraube 1 (links)

$$\text{Gl. 50a: } \alpha = 1,1 \cdot 30 \text{ mm} / 14 \text{ mm} - 0,30 = 2,06$$

$$V_{L, R, d} = 12 \text{ mm} \cdot 12 \text{ mm} \cdot 2,06 \cdot 218 \text{ N/mm}^2 = 64,7 \text{ kN}$$

Lochleibung der Schraube 2 (rechts)

$$\text{Abstand zur Schraube 1: Gl. 50b: } \alpha = 1,08 \cdot 40 \text{ mm} / 14 \text{ mm} - 0,77 = 2,32$$

$$V_{L, R, d} = 12 \text{ mm} \cdot 12 \text{ mm} \cdot 2,32 \cdot 218 \text{ N/mm}^2 = 72,8 \text{ kN}$$

Lochleibung im Knotenblech (rechter Rand), α wie für Schraube 1

$$V_{L, R, d} = 10 \text{ mm} \cdot 12 \text{ mm} \cdot 2,06 \cdot 218 \text{ N/mm}^2 = 53,9 \text{ kN}$$

Maßgebend für die rechte Schraube: Knotenblech

$$\text{Gesamte Lochleibungslast: } V_{L, R, d} = 64,7 \text{ kN} + 53,9 \text{ kN} = 118,6 \text{ kN}$$

10. Zu Aufgabe 9:

a) Sind die Rand- und Lochabstände in Aufgabe 9 zulässig nach DIN 18800? (2P)

b) Nennen Sie 5 konstruktive Maßnahmen, um die Tragkraft des Anschlusses aus Aufgabe 9 deutlich zu erhöhen. (5P)

Lösung:

a) Randabstand $1,2 \cdot 14 \text{ mm} = 16,8 \text{ mm}$ ist eingehalten

Lochabstand $2,2 \cdot 14 \text{ mm} = 30,8 \text{ mm}$ ist eingehalten

b) Größere Schrauben anordnen; dritte (und weitere) Schraube anordnen; Rand- und Lochabstände vergrößern; Wanddicke von Winkel und Knotenblech vergrößern; höhere Schraubengüte wählen; Schaftschrauben verwenden;

11. Bei einem pfettenlosen Dach soll ein Trapezblech Hoesch T85.1 Positivlage, $t = 0,75 \text{ mm}$ als Dreifeldträger über Felder von je $5,0 \text{ m}$ gespannt werden. Aufgrund hoher Schneelasten beträgt der Bemessungswert der Auflast $q_d = 1,80 \text{ kN/m}^2$. Ermitteln Sie die Ausnutzungsgrade des Bleches für Feldmoment, Stützmoment, Endauflagerkraft, Zwischenauflagerkraft.

Geben Sie folgende Zwischenergebnisse an:

Feldmoment, Stützmoment, Endauflagerkraft, Zwischenauflagerkraft (12P)

Lösung:

Tragfähigkeitswerte aus Prüfbescheid, Zwischenauflagerbreite $\geq 120 \text{ mm}$:

$M_{F,k} = 6,03 \text{ kNm/m}$; $M_{0,B,k} = 6,45 \text{ kNm/m}$; $R_{A,T,k} = 12,2 \text{ kN/m}$; $R_{0,B,k} = 34,9 \text{ kN/m}$;

Schnittgrößen und Ausnutzungsgrade für 3-Feld-Träger:

$M_{d,feld} = 3,60 \text{ kNm/m}$, $0,597$; $M_{d,stütz} = -4,95 \text{ kNm/m}$, $0,767$; $A_d = 3,60 \text{ kN/m}$, $0,295$; $B_d = 9,89 \text{ kN/m}$, $0,286$;

12. Ist damit zu rechnen, dass für das in Aufgabe 11 beschriebene Blech abhebende Lasten aus Windsog maßgebend werden? (Begründung) (2P)

Lösung:

nein, weil die Windsoglasten kleiner bleiben als die Auflasten

13. Ermitteln Sie für das in Aufgabe 11 beschriebene Blech den aufnehmbaren Schubfluß. Die Länge des Schubfeldes in Lastrichtung beträgt $LS = 25 \text{ m}$.

Geben Sie folgende Zwischenergebnisse an:

Schubfeldsteifigkeit, T_1 , T_2 , T_3 . (5P)

Lösung:

gewählt: Normalausführung nach Bild 6

zul $T_1 = 1,77 \text{ kN/m}$; $T_2 = 3,14 \text{ kN/m}$

$G_S = 10^4 / (0,229 \text{ m/kN} + 18,0 \text{ m}^2/\text{kN} / 25 \text{ m}) = 10540 \text{ kN/m}$

zul $T_3 = 10540 \text{ kN/m} / 750 = 14,1 \text{ kN/m} \rightarrow$ maßgebend wird T_1

14. Zu den Aufgaben 11 und 13:

a) Welche Anordnung von Verbindungsmitteln sollte entlang der End- und Zwischenauflager aus konstruktiven Gründen gewählt werden? (2P)

b) Welche Anordnung von Verbindungsmitteln sollte an Längsstößen von Blechen gewählt werden? (2P)

Lösung:

a) Endauflager: jede Tiefsicke; Zwischenaflager: jede 2. Tiefsicke;

b) 50 cm

15. a) Geben Sie je ein technisch wirksames Korrosionsschutzsystem an, welches für Bauteile bis 12 m Länge bzw. für Bauteile über 30 m Länge geeignet ist. (4P)

b) Beschreiben Sie Schichtaufbau und Schichtdicke. (5P)

c) Beschreiben Sie Abtragsrate bzw. Standzeit. (5P)

16. a) Nennen Sie drei selbstpassivierende Werkstoffe sowie jeweils mindestens einen typischen Anwendungsfall. (6P)

b) Machen Sie Angaben zu möglichen Einsatzbedingungen und zur Beständigkeit. (6P)