

Name: .....

Matr. Nr.: .....

## A. Rechnerischer Prüfungsteil

### 1. Stabilitätsnachweis Pylon

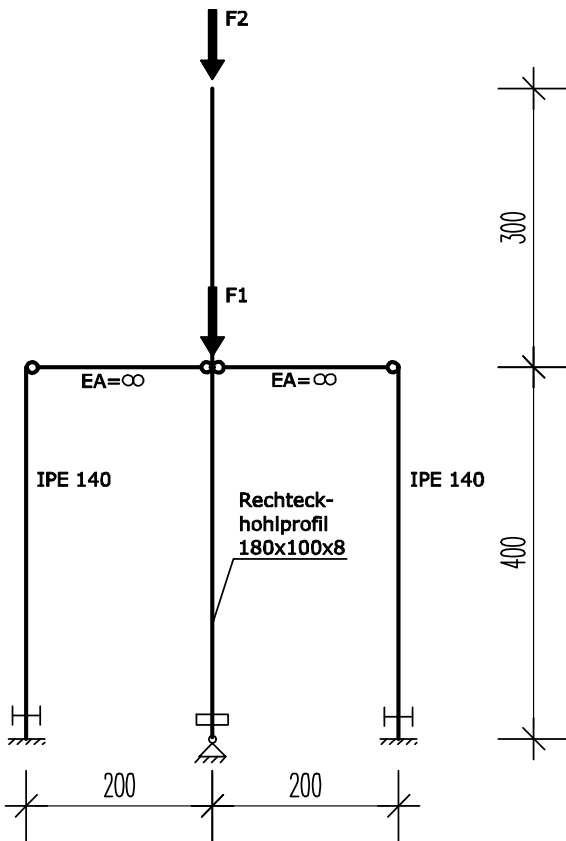
Der mittige Pylon [Rechteckprofil 180.100.8 - warmgefertigt] wird im System 1 durch die zwei Kragsützen seitlich gestützt, im zweiten System wird der Pylon mit Hilfe des Verbandes gehalten.

#### Gegeben:

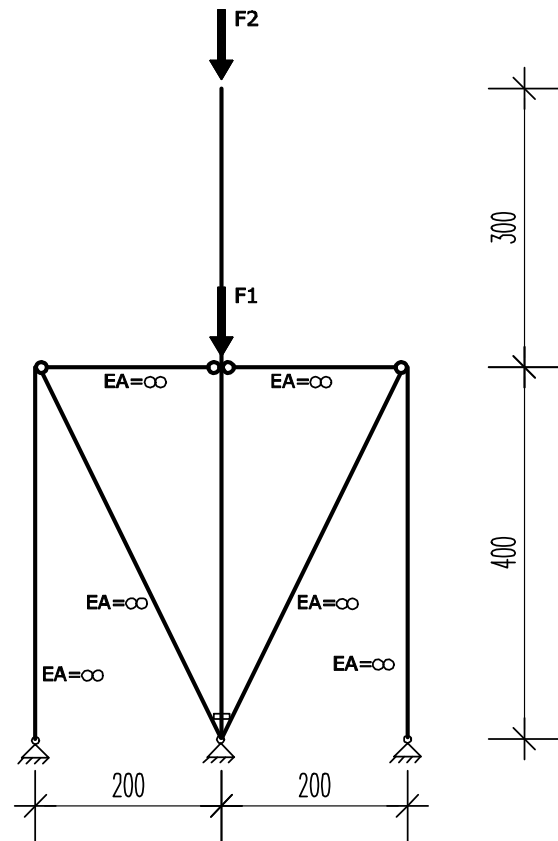
Stahlsorte: S235 J0  $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$   $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$   
 Einwirkung:  $F_{1\text{Ed}} = 100 \text{ kN}$ ;  $F_{2\text{Ed}} = 100 \text{ kN}$   
 Querschnittswerte: Pylon: RHS 180.100.8,  $I_y = 1713,39 \text{ cm}^4$ ,  $A = 41,55 \text{ cm}^2$ ,  $i_y = 64,2 \text{ mm}$   
 Stützen: IPE 140,  $I_y = 541 \text{ cm}^4$

Skizze: Maße in [cm]

#### System 1:



#### System 2:



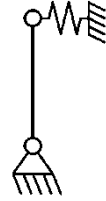
#### Gesucht:

Führen Sie die Stabilitätsnachweise für den Pylon für das System 1 und das System 2 **nur in der Ebene mit Hilfe des Ersatzstabverfahrens** durch.

#### Hinweis:

- zur Ermittlung der Ersatzstablänge können Sie Tafel 5.30, 5.31 bzw. Tafel 5.28 aus Petersen "Statik und Stabilität der Baukonstruktionen" verwenden;

- die Arbeitsintegrale können mit Hilfe der Auswertungstafel aus Schneider "Bautabellen für Ingenieure" auf Seite 2 gelöst werden;



Berechnung gem. EN 1993-1-x

**Anhang:** Auszug aus Schneider: "Bautabellen für Ingenieure", 12. Aufl., S. 4.28, Auswertung der Integrale

	c	f	g	h
1	$\frac{a}{2}jk$	$\frac{a}{2}jk$	$\frac{a}{2}j(k_1 + k_2)$	$\frac{a}{4}jk$
2	$\frac{a}{4}jk$	$\frac{a}{6}jk(1 + \gamma)$	$\frac{a}{6}j(k_1 + 2k_2)$	$\frac{a}{5}jk$
3	$\frac{a}{4}jk$	$\frac{a}{6}jk(1 + \delta)$	$\frac{a}{6}j(2k_1 + k_2)$	$\frac{a}{20}jk$
4	$\frac{a}{3}jk$	$\frac{a}{12}jk \frac{3 - 4\gamma^2}{\delta}$ für $\gamma \leq \delta$	$\frac{a}{4}j(k_1 + k_2)$	$\frac{3a}{32}jk$
5	$\frac{a}{12}jk \frac{2\alpha - \alpha^2 - \gamma^2}{\beta}$ für $\alpha \leq \beta$	$\frac{a}{6}jk \frac{2\alpha - \alpha^2 - \gamma^2}{\alpha\delta}$ für $\alpha \geq \gamma$	$\frac{a}{6}j[k_1(1 + \beta) + k_2(1 + \alpha)]$	$\frac{a}{20}jk(1 + x + x^2 + x^3)$
6	$\frac{a}{4}(j_1 + j_2)k$	$\frac{a}{6}U_1(1 + \delta) + j_2(1 + \gamma)k$	$\frac{a}{6}U_1(2k_1 + k_2) + j_2(k_1 + 2k_2)$	$\frac{a}{20}k(U_1 + 4j_2)$
7	$\frac{5a}{12}jk$	$\frac{a}{3}jk(1 + \gamma\delta)$	$\frac{a}{3}j(k_1 + k_2)$	$\frac{2a}{15}jk$
8	$\frac{7a}{48}jk$	$\frac{a}{12}jk(1 + \gamma + \gamma^2)$	$\frac{a}{12}j(k_1 + 3k_2)$	Anmerkung: Kubische Parabel als M-Fläche des folgenden S-Systems:
9	$\frac{7a}{48}jk$	$\frac{a}{12}jk(1 + \delta + \delta^2)$	$\frac{a}{12}j(3k_1 + k_2)$	
10	$\frac{a}{24}(U_1 + 10j_2 + j_3)k$	$\frac{a}{6}U_1\delta^3 + 2j_2(1 + \gamma\delta) + j_3\gamma^2jk$	$\frac{a}{6}U_1k_1 + 2j_2 \cdot (k_1 + k_2) + j_3k_2$	
11	$\frac{5a}{32}jk$	$\frac{a}{20}jk(1 + \gamma)\left(\frac{7}{3} - \gamma^2\right)$	$\frac{a}{60}j(7k_1 + 8k_2)$	$k = -\frac{qa^2}{6}$
12	$\frac{5a}{32}jk$	$\frac{a}{20}jk(1 + \delta)\left(\frac{7}{3} - \delta^2\right)$	$\frac{a}{60}j(8k_1 + 7k_2)$	

\*) Für  $x = \gamma$  und  $\beta = \delta$  folgt  $\frac{a}{3}jk$

Auswertung der Integrale  $\int_a^b f(s) \cdot g(s) \cdot ds$  z. B.  $\int_a^b M_1, M_k, ds^1$

	f(s)	a	b	c	d
1		$ajk$	$\frac{a}{2}jk$	$\frac{a}{2}jk$	$\frac{2a}{3}jk$
2		$\frac{a}{2}jk$	$\frac{a}{3}jk$	$\frac{a}{6}jk$	$\frac{a}{3}jk$
3		$\frac{a}{2}jk$	$\frac{a}{6}jk$	$\frac{a}{3}jk$	$\frac{a}{3}jk$
4		$\frac{a}{2}jk$	$\frac{a}{4}jk$	$\frac{a}{4}jk$	$\frac{5a}{12}jk$
5		$\frac{a}{2}jk$	$\frac{a}{6}jk(1 + \alpha)$	$\frac{a}{6}jk(1 + \beta)$	$\frac{a}{3}jk(1 + \alpha\beta)$
6		$\frac{a}{2}(j_1 + j_2)k$	$\frac{a}{6}(j_1 + 2j_2)k$	$\frac{a}{6}(2j_1 + j_2)k$	$\frac{a}{3}(j_1 + j_2)k$
7		$\frac{2a}{3}jk$	$\frac{a}{3}jk$	$\frac{a}{3}jk$	$\frac{8a}{15}jk$
8		$\frac{a}{3}jk$	$\frac{a}{4}jk$	$\frac{a}{12}jk$	$\frac{a}{5}jk$
9		$\frac{a}{3}jk$	$\frac{a}{12}jk$	$\frac{a}{4}jk$	$\frac{a}{5}jk$
10		$\frac{a}{6}(U_1 + 4j_2 + j_3)k$	$\frac{a}{6}(2j_2 + j_3)k$	$\frac{a}{6}(U_1 + 2j_2)k$	$\frac{a}{15}(U_1 + 8j_2 + j_3)k$
11		$\frac{a}{4}jk$	$\frac{2a}{15}jk$	$\frac{7a}{60}jk$	$\frac{2a}{15}jk$
12		$\frac{a}{4}jk$	$\frac{7a}{60}jk$	$\frac{2a}{15}jk$	$\frac{2a}{15}jk$

1) Alle Werte j und k sind mit Vorzeichen einzusetzen!  
2) Bei M-Flächen infolge Dreiecksbelastung ist  $j = qa^2/6$



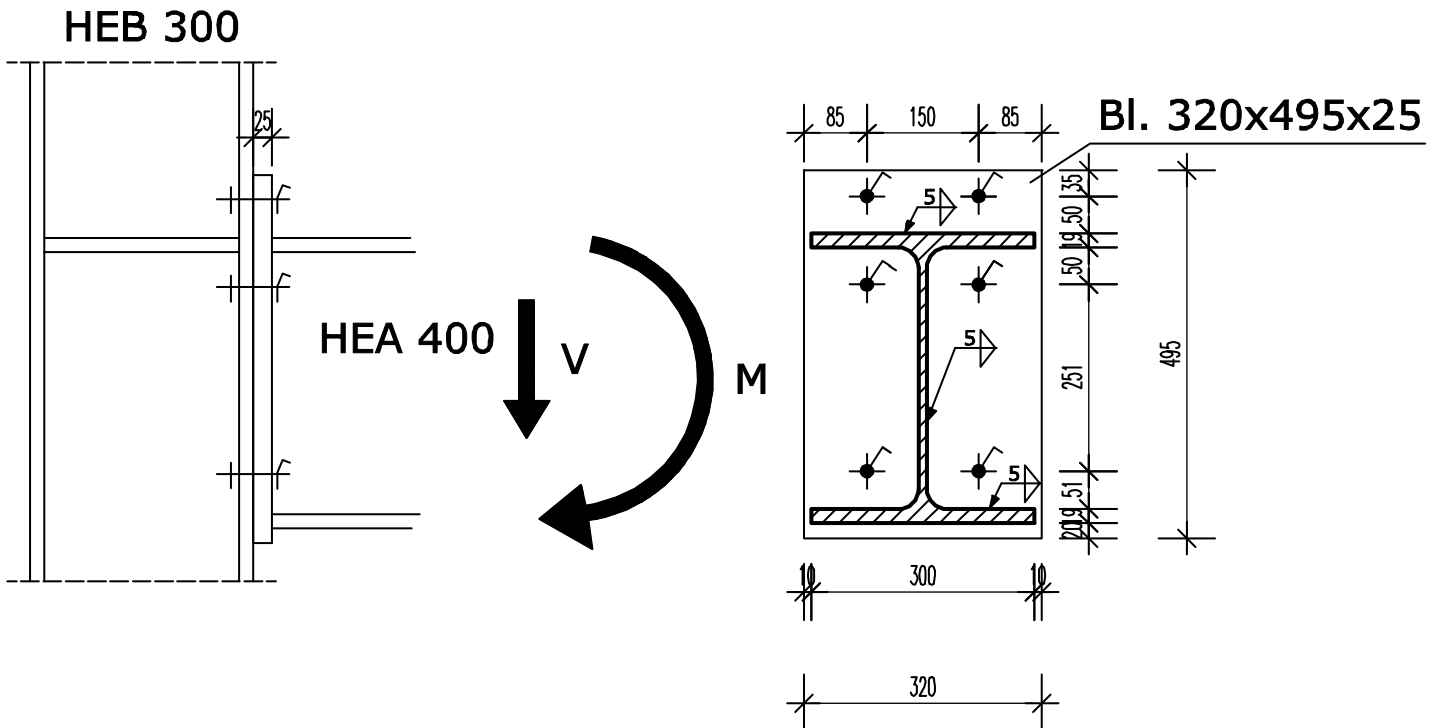
## 2. Geschraubter Kopfplattenstoß

Ein Riegel [HEA 400] wird mittels eines Kopfplattenanschlusses, gemäß Skizze, an eine Stütze [HEB 300] angeschlossen.

### Gegeben:

Stahlsorte: S335 J0  $f_y = 335 \text{ N/mm}^2$   $f_u = 510 \text{ N/mm}^2$   
 Einwirkungen:  $M_{y,Ed} = 230 \text{ kNm}$   
 $V_{y,Ed} = 240 \text{ kN}$   
 Riegel: HE-A 400  
 Stütze: HE B 300  
 Schrauben: 6 x M24 10.9  
 $A=4,52 \text{ cm}^2$ ,  $A_s=3,53 \text{ cm}^2$ ,  $d_o=26\text{mm}$ ,  $d_m=3,8\text{cm}$   
 Schraubengewinde in der Scherfuge!

Skizze: Maße in [mm]



### Gesucht:

1. Führen Sie die erforderlichen Tragfähigkeitsnachweise für die Kopfplatte und den Schrauben
2. Führen Sie den Nachweis für den Stützensteg mit Querdruckbeanspruchung

### Hinweis:

Es wird angenommen dass:  $\sigma_{com,ED} < 0,7f_{y,wc}$

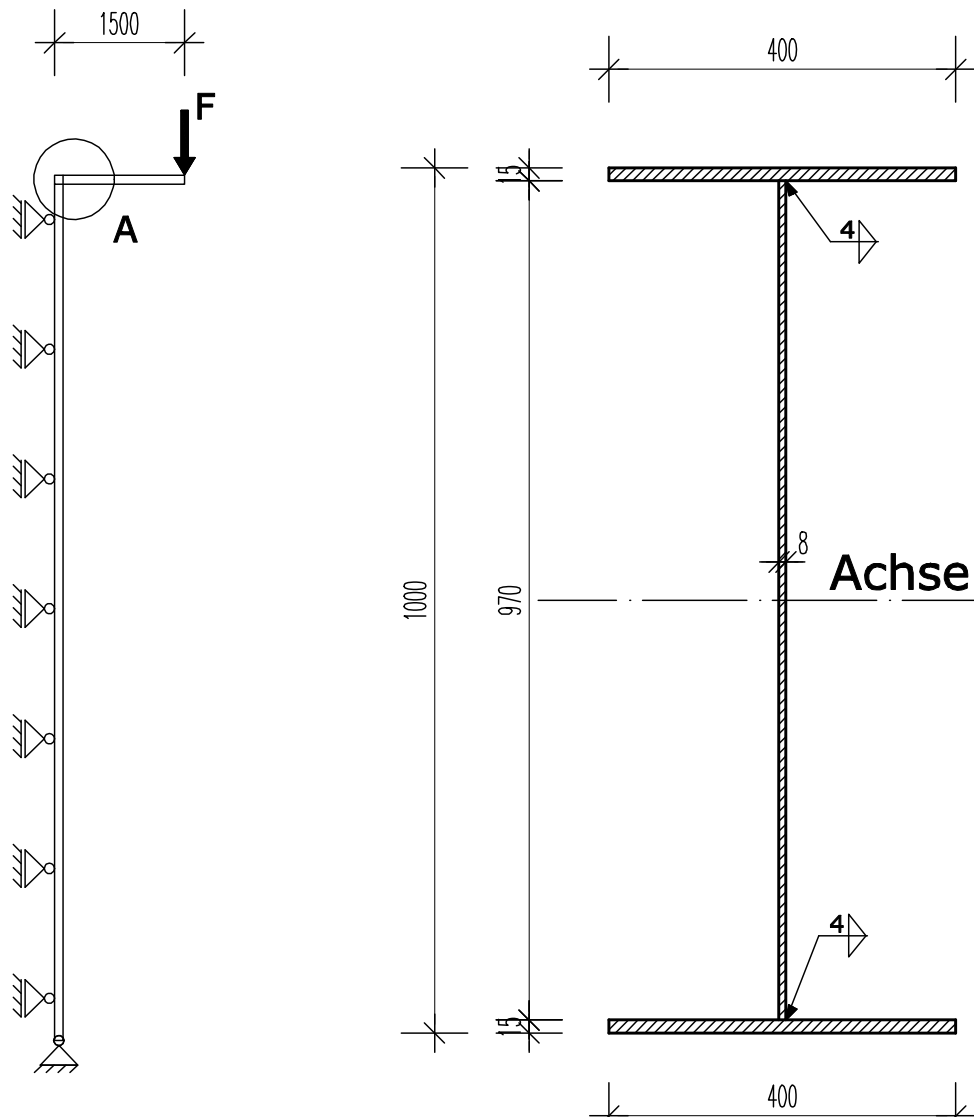
An Hilfsmittel dürfen ausschließlich die Norm EN 1993-1-x verwendet werden.

### 3. Querschnittsnachweis

Führen Sie die Berechnung der effektiven Querschnittswerte und den Nachweis des Querschnittes für die Stütze durch.

#### Gegeben:

Stahlsorte:	S 355 J0	$f_y = 355 \text{ N/mm}^2$	$f_u = 510 \text{ N/mm}^2$
Kraft:	$F_{Ed} = 1000 \text{ kN}$		
Abmessungen Schweißträger:	$h = 1000 \text{ mm}$		
	$b = 400 \text{ mm}$		
	$t_f = 15 \text{ mm}$		
	$t_w = 8 \text{ mm}$		
Abmessungen der Schweißnähte:	$a = 4 \text{ mm}$ (beidseitige Kehlnähte)		
Skizze: Maße in [mm]			



#### Gesucht:

Nachweis des Querschnittes der **Stütze** (Biegung mit Normalkraft) lt. Skizze im Bereich A.

#### Hinweis:

Bei der Ermittlung der effektiven Querschnittswerte ist 1 Iterationsschritt ausreichend. Es brauchen keine globalen Stabilitätsnachweise geführt zu werden.

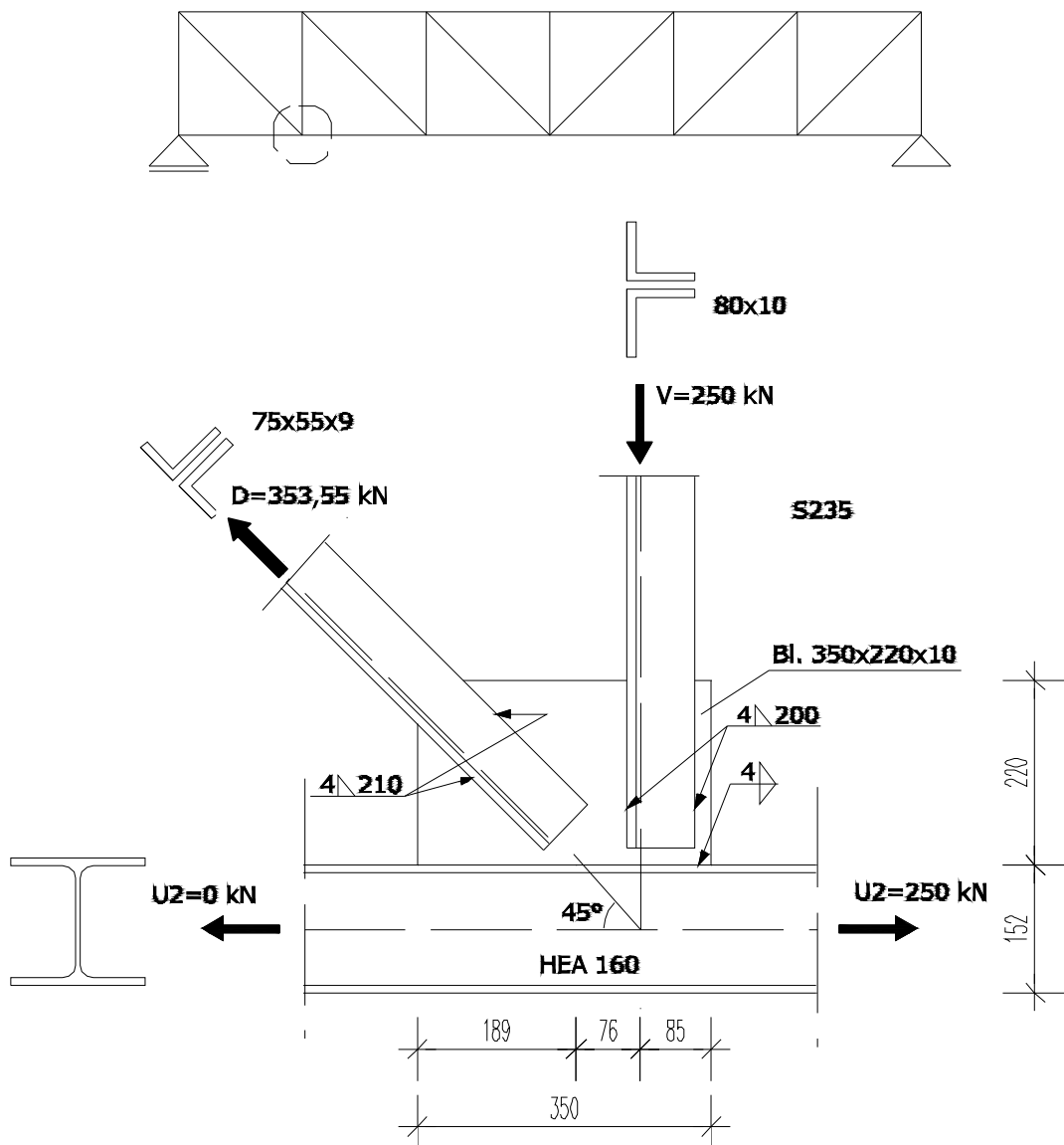
An Hilfsmittel dürfen ausschließlich die Norm EN 1993-1-x verwendet werden.

#### 4. Schweißnahtberechnung - Fachwerkknoten mit Knotenblech

Die Füllstäbe werden mit jeweils 2 Winkeln ausgeführt und mit Flankenkehlnähten mit  $a=4\text{mm}$  an das Knotenblech angeschlossen.  
Das Knotenblech ist mit einer Doppelkehlnaht  $a = 4\text{mm}$  an den Untergurt angeschlossen.

#### Gegeben:

Stahlsorte: S 235 J0  $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$   $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$   
 Kräfte:  $V_{Ed} = 250 \text{ kN}$ ;  $D_{Ed} = 353,55 \text{ kN}$   
 Profil der Füllstäbe: 2x Winkel 80x10 und 2x Winkel 75x55x10  
 Profil des Untergurtes: HEA 160



#### Gesucht:

Führen Sie die erforderlichen Nachweise der Tragfähigkeit der Schweißverbindung mit Hilfe des richtungsbezogenen Verfahrens durch:

- Anschluss der Füllstäbe
- Anschlusschweißnaht des Knotenbleches

An Hilfsmittel dürfen ausschließlich die Norm EN 1993-1-x verwendet werden.

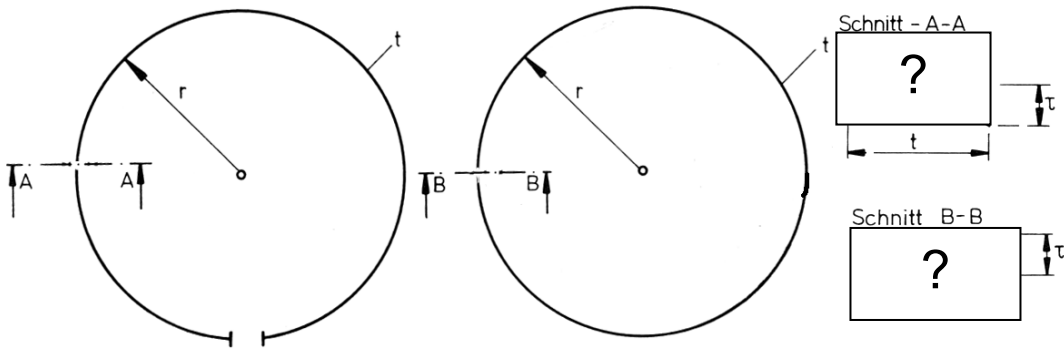
Der Bereich für Stahlbau und Mischbautechnologie wünscht Ihnen gutes Gelingen und viel Erfolg.

Name: .....

Matr. Nr.: .....

**B. Theoretischer Prüfungsteil**

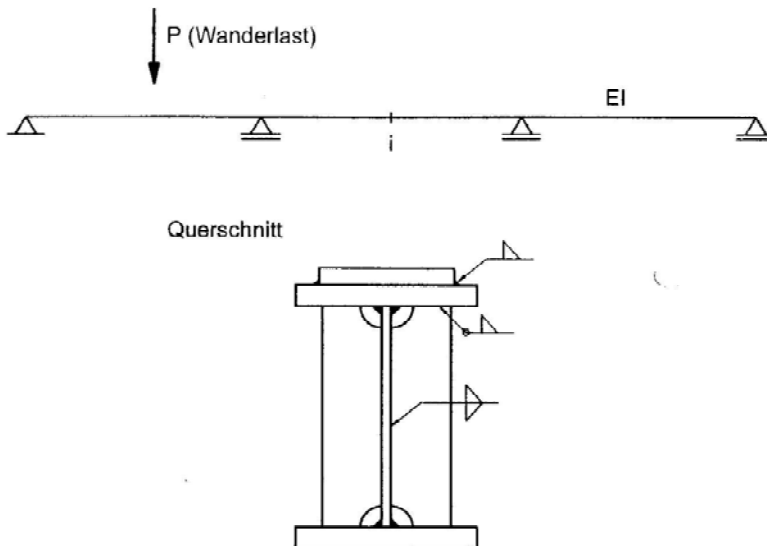
1. Welches der nachfolgenden zwei Profile eignet sich Ihrer Meinung besser zur Abtragung von Torsionsmomenten? Zeichnen Sie in Schnitt A-A und Schnitt B-B den Verlauf der Schubspannungen über die Querschnittsdicke ein.



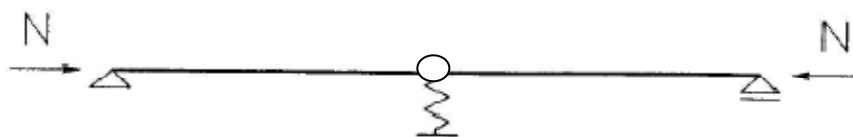
2. Wie wird der Formbeiwert  $\alpha$  eines Querschnittes berechnet

- Leiten Sie den Formbeiwert  $\alpha$  eines Rechteckquerschnitts für einachsige Biegung her
- Zeigen Sie anhand von einigen Querschnitten, dass der Formfaktor  $\alpha$  querschnittsabhängig ist und welche Folgen sich daraus bei der Profilwahl ergeben

3. Erläutern Sie die Vorgangsweise für den Nachweis der Ermüdungsfestigkeit am folgenden Beispiel an der Stelle i:



4. Berechnen Sie die kritische Knicklast des Systems. (Biegesteifigkeit soll sehr groß sein  $EI \rightarrow \infty$ )



5. Geben Sie Streckgrenze und Zugfestigkeit einer Schraube mit der Bezeichnung **10.9** an.

Streckgrenze = ..... N/mm<sup>2</sup>

Zugfestigkeit = ..... N/mm<sup>2</sup>

6. Welches Maß ist bei den Trägern HEA 300, HEB 300 und HEM 300 aus Gründen der Fertigung (Walzvorgang) immer gleich? Bitte klare Beschreibung oder Skizze.

7. Welche unterschiedlichen Nachweiskonzepte für den Betriebsfestigkeitsnachweis kennen Sie? (Auflistung ohne Beschreibung)

Ist die folgende Aussage Ihrer Meinung nach richtig oder falsch:

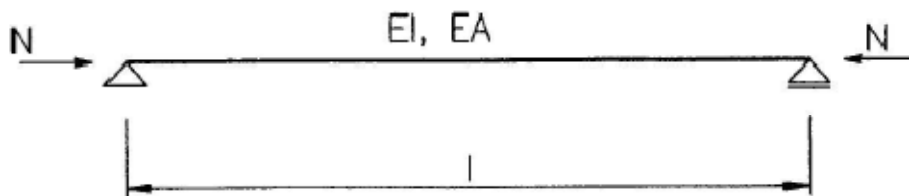
„Nach Eurocode 3 sind die Wöhlerlinien für geschweißte Konstruktionen unabhängig von der Stahlgüte und Mittelspannung dargestellt.“

8. Stabilität

a) Die Schnittgrößen einer Rahmenkonstruktion wurden nach Theorie 1.Ordnung berechnet. Dürfen Sie den Stabilitätsnachweis mit Hilfe des Ersatzstabverfahrens ohne Ansetzen von Imperfektionen führen? Begründen Sie Ihre Antwort!

b) Die Schnittgrößen einer Rahmenkonstruktion wurden nach Ansetzen aller Imperfektionen nach Theorie 2.Ordnung berechnet. Reicht ein lokaler Querschnittsnachweis aus? Begründen Sie Ihre Antwort!

9. Was beschreiben  $N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{l^2}$  und  $N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$  für das unten dargestellte statische System?



10. Was bedeutet die **mitwirkende Gurtbreite** und welche Effekte werden damit berücksichtigt?

11. Was verstehen Sie unter Terrassenbruch?

Hinweise:

Versuchen Sie bitte, die Fragen so kurz und prägnant als möglich zu beantworten und gehen Sie dabei auch bitte möglichst konkret auf die genaue Fragestellung ein.

Bei der Beurteilung des theoretischen Prüfungsteiles werden die 10 Antworten mit der höchsten Bewertung berücksichtigt, Sie haben also eine "Jokerfrage", die Sie unbeantwortet lassen können. Sollten Sie alle Fragen beantworten, wird immer die Antwort mit der niedrigsten Bewertung bei der Benotung des theoretischen Prüfungsteiles außer Acht gelassen.

Es dürfen keinerlei Hilfsmittel verwendet werden.

Der Bereich für Stahlbau und Mischbautechnologie wünscht Ihnen gutes Gelingen und viel Erfolg.  
Dipl.-Ing. Daniel Reiterer