



Grundlagen des Stahlhochbaus B7 – 1271050

Schriftliche Prüfung am 16.01.2008

Musterlösung

Erreichbare Punktzahl: 90 (entspr. 120 %);

erreichte Punkte

(Unterschrift Prüfer)

Name, Vorname, Matrikelnummer:

Bearbeitungsdauer: 90 Minuten

Hilfsmittel: alle

Geben die 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. Eine Glasfassade soll mit einem Abstand von 0,90 m vor der tragenden Außenwand eines Gebäudes angebracht werden. Die Fassade ist an einzelnen Kragarmen („Schwerter“) befestigt, die aus einem Stegblech 120x5 mm – S235 bestehen. Welche vertikale Einzellast F_d kann der Querschnitt an der Spitze des Kragarmes aufnehmen? Stabilitätsphänomene sowie die Querkraft sollen vernachlässigt werden.

a) bemessen Sie nach der elastischen Grenzlasterlast (3P)

Geben Sie folgende Zwischenergebnisse an:

W_{el} ; $M_{gr,el,d}$;

Lösung:

$W_{el} = 12,0$; $M_{gr,el,d} = 2,62$; $F_d = 2,91$;

b) bemessen Sie nach der plastischen Traglast (Fließgelenk) (3P)

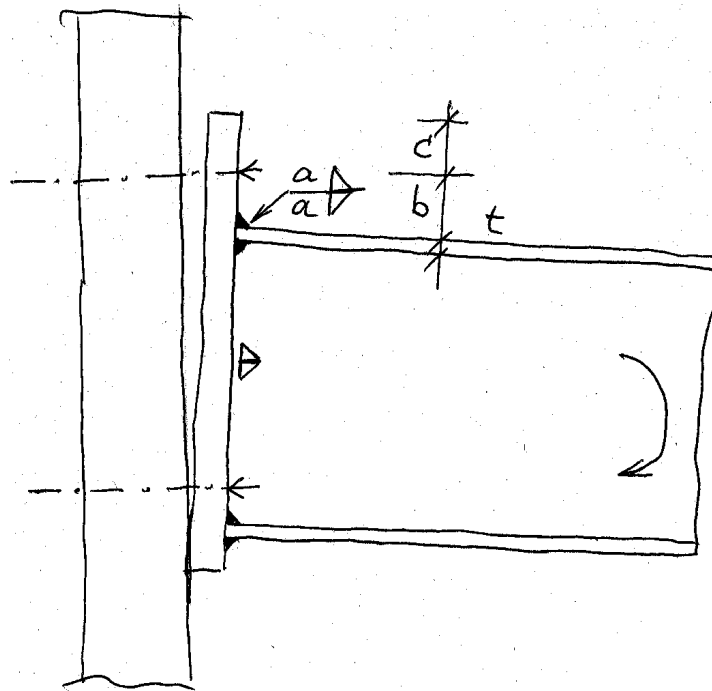
Geben Sie folgende Zwischenergebnisse an:

W_{pl} ; $M_{pl,d}$;

Lösung:

$W_{pl} = 18,0$; $M_{pl,d} = 3,92$; $F_d = 4,36$;

2. a) Ermitteln Sie für Aufgabe 1 a) die Durchbiegung unter Bemessungslasten. (2P)
Lösung: 4,68 mm
b) Wie groß ist für Aufgabe 1 b) die Durchbiegung unter Bemessungslasten; nicht rechnen, nur beschreiben und begründen. (2P)
Lösung: unendlich, weil erst nach unendlich großen Rotationen das Fließgelenk voll ausgebildet ist;
3. Für einen Dachträger als Einfeldträger wurde ein I-Profil nach der elastischen Grenztragfähigkeit bemessen.
a) Wie hoch ist der rechnerische Gewinn an Querschnittstragfähigkeit, wenn man plastisch rechnet? (1P)
b) Warum ist die plastische Querschnittsreserve (plastischer Formbeiwert) nicht höher? (2P)
c) Geben Sie den plastischen Formbeiwert für einen L-Querschnitt und ein dickwandiges Kreisrohr an, ggfs. geschätzt. (2P)
d) Warum sind die Formbeiwerte in Teilaufgabe c) so hoch? (2P)
Lösung:
a) 1,14 nach DIN 18800 Teil 1 Elm 750
b) Weil der größte Teil des Querschnittes (Flansche) schon vorher im Bereich der höchsten Spannungen liegt.
c) 1,7–1,8; 1,27→1,70;
d) Weil dort große Teile des Querschnittes vor dem Plastizieren im Bereich kleiner Spannung liegen.
4. Gegeben ist der Stirnplattenanschluss eines Profils IPE400-S235 an eine Stütze mit folgenden Maßen: $t = 14$; $a = 8$; $b = 80$; $c = 80$; Breite der Stirnplatte 200. Die oberen Schrauben sind 2M30–10.9, jeweils nur leicht angelegt, so dass unter Last eine klaffende Fuge entsteht. Die unteren Schrauben werden konstruktiv zur Übertragung der Querkraft verwendet und in der folgenden Berechnung nicht berücksichtigt. Der Anschluss wird durch ein negatives Biegemoment $M_d = 200$ kNm beansprucht.



a) Ermitteln Sie die erforderliche Dicke der Stirnplatte, wenn in der Stirnplatte eine Fließlinie entsteht. Verwenden Sie dabei ein einfaches Ingenieurmodell. (8P)

Geben Sie folgende Zwischenergebnisse an:

Lage des Druckpunktes; Hebelarm e für die Zugbeanspruchung der Schrauben; Normalkraft N, d in einer Schraube; Lage des Fließgelenkes in der Stirnplatte; Hebelarm e_2 , aus dem das Biegemoment im Fließgelenk entsteht; äußeres Biegemoment M, d im Fließgelenk; erforderliches plastisches Widerstandsmoment W_{pl} ;

Lösung:

Druckpunkt in der Mitte des unteren Flansches; $e = 400 - 14/2 + 80 = 473$; $N, d = 0,5 \cdot 200 / 0,473 = 211$; Fließgelenk oberhalb der oberen Flanschnaht; $e_2 = 80 - 8 \cdot \sqrt{2} = 68,7$; $M, d = 2 \cdot 211 \cdot 0,0687 = 29,0$; $W_{pl} = 29,0 / 218 = 133$; $T = \sqrt{(4 \cdot 133 \text{ cm}^3 / 20 \text{ cm})} = 51,6 \text{ mm}$

b) Ermitteln Sie die erforderliche Dicke der Stirnplatte, wenn die Schrauben vorgespannt sind und unter den Schrauben ebenfalls eine Fließlinie entsteht. Gehen Sie dabei näherungsweise von der Schraubenkraft aus Teilaufgabe a) aus. (4P)

Geben Sie folgende Zwischenergebnisse an:

Hebelarm e_3 , aus dem das Biegemoment im maßgebenden Fließgelenk entsteht; äußeres Biegemoment M, d im Fließgelenk; erforderliches plastisches Widerstandsmoment W_{pl} ;

Lösung:

$$e_3 = 68,7/2 = 34,4; M_d = 29,0/2 = 14,5; W_{pl} = 133/2 = 66,5; T = \sqrt{(4 \cdot 66,5 \text{ cm}^3 / 20 \text{ cm})} = 36,5 \text{ mm}$$

5. Schweißnahtberechnung nach DIN 18800:

- Wie unterscheidet sich die rechnerische Festigkeit einer „normalen“ Stumpfnah von der des Grundwerkstoffes? (2P)
- Wie kann man die rechnerische Festigkeit des Grundwerkstoffes erreichen? (2P)
- Warum ist bei Kehlnähten die rechnerische Nahtfestigkeit immer kleiner als die des Grundwerkstoffes (2P)
- Kann man die rechnerische Festigkeit einer Stumpfnah dadurch steigern, dass man eine deutliche Nahtüberwölbung schweißt? Begründung! (2P)
- Skizzieren Sie je eine unsymmetrische Hohlkehlnah und Wölbnaht im Querschnitt; Tragen Sie die rechnerische Nahtdicke ein, das sogenannte „a-Maß“. (2P)

Lösung:

- Unter Druckbeanspruchung gleichwertig, unter Zugbeanspruchung muss je nach Werkstoffgüte abgemindert werden.
- Durch stichprobenartigen Nachweis ausreichender Nahtgüte.
- Weil Kehlnähte im Zweifelsfall als nicht prüfbar gelten.
- Nein; kritisch bleibt der Querschnitt neben der Naht mit der (kleineren) Blechdicke.

6. Schweißnahtberechnung nach EC3-1-8:

- Wie unterscheidet sich die rechnerische Festigkeit einer „normalen“ Stumpfnah von der des Grundwerkstoffes? (2P)
- Geben Sie die aufnehmbare Schubspannung einer Kehlnah an, mit der zwei Teile aus S235 verbunden werden. (2P)
- Skizzieren Sie je eine unsymmetrische Hohlkehlnah und Wölbnaht im Querschnitt; Tragen Sie die rechnerische Nahtdicke ein, das sogenannte „a-Maß“. (2P)

Lösung:

- identisch nach Abs. 4.7.1(1)
- $f_{w,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2} \cdot \sqrt{3}) = 360 / (0,8 \cdot 1,25 \cdot \sqrt{3}) = 208$

7. Herstellen von Schweißkonstruktionen im Hochbau nach DIN 18800-7.

- Warum muss ein Betrieb seine besondere Befähigung zum Herstellen von Schweißkonstruktionen nachweisen? (2P)
- Welche Kenntnisse/Ausbildung/Ausbildungsdauer muss die verantwortliche Schweißaufsichtsperson mindestens haben, wenn der Betrieb über eine Herstellerqualifikation Klasse B verfügt. (2P)

c) Welche Kenntnisse/Ausbildung/Ausbildungsdauer muss die verantwortliche Schweißaufsichtsperson mindestens haben, wenn der Betrieb über eine Herstellerqualifikation Klasse D verfügt. (2P)

Lösung:

a) Weil man einer ausgeführten Schweißnaht ihre tatsächliche Tragfähigkeit nicht ansieht.

b) Basiskenntnisse nach DVS-EWF 1171, Schweißfachmann; i.d.R. Metallbauermeister mit ca. 160 Stunden Zusatzausbildung.

c) Umfassende Kenntnisse nach DVS-EWF 1173, Schweißfachingenieur; i.d.R. Ingenieur mit ca. 460 Stunden Zusatzausbildung.

8. Herstellen von Schweißkonstruktionen ...

a) Ein Betrieb hat eine Herstellerqualifikation D. Darf dieser Betrieb eine stählerne Fußgängerbrücke bauen? Von was hängt das ab? (2P)

b) Welche Nachweise müsste ein „kleiner Schlossereibetrieb“ vorlegen können, wenn er für ein Wohnhaus Balkongeländer fertigt? (2P)

c) Welche Herstellerqualifikation braucht ein Betrieb, der für eine Glasfassade die Unterkonstruktion aus nichtrostenden Stählen 1.4301 („V2A“) und/oder 1.4571 („V4A“) jeweils in der Festigkeitsklasse S235 fertigen möchte? (2P)

Lösung:

a) Ja, wenn die Lasten als vorwiegend ruhend gelten. Das hängt vom Verhältnis Eigengewicht zu Verkehrslasten ab.

b) Klasse A: dafür wird keine Bescheinigung ausgestellt; er müsste aber Schweißerprüfungen vorlegen können

c) Klasse B ist ausreichend, sofern die Abmessungen und Lasten der Klasse B eingehalten sind; allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-30.3-6 Abs. 4.7.1(2).

9. Eine geschweißte Rahmenecke IPE400 / IPE400 – S235 wird durch ein negatives Eckmoment $M_d = 200 \text{ kNm}$ beansprucht. Die Stegdicke des Walzprofils beträgt 8,6 mm.

a) Ermitteln Sie die den Ausnutzungsgrad η für die Schubspannungen im Eckblech. Geben Sie folgende Zwischenergebnisse an:

Rechnerische Abmessungen des Eckbleches; Flanschkräfte $F_{d,i}$; Schubfluss $T_{d,i}$; Schubspannung $\tau_{d,i}$; aufnehmbare Schubspannung $\tau_{R,d}$. (6P)

b) Welche Annahme für den Verlauf der Flanschkräfte im Bereich der Ecke wird dabei üblicherweise zugrunde gelegt? stichwortartige Begründung! (2P)

c) Geben Sie zwei unterschiedliche Veränderungen an, mit der Sie in der Rahmenecke ausreichende Tragfähigkeit herstellen können. (2P)

Lösung:

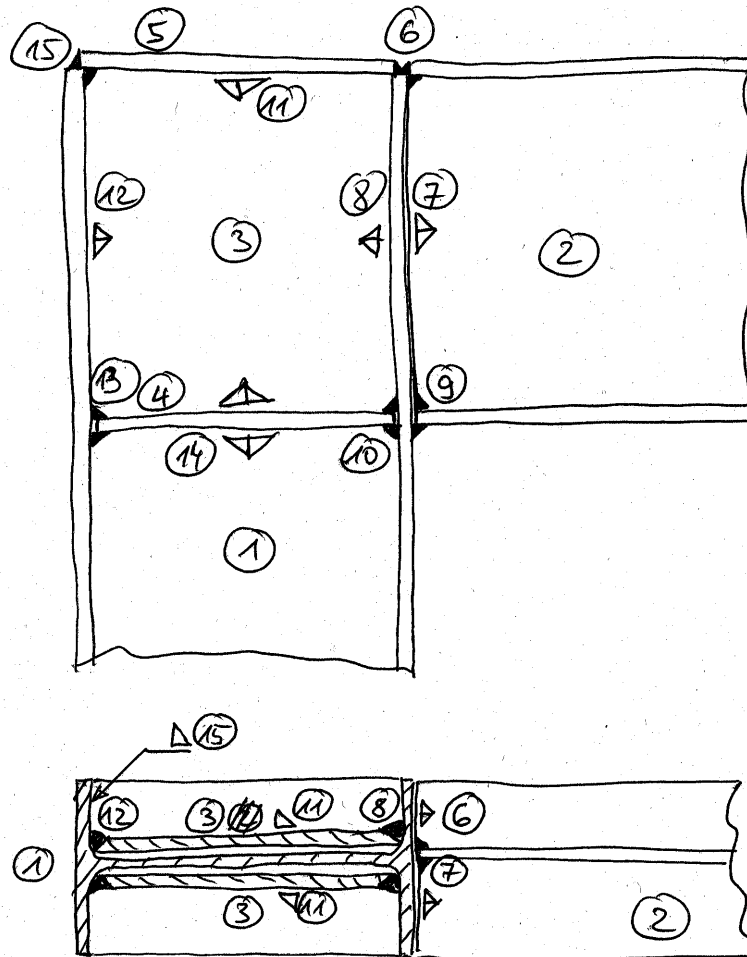
a) $400/400$; $F_{,d} = 200 / (400-14) = 518$; $T_{,d} = 518 \text{ kN} / 400 \text{ mm} = 1295 \text{ N/mm}$; $\tau_{,d} = 1295 / 8,6 = 151$; $\tau_{,R,d} = 240 / (1,1 \cdot \sqrt{3}) = 126$; $\eta = 151/126 = 1,20$;

b) Die Flanschkräfte nehmen im Bereich der Rahmenecke linear auf Null ab. Dies entspricht der Annahme eines konstanten Schubflusses entlang der Kante des Eckbleches.

c1.) Anordnung zusätzlicher Schubleche, möglichst symmetrisch

c2.) S355 statt S235

10. Skizzieren Sie im Maßstab 1:5 die Rahmenecke aus Aufgabe 9 in einer Ansicht und einem aussagekräftigen Schnitt. Berücksichtigen Sie dabei eine Schubverstärkung für das Eckblech. Schreiben Sie Positionsnummern an alle Bauteile und Schweißnähte. (15P)



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

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

Lösung:

- 1 – Stiel – Druck/Zug aus Biegung
- 2 – Riegel – Druck/Zug aus Biegung
- 3 – Schubverstärkung – Schub (aus Kraftumlenkung)
- 4 – Rippe – Druck aus Flanschkraft
- 5 – Rippe – Zug aus Flanschkraft
- 6 – Flanschnaht – Zug aus Flanschkraft
- 7 – Steгнаht – Schub aus Querkraft
- 8 – Naht an Schubverstärkung – wie 3
- 9 – Flanschnaht – Druck aus Flanschkraft
- 10 – Rippenanschluss – Druck aus Flanschkraft
- 11 – Naht an Schubverstärkung – wie 3
- 12 – Naht an Schubverstärkung – wie 3
- 13 – Rippenanschluss – planmäßig keine Last
- 14 – Rippenanschluss – Schub aus Flanschkraft
- 15 – Rippenanschluss – planmäßig keine Last