

DIPLOM-HAUPTPRÜFUNG

Stahlbau

2. September 2004

Name:

Aufgabe:	1	2	3	4	5
erreichte Punktzahl:					

abgegebene Blätter:	
---------------------	--

Aufgabe 1**25 min**

a) Bei der in der Anlage 1.1 dargestellten Stütze HE200B werden zwei symmetrisch angeordnete Trägeranschlüsse (Konsolen) mit den Positionen 62012, 62013, 62016 und 62021 gemäß der beigefügten Stückliste (Anlage 1.2) ausgeführt. Der Anschluss muss das Biegemoment um die Trägerachse über die Stütze auf den gegenüberliegenden Träger und die Querkraft auf die Stütze übertragen.

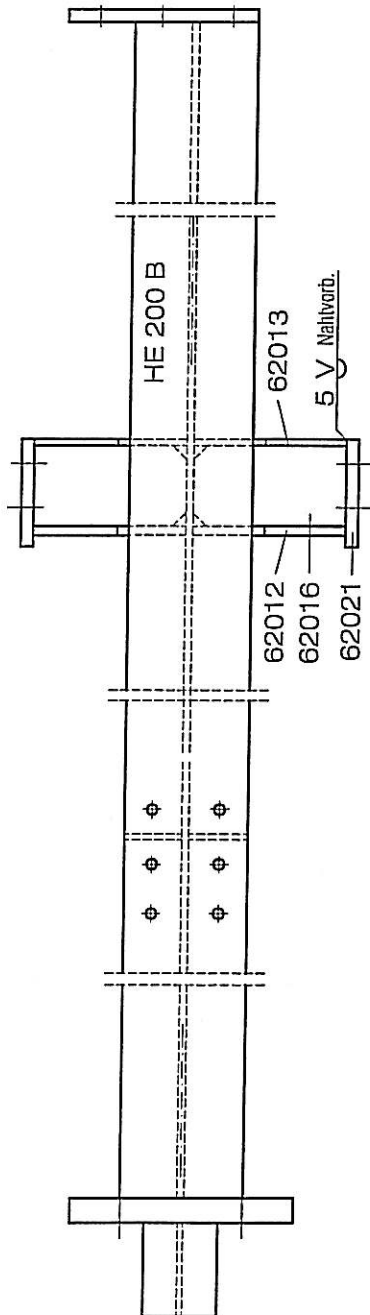
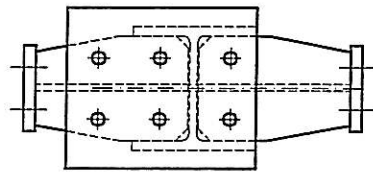
1. Ergänzen Sie die Angaben für die erforderlichen Schweißnähte.
2. Geben Sie einen Verbesserungsvorschlag für die Schweißnaht an der Verbindung der Positionen 62013 und 62021.
3. Geben Sie die Schweißfolge für den Anschluss der Konsolen an.

b) Im Schnitt H-H sind Steifen für einen geschraubten Anschluss mit biegesteifen Stirnplatten angegeben für Träger, deren Stegeebene mit der der Stützen zusammenfällt. Geben Sie einen Verbesserungsvorschlag für diese im Schnitt H-H dargestellte Steifenführung.

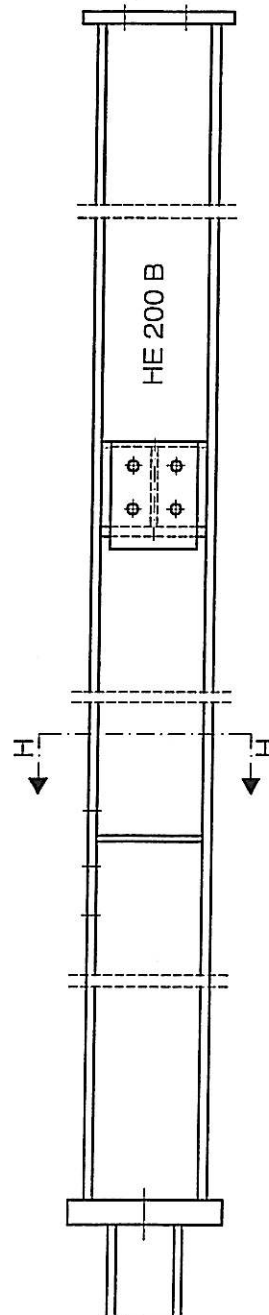
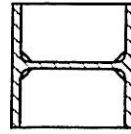
c) Die Stütze ist Bestandteil eines mehrstöckigen, vorwiegend ruhend beanspruchten Geschossrahmens. Welche Herstellerqualifikation benötigt das Stahlbauunternehmen? Geben Sie an, welches Kriterium (Werkstoff, Erzeugnisdicke, Schweißprozess, Bauteil, Beanspruchung) dafür maßgebend wird.

d) Die Schweißarbeiten an der Stütze werden im Werk mit dem Verfahren MAG (135) ausgeführt.

1. Kann bei Verwendung der durch das beigefügte Kennblatt (Anlage 1.3) beschriebenen Schweißzusatz- und Schweißhilfsstoffe die WPS nach DIN EN 288-5 anerkannt werden? Begründen Sie Ihre Entscheidung.
2. Ist der Schweißer mit der in der Anlage 1.4 beigefügten Prüfungsbescheinigung berechtigt, die Schweißarbeiten auszuführen? Begründen Sie Ihre Entscheidung.



Schnitt H-H



Sh

SteelOffice

TB-Stückliste

29.06.2004 Seite 1

14:21 Uhr

Auftragsnummer: 0404001

Auftrag :

Zeichnungsnr. : 062 -0-

Bauteil :

Oberflächenbehandlung: nach Angaben

TB erstellt am 17.06.04 von Eckart

H	Teile-Nr.	An-zahl	Material	AI	lang	breit	Bemerk	Fl.	PQ.	C	L	Vbnr	Gewicht	Oberfläche	Ltz		
			Bemerkung zur Position.										Kg/ME	Gesamt	m²/ME	Gesamt	Arb
H	6201	1	HEB 200		11840		Stuetz	2				2	61,30	725,792	1,150	13,616	1
			Versandabmessungen:12,1 x 0,7 x 0,6														
	61001	1	HEB 120		150		Schubk	2				2	26,70	4,005	0,686	0,103	1
	61009	1	BL 40 S235JRG2		360	250	Fußpla	5					314,00	28,260	2,080	0,187	1
	62001	1	HEA 160		175		Traege	2				2	30,40	5,320	0,906	0,159	1
	62002	1	HEA 160		175		Kragar	2				2	30,40	5,320	0,906	0,159	1
	62003	1	BL 15 S235JRG2		376	350	Knoten	5					117,75	15,496	2,030	0,267	1
	62004	1	BL 15 S235JRG2		452	346	Stegbl	5					117,75	18,415	2,030	0,317	1
	62005	1	BL 20 S235JRG2		305	260	Kopfpl	5					157,00	12,450	2,040	0,162	1
	62006	1	BL 15 S235JRG2		257	238	Knoten	5					117,75	7,202	2,030	0,124	1
	62009	1	BL 15 S235JRG2		346	170	Flansc	5					117,75	6,926	2,030	0,119	1
	62012	2	BL 15 S235JRG2		246	170	Flansc	5					117,75	4,924	2,030	0,085	1
	62013	2	BL 10 S235JRG2		245	170	Flansc	3					78,50	3,270	2,020	0,084	1
	62014	2	BL 25 S235JRG2		200	152	Stimp	5					196,25	11,932	2,050	0,125	1
	62016	2	BL 10 S235JRG2		245	132	Stegbl	3					78,50	2,539	2,020	0,065	1
	62018	1	FL 120X20		250		Stimp	3				3	18,80	4,700	0,280	0,070	1
	62021	2	FL 120X20		175		Stimp	3				3	18,80	3,290	0,280	0,049	1
	62024	1	BL 12 S235JRG2		170	96	Rippe	3					94,20	1,537	2,024	0,033	1
	62025	2	BL 10 S235JRG2		170	96	Rippe	3					78,50	2,562	2,020	0,066	1
	62029	2	BL 10 S235JRG2		96	78	Rippe	3					78,50	1,176	2,020	0,030	1
	62031	2	BL 15 S235JRG2		200	52	Flansc	5					117,75	2,449	2,030	0,042	1
			Gesamtsumme											867,565		15,863	
H	6202	1	HEA 200		11280		Stuetz	2				2	42,30	477,144	1,140	12,859	1
			Versandabmessungen:11,5 x 0,5 x 0,3														
	60014	1	FL 120X20		260		Stimp	3				3	18,80	4,888	0,280	0,073	1
	61001	1	HEB 120		150		Schubk	2				2	26,70	4,005	0,686	0,103	1
	61008	1	BL 20 S235JRG2		360	250	Fußpla	5					157,00	14,130	2,040	0,184	1
	61017	4	BL 10 S235JRG2		150	97	Rippe	3					78,50	4,569	2,020	0,118	1
	61020	2	BL 20 S235JRG2		220	95	Knagge	5					157,00	6,563	2,040	0,085	1
	61021	1	BL 15 S235JRG2		272	82	Lasche	5					117,75	2,626	2,030	0,045	1
	62007	1	BL 10 S235JRG2		247	220	Stegbl	3					78,50	4,266	2,020	0,110	1
	62008	1	BL 20 S235JRG2		202	200	Kopfpl	5					157,00	6,343	2,040	0,082	1
	62010	1	BL 10 S235JRG2		247	170	Flansc	3					78,50	3,296	2,020	0,085	1
	62011	1	BL 10 S235JRG2		247	170	Stegbl	3					78,50	3,296	2,020	0,085	1
	62017	3	BL 10 S235JRG2		247	130	Flansc	3					78,50	7,562	2,020	0,195	1
	62019	1	FL 120X20		200		Stimp	3				3	18,80	3,760	0,280	0,056	1
	62026	2	BL 20 S235JRG2		230	95	Stimp	5					157,00	6,861	2,040	0,089	1
	62027	1	BL 20 S235JRG2		230	95	Stimp	5					157,00	3,430	2,040	0,045	1
	62028	1	BL 20 S235JRG2		230	95	Stimp	5					157,00	3,430	2,040	0,045	1
	62030	2	BL 10 S235JRG2		97	60	Rippe	3					78,50	0,914	2,020	0,024	1
			Gesamtsumme											557,083		14,281	
H	6203	3	IPE 160		1467		Traege	2				2	15,80	69,536	0,623	2,742	1
			Versandabmessungen: 1,5 x 0,1 x 0,2														
	60009	3	FL 140X10		129		Stimp	3				3	11,00	4,257	0,300	0,116	1
	62023	3	FL 110X10		140		Stimp	3				3	8,64	3,629	0,240	0,101	1
			Summe je H/Z-Teil											25,807		0,986	
			Gesamtsumme											77,422		2,959	

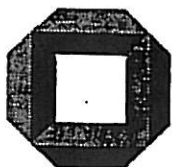
VdTÜV-Kennblatt für Schweißzusätze

(Stabelektrode, Drahtelektrode, Schweißdraht, Schweißstab
Falzdrahtelektrode, Fülldrahtelektrode, Netzmantelelektrode)

		1 Hersteller/Lieferer: Thyssen Schweißtechnik Deutschland GmbH mit Herstellerwerken gemäß VdTÜV-Liste 1000		2 Kennblatt-Nummer: 03640.04 09.96																	
3	Schweißzusatz:	Drahtelektrode			5																
4	Marke:	SG 2-H			Angaben des Herstellers																
7	Typ:	G 35 2 C G 3 Si 1, G 35 3 M G 3 Si 1 DIN EN 440																			
11	Durchmesserbereich:	0,8 bis 1,6	mm	12	Hilfsstoffe: M1 bis M3, C DIN EN 439																
13	Die weitere Gültigkeit wird in der jeweils letzten Ausgabe der CD-ROM "TÜV-eignungsgeprüfte Schweißzusätze" bescheinigt.																				
15	Wärmebehandlung nach dem Schweißen und Werkstoffe																				
	Pos	Wärmebehandlung	Gruppe / Werkstoff 1	Text	Gruppe / Werkstoff 2																
		U, S	Gruppen 1 bis 3																		
		U, S	Gruppe 4																		
					(1)																
16	Die in den Werkstoffgruppen erfaßten Werkstoffe sind im VdTÜV-Kennblatt 1000*) aufgeführt.																				
21	Wurzelschweißbarkeit: nachgewiesen																				
23	Wanddicke:	maximal 50 mm		24	Stromart und Polung: G+																
25	Schweißposition nach DIN ISO 6947: PA, PB, PC, PE, PF, PG																				
26	Höchste Betriebstemperatur im Kurzzeitbereich wie Grundwerkstoff, jedoch max.:				450 °C																
27	Höchste Betriebstemperatur im Langzeitbereich max.:				— °C																
28	Tiefste Betriebstemperatur wie Grundwerkstoff, jedoch nicht tiefer als:				unter C: -20; unter M1 bis M3 -30 °C																
29	Berechnungskennwert: wie Grundwerkstoff																				
30	Bei Einsatz im Langzeitbereich: —																				
31	Korrosionsbeständigkeit nachgewiesen nach: —																				
32	Bemerkungen: (1) Im Wärmebehandlungszustand S nur unter Mischgas.																				
33	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;">Erläuterungen: A - angelassen</td> <td style="width: 25%;">S - spannungsarmgeglüht</td> <td style="width: 25%;">W - weichgeglüht</td> <td style="width: 25%;">G+ - Gleichstrom Pluspol</td> </tr> <tr> <td>L - lösungsgeglüht</td> <td>St - stabilgeglüht</td> <td></td> <td>G- - Gleichstrom Minuspol</td> </tr> <tr> <td>u. abgeschreckt</td> <td>U - ungeglüht</td> <td></td> <td>W - Wechselstrom</td> </tr> <tr> <td>N - normalgeglüht</td> <td>V - vergütet</td> <td></td> <td>*) - erscheint im selben Verlag</td> </tr> </table>					Erläuterungen: A - angelassen	S - spannungsarmgeglüht	W - weichgeglüht	G+ - Gleichstrom Pluspol	L - lösungsgeglüht	St - stabilgeglüht		G- - Gleichstrom Minuspol	u. abgeschreckt	U - ungeglüht		W - Wechselstrom	N - normalgeglüht	V - vergütet		*) - erscheint im selben Verlag
Erläuterungen: A - angelassen	S - spannungsarmgeglüht	W - weichgeglüht	G+ - Gleichstrom Pluspol																		
L - lösungsgeglüht	St - stabilgeglüht		G- - Gleichstrom Minuspol																		
u. abgeschreckt	U - ungeglüht		W - Wechselstrom																		
N - normalgeglüht	V - vergütet		*) - erscheint im selben Verlag																		
34	Zusammengestellt nach Angaben des RWTÜV																				
Die VdTÜV-Kennblätter sind urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung, die Verbreitung, der Nachdruck und die Gesamtwiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege bleiben, auch bei auszugsweiser Verwertung, der vorherigen Zustimmung der Verlage vorbehalten. Auf VdTÜV-Merkblatt 001 - Allgemeines *) - wird besonders hingewiesen.																					

*) Herausgeber: Verband der Technischen Überwachungs-Vereine e.V., Essen

Druck und Vertrieb: TÜV-Verlag GmbH, Unternehmensgruppe TÜV Rheinland/Berlin-Brandenburg, Postfach 90 30 60, 51123 Köln



Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine

(Amtliche Materialprüfungsanstalt)

UNIVERSITÄT KARLSRUHE (TH)

Leitung: Univ.-Prof. Dr.-Ing. J. Blaß und Univ.-Prof. Dr.-Ing. H. Saal

1 Schweißer-Prüfungsbescheinigung

2 Bezeichnung EN 287-1 111 P FW W01 B t15 PD

3 Seite 1 von

4 Hersteller Schweißanweisung

5 Beleg-Nr. (Falls verfügbar):

6 Name des Schweißers:

7 Legitimation:

8 Art der Legitimation:

9 Geburtsdatum und -ort:

10 Beschäftigt bei:

11 Vorschrift/Prüfnorm:

12 Fachkunde:

13
Personalnummer
15.07.1969, Kedzieizyn-Kozle/Polen
DIN EN 287-1
bestanden

Prüfstelle: Versuchsanstalt Uni KA
Prüf.-Nr.: 022301 - 000001

Fotografie
(falls nötig)

13 Kenngrößen	Prüfdaten-Angaben		Geltungsbereich
14 Schweißprozeß	111	Lichtbogenhandschweißen	111
15 Blech oder Rohr	P	Blech	P, T
16 Nahtart	FW	Kehlnaht	FW
17 Werkstoffgruppe	W01	S235 JR G2	W01
18 Umhüllungstyp	B		A, B, R, RA, RB, RC, RR
Zusatzwerkstoff / Bez	DIN-EN 499		EN 287-1 Abschnitt 3.5.1
19 Schutzgas			—
20 Hilfsstoffe			—
21 Prüfstückdicke (mm)	15,00		≥ 5,00
22 Rohraußendurchm. (mm)*	0,00		0,00
23 Schweißposition	PD	Horizontal-Überkopposition	PD, PA, PB, PF (nur P)
24 Ausfugen / Badsicherung			—

25 Zusätzliche Hinweise siehe beigelegtes Blatt und/oder Schweißanweisung Nr.:

26	Ausgeführt und bestanden	nicht verlangt
27 Art der Prüfung		
28		
29 Sichtprüfung	X	-
30 Durchstrahlungsprüfung	-	X
31 Magnetpulverprüfung	-	X
32 Farbeindringprüfung	-	X
33 Makroschliff	-	X
34 Bruchprüfung	X	-
35 Biegeprüfung	-	X
36 Zusatzprüfungen **)	-	X
37		

38 **) falls notwendig, Angabe auf Zusatzblatt

Bemerkung: Die Fachkundeprüfung und die Überwachung des Schweißers beim Schweißen des Prüfstücks erfolgten unter der Verantwortung des für den Betrieb zuständigen Schweißfachingenieurs.



Mössinger

Karlsruhe

23.10.2002

04.10.2004

Mössinger

Ort

Tag der Ausgabe

Gültigkeit der Prüfung bis

Name und Unterschrift
von Prüfer oder Prüfstelle

39

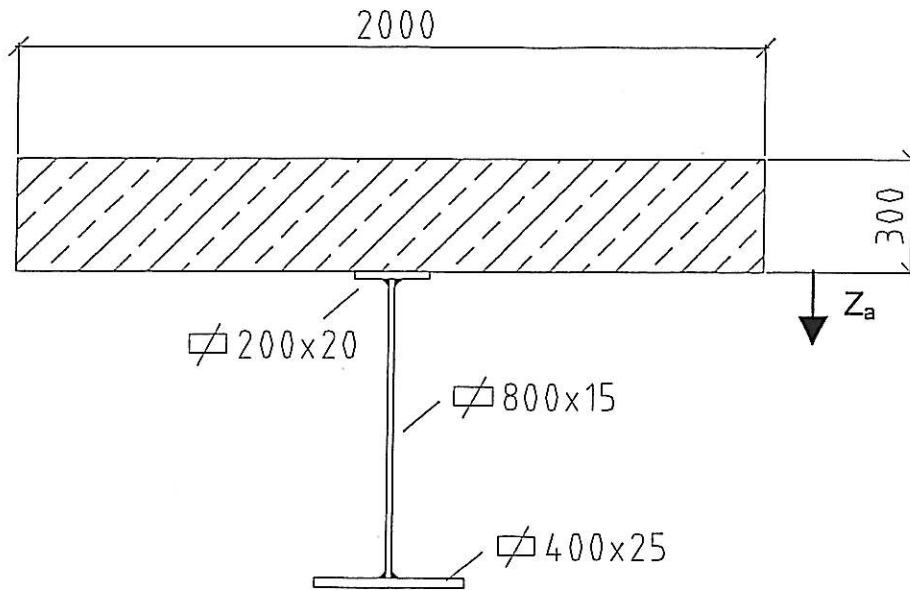
*) Rohrdurchmesser > 500 mm gilt als Blech

Sh

Aufgabe 2

15 min

Ein Einfeldträger mit einer Spannweite von 25 m wird als Stahlverbundträger ausgeführt. Bestimmen Sie die maximale Durchbiegung für den Zeitpunkt $t = \infty$. Die Einwirkung wirkt auf den Verbundquerschnitt.



Verbundquerschnitt

Maße in mm

	Stahl	Beton
Werkstoff:	S355J2G3	B35
Querschnittsgrößen:	$A_a = 260 \text{ cm}^2$ $I_a = 282713 \text{ cm}^4$	$A_b = 6000 \text{ cm}^2$ $I_b = 450000 \text{ cm}^4$
Schwerpunkt:	$z_a = 51,56 \text{ cm}$	

ständige Einwirkungen:	$g_k = 15 \text{ kN/m}$	$\psi_L = 1,10$	$\varphi_\infty = 1,35$
Schwinden:	$\varepsilon_{s\infty} = -25,6 \cdot 10^{-5}$	$\psi_L = 0,55$	$\varphi_\infty = 3,20$

h

Aufgabe 3

45 min

Ein geschweißter Fachwerkträger soll lösbar an eine Stütze HE300B angeschlossen werden. Konstruieren und bemessen Sie den Anschluss Knoten A nach DIN 18800. Vereinfachend darf angenommen werden, dass alle Bedingungen nach DIN 18808 erfüllt sind. Verwenden Sie für Ihre maßstäbliche Konstruktionszeichnung die beigefügten Anlagen 3.1 und 3.2.

Stütze: HE300B S355JRG2
 Obergurt: RHP 160x90x5,6 S235JRG2
 Streben: RHP 80x80x4,5 S235JRG2

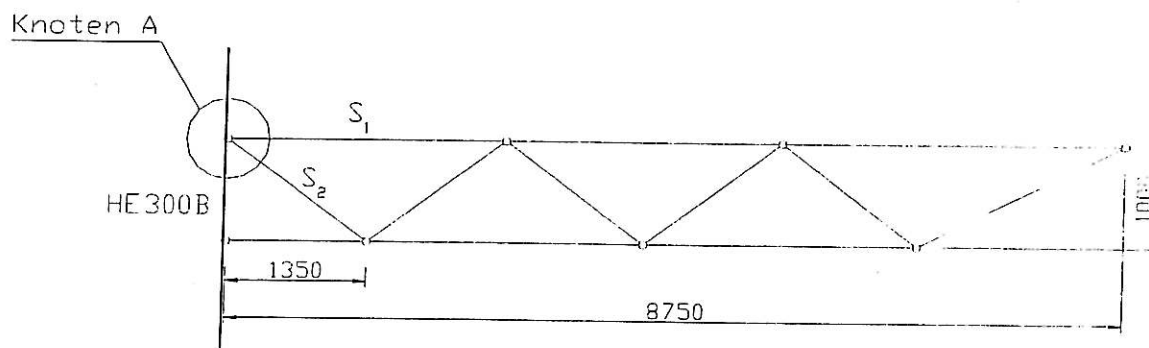
Alle Rechteckhohlprofile sind kaltgewalzt.

Stabkraft S_{d1} $S_{d1} = 319 \text{ kN (Zug)}$

Stabkraft S_{d2} $S_{d2} = 147 \text{ kN (Zug)}$

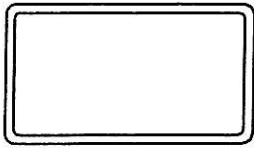
Alle Knoten sind gegen Ausweichen rechtwinklig zur Zeichenebene gehalten

Statisches System:



Alle Abmessungen in mm

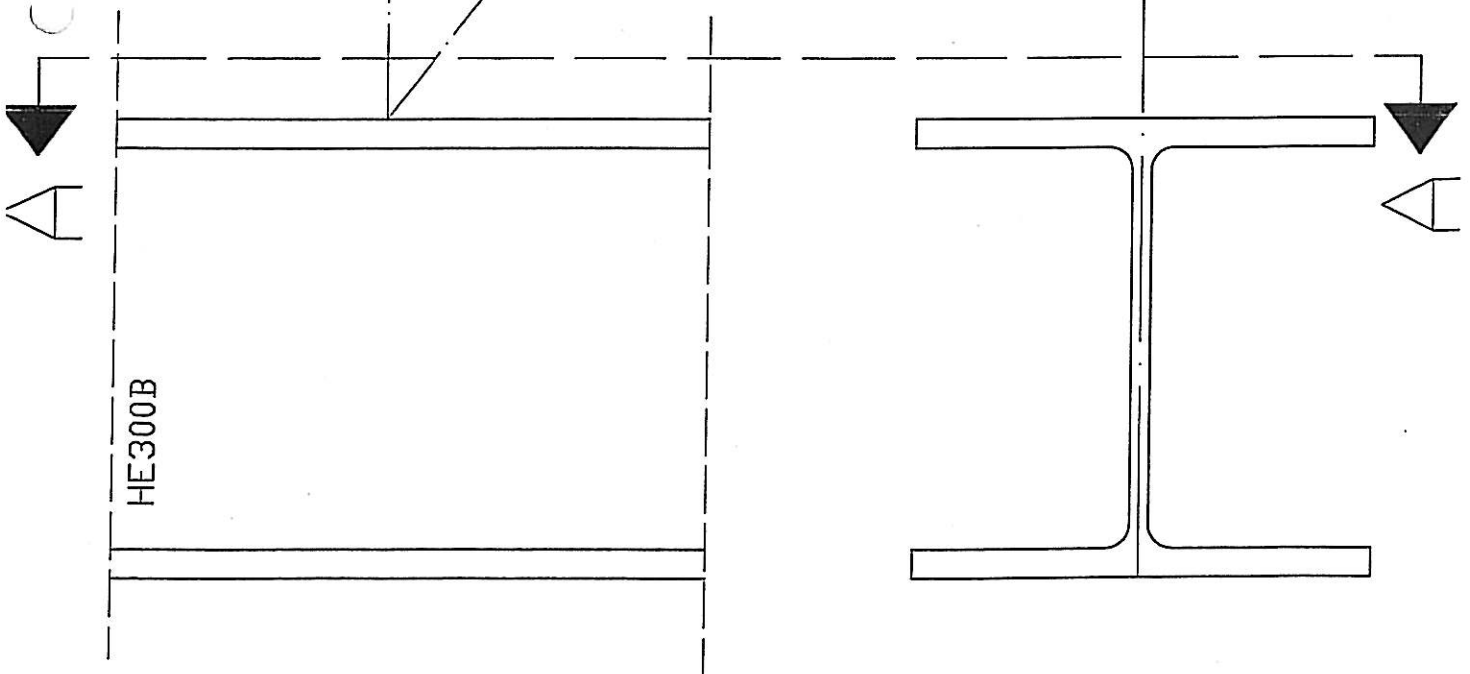
sh



RHP 160x90x5,6

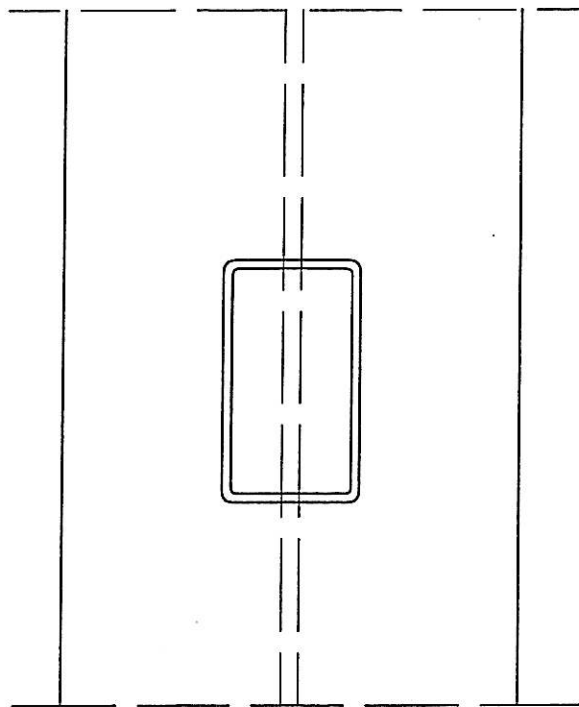
RHP 80x80x4,5

HE300B



sh

Anlage 3.2: Schnitt A-A, M 1:5



u

Aufgabe 4**20 min**

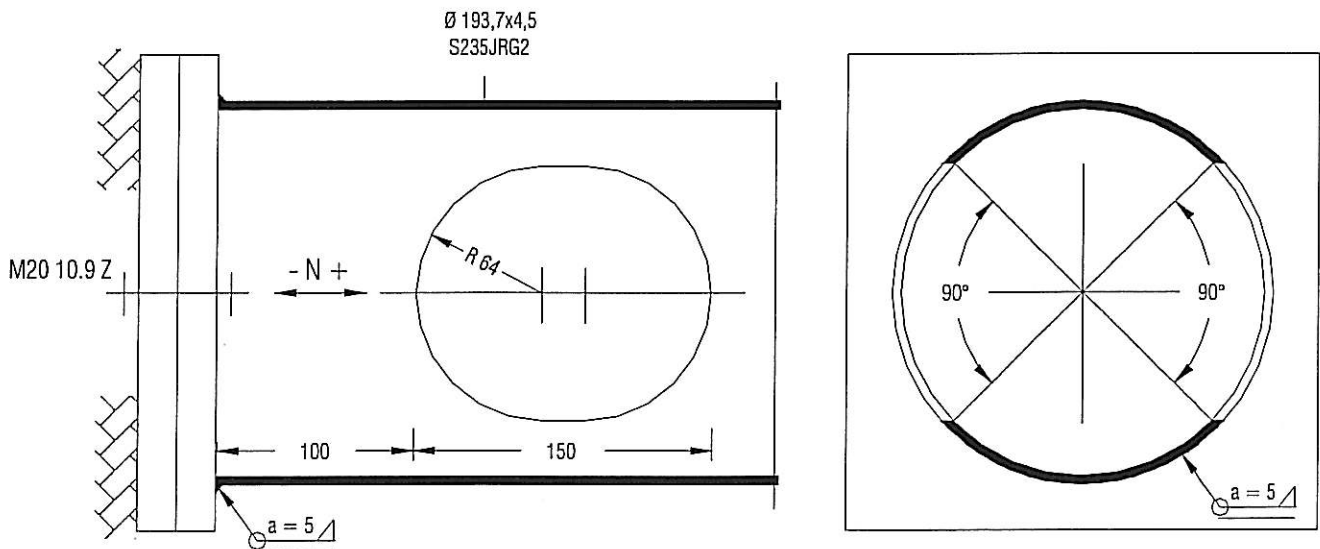
In der folgenden Skizze ist ein Stirnplattenanschluss dargestellt. Die Stirnplatte ist mit einer nicht vorgespannten Schrauben M20 10.9 Z befestigt. Der Anschluss wird mit folgendem Lastzyklus beansprucht:

$N = 0 \text{ kN}, +42,1 \text{ kN}, -75 \text{ kN}, +31,6 \text{ kN}, -75 \text{ kN}, 0 \text{ kN}.$

- Berechnen Sie nach DIN ENV 1993-1-1 (1992) die ertragbare Lastzyklenanzahl. Der anzusetzende Teilsicherheitsbeiwert für die Ermüdungsfestigkeit beträgt $\gamma_{Mf} = 1,0$.
- Wie kann die Ermüdungsfestigkeit des Anschlusses mit geringstem Aufwand wesentlich gesteigert werden?
- Berechnen Sie die ertragbare Lastzyklenanzahl des verbesserten Anschlusses. Um welchen Faktor erhöht sich die ertragbare Lastzyklenanzahl gegenüber a)?

Skizze Anschlußdetail Längsschnitt (links) und Querschnitt (rechts)

Maße in mm



Aufgabe 5**15 min**

Gegeben ist ein Einfeldträger mit Gabelagerung an beiden Auflagern, der mittig über einen kurzen Kragarm mit einer vertikalen Einzellast F_d belastet wird. Ermitteln Sie die *maximalen Normalspannungen in Feldmitte* und die *maximalen Schubspannungen am Auflager* im Träger HE300A und geben Sie jeweils an, an welcher Stelle im Querschnitt diese Spannungen wirken.

Hinweise: Der Kragarm muss nicht nachgewiesen werden.

Angaben:

$$F_d = 25 \text{ kN}$$

$$L = 4 \text{ m}$$

$$e = 0,75 \text{ m}$$

Werkstoff S355

Querschnittswerte für HE300A:

b	h	s (Stegdicke)	t (Flanschdicke)
300 mm	290 mm	8.5 mm	14 mm
I_y	W_y	S_y	
18 260 cm ⁴	1260 cm ³	692 cm ³	
I_ω (Wölbwiderstand)	w_M (Hauptverwölbung)	I_T (St. Venantscher Torsionswiderstand)	
1200·10 ³ cm ⁶	207 cm ²	85,2 cm ⁴	

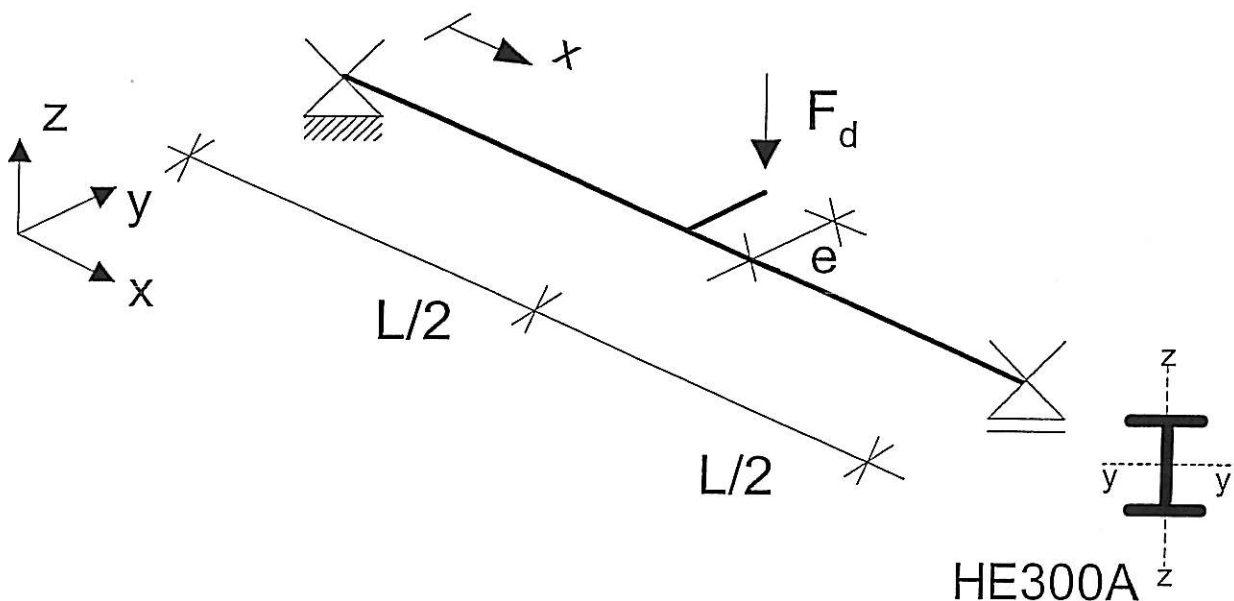


Abbildung 1.1: Querschnitt und statisches System des Trägers

Lösung:

A.1)

62012 an 62016 mit Halskehlnähten Doppelkehlnaht $a=4$

62013 an 62016 mit Halskehlnähten Doppelkehlnaht $a=4$

62021 an 62012 und an 62016 mit umlaufender Kehlnaht $a=4$

Damit ist die Konsole komplett.

62016 an Steg von HE200B mit Doppelkehlnaht $a=4$

62013 an die beiden Flansche des HE200B mit Kehlnähten $a = 7$ auf Konsolengurt

62012 an die beiden Flansche des HE200B mit Kehlnähten $a = 10$ auf Konsolengurt

A.2)

Die Stirnplatte 62021 wird um 7mm nach unten versetzt und anstelle der HV-Naht eine umlaufende Kehlnaht $a = 5$ ausgeführt.

A.3)

Die Schweißfolge ist bereits unter A.1 beschrieben.

B)

Die Steifen enden nicht bündig mit dem Stützenflansch sondern ihre Kante wird um 10mm zurückversetzt, so dass sie beim Anschluß umschweißt werden kann.

C)

Herstellerqualifikation D wegen der Art des Bauteils.

D.1)

Ja: Werkstoff, Schweißverfahren und die Parameter nach Zeile 21 bis 28 sind eingehalten

D.2)

Die Prüfungsbescheinigung berechtigt ihn nur zur Anwendung des Verfahrens 111 und nicht des Verfahrens 135.

Aufgabe 2

Stahlbau He'04

Eigengewicht (ständig)

$$n_g = \frac{21000}{3400} (1 + 1,1 \cdot 1,35) = 15,35$$

$$A_{ng} = 260 + \frac{6000}{15,35} = 650 \text{ cm}^2$$

$$a_{bg} = \frac{260 \cdot 66,56}{650} = 26,6 \text{ cm}$$

$$a = 51,56 + \frac{30}{2} = 66,56 \text{ cm}$$

$$a_{al} = 66,56 - 26,6 = 39,9 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} I_{ig} &= 282\,713 + 260 \cdot 39,9^2 \\ &\quad + \frac{6000}{15,35} \cdot 26,6^2 \\ &\quad + \frac{450\,000}{15,35} \\ &= 1\,002\,522,245 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_g &= \frac{5}{384} \cdot \frac{15 \cdot 2500^4 \cdot \frac{1}{100}}{21000 \cdot 1\,002\,522,245} \\ &= \underline{\underline{3,62 \text{ cm}}} \end{aligned}$$

Schwinden

$$n_{schw.} = \frac{21000}{3400} (1 + 0,55 \cdot 3,2) = 17,03$$

$$A_{i,schw.} = 260 + \frac{6000}{17,03} = 612 \text{ cm}^2$$

$$a_{bschw} = \frac{260 \cdot 66,56}{612} = 28,3 \text{ cm}$$

$$a_{aschw} = 66,56 - 28,3 = 38,3 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} I_{i,schw} &= 282\,713 + 260 \cdot 38,3^2 \\ &\quad + \frac{6000}{17,03} \cdot 28,3^2 \\ &\quad + \frac{450\,000}{17,03} \\ &= 972\,697,471 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{schw} &= 25,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{21000}{17,03} \cdot 6000 \\ &= 1897 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$N_{schw} = 1897 \cdot 66,56 = 126\,292 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} f_{schw} &= \frac{2500^2}{8} \cdot \frac{126\,292}{21000 \cdot 972\,697,471} \\ &= \underline{\underline{4,83 \text{ cm}}} \end{aligned}$$

$\text{AHP } 160 \times 90 \times 5,6 \quad A = 25,9$
 $\text{RHP } 80 \times 80 \times 4,5 \quad A = 15,2$

Aufgabe 3

⑦ HL 04

Horizontalkraft im Knoten $H = 436,6 \text{ kN}$

Horizontalkraft in der Diagonale $H_{s2} = \cos \alpha \cdot S_2 = 118 \text{ kN}$

Vertikalkraft in der Diagonale $V_{s2} = \sin \alpha \cdot S_2 = 87,5 \text{ kN}$

Nachweis Schweißnaht zwischen den beiden RHP:

wähle umlaufende Naht $a = 4 \text{ mm}$

$\ell = 2 \times 135 + 2 \times 80$

$\Rightarrow A_L = 0,4 \times 42,9 = 17,2$

$\sigma_{\perp} = \frac{87,5}{17,2} = 5,1 \text{ kN/cm}^2$

$\tau_{\parallel} = \frac{118}{17,2} = 6,8 \text{ kN/cm}^2$

$\sigma_v = \sqrt{5,1^2 + 6,8^2} = 8,5 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} < \sigma_{w, R, 01} = \frac{0,95 \cdot 24}{1,1} = 20,9 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$

Schweißnaht RHP-Kopfplatte

$\ell = 2 \cdot 16 + 2 \cdot 9$

$A_L = 0,5 \cdot 50 = 25 \text{ cm}^2 \quad A_{L, \text{Steg}} = 0,5 \cdot 2 \cdot 16 = 16 \text{ cm}^2$

$\sigma_{\perp} = \frac{436,6}{25} = 17,46 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$

$\tau_{\parallel} = \frac{118}{16} = 7,4 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$

$\sigma_v = \sqrt{17,46^2 + 7,4^2} = 19,1 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} < 20,9 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$

Nichweis Schrauben:

Schraube auf Zug:

Wähle $6 \times M16$ 10.9

$$N_{R,d} = 774 \text{ kN}$$

$$\frac{436,6}{6 \cdot 774} = 0,64 < 7$$

Abscheren:

$$V_{R,d} = 107 \text{ kN}$$

$$\frac{178}{6 \cdot 107} = 0,2 < 7$$

Lochleibung

$$l_1 = 40 \text{ mm}$$

$$l = 90 \text{ mm}$$

$$l_2 = 40 \text{ mm}$$

$$l_3 = 160 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow d_1 = \begin{cases} 1,7 \cdot \frac{40}{12} - 0,3 = 2,5 \\ 1,08 \cdot \frac{3,5 d_c}{d_c} - 0,72 = 3,0 \end{cases}$$

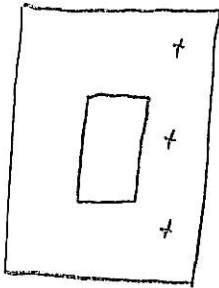
$$V_{L,R,d} = 2,0 \cdot 7,6 \cdot 2,3 \cdot \frac{24}{77} = 760,6 \text{ kN}$$

$$\frac{178}{6 \cdot 760,6} \ll 7$$

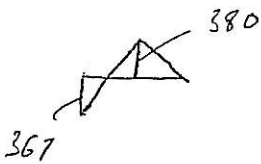
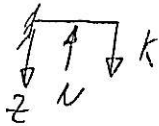
Ko-Platte: wähle $t = 20 \text{ mm}$ S355 JR62

$$Z = 278 \text{ dN}$$

$$I = \frac{(26 - 3 \cdot 1,7) \cdot 2,0^3}{12} = 73,4 \text{ cm}^4$$



30 40



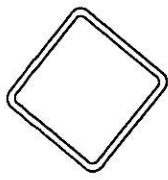
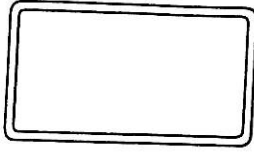
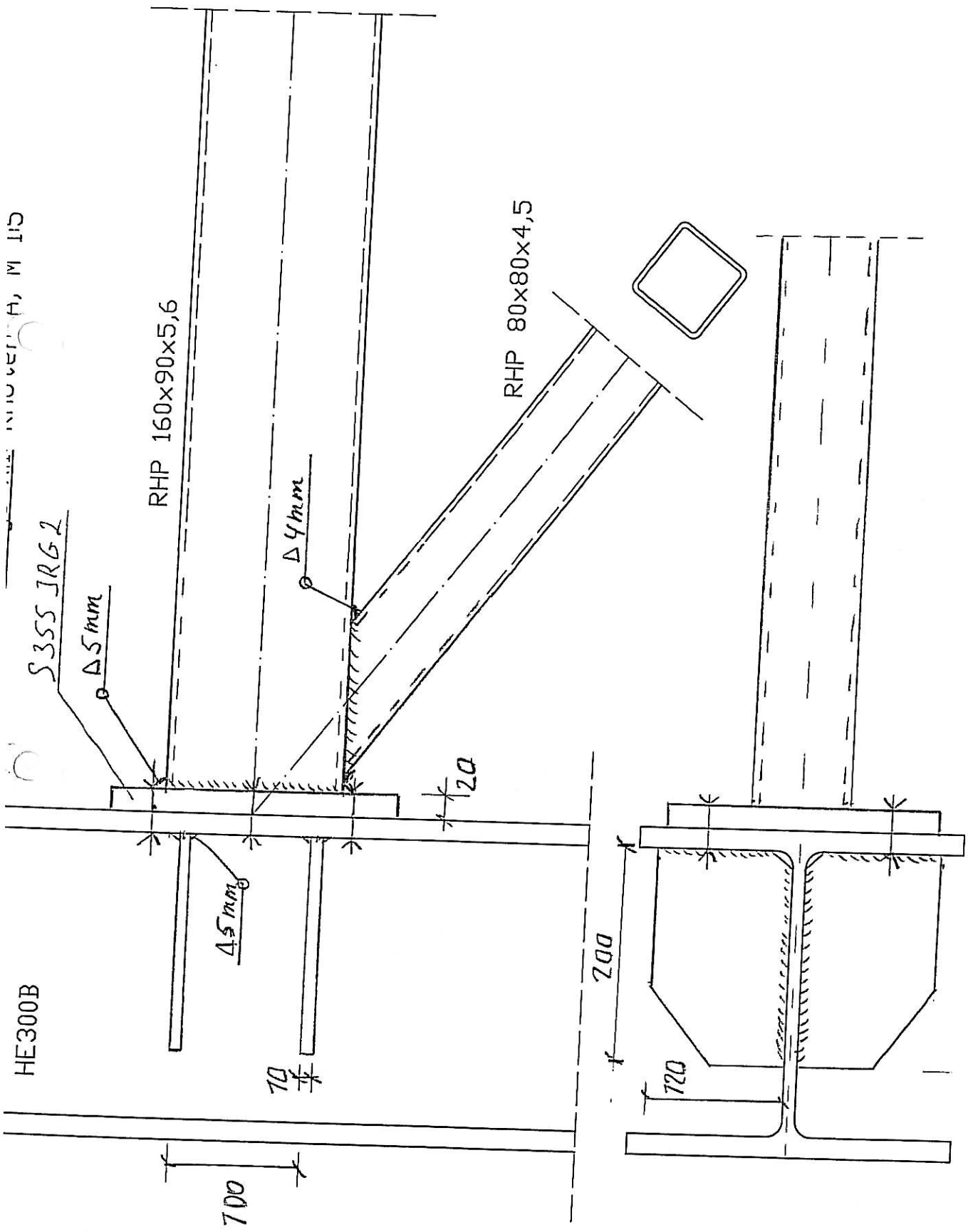
$$K + Z < N_{R,d}$$

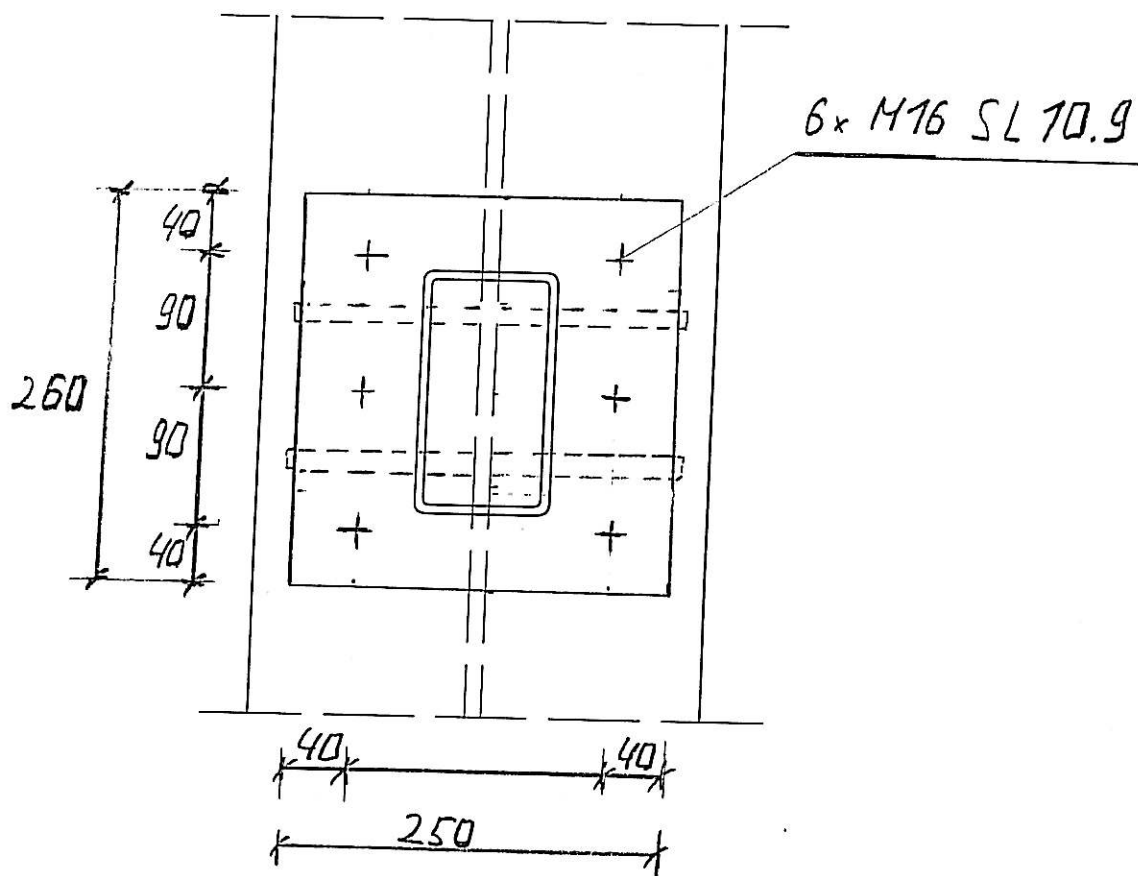
$$K = 95 \text{ dN}$$

$$K + Z = 373 \text{ dN} < 3 \cdot 114 = 342 \text{ dN}$$

$$G = \frac{380}{13,9} \cdot 1,0 = 27,3 < \frac{36}{1,1} = 32,7$$

Konstruktiv: Skizzen siehe Zeichnung o.N.





$$\underline{He04} \mid A_{sp} = 2,45 \text{ cm}^2$$

$$A\phi = 26,4 \text{ cm}^2$$

①
Aufgabe 4

$$N = 0, + 42,1 \text{ kN}, - 45 \text{ kN}, + 31,6 \text{ kN}, - 45 \text{ kN}$$

1) Schraube: $\Delta N_1 = 42,1 \text{ kN}$

$$\Delta \sigma_1 = \frac{42,1 \text{ kN}}{2,45 \text{ cm}^2} = 17,2 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad 1$$

$$N_1 = \left(\frac{\Delta \sigma_D}{\Delta \sigma_1} \right)^3 \cdot 2 \cdot 10^6 = \left(\frac{3,6}{17,2} \right)^3 \cdot 2 \cdot 10^6 = 18300 \quad 1$$

$$\Delta N_2 = 31,6 \text{ kN}$$

$$\Delta \sigma_2 = 17,2 \cdot \frac{31,6}{42,1} = 12,9 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad 1$$

$$N_2 = \left(\frac{3,6}{12,9} \right)^3 \cdot 2 \cdot 10^6 = 43400 \quad 1$$

$$D = \frac{N}{N_1} + \frac{N}{N_2} \leq 1$$

$$N = \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{18300} + \frac{1}{43400} \right)^{-1} = 12900 \quad \frac{2}{6P.}$$

2) Schraube verspannen

(2)

Aufgabe 4

3)

$$\Delta N_1 = 42,1 + 75 = 117,1 \text{ kN}$$

$$\Delta \sigma_1 = \frac{117,1 \text{ kN}}{26,7 \text{ cm}^2} = 4,39 \text{ kN/cm}^2$$

$$N_1 = \left(\frac{4,0}{4,39} \right)^3 \cdot 2 \cdot 10^6 = 1510000$$

$$\Delta N_2 = 31,6 + 75 = 106,6 \text{ kN}$$

$$\Delta \sigma_2 = 4,39 \cdot \frac{106,6}{114} = 4,01 \text{ kN/cm}^2$$

$$N_2 = \left(\frac{4,0}{4,01} \right)^3 \cdot 2 \cdot 10^6 = 1990000$$

$$N = \left(\frac{1}{1990000} + \frac{1}{1510000} \right) = 859000$$

$$F = \frac{859000}{12900} = 66,6$$

a)	Spannungsquerschnitt Schraube	1	
	$\Delta N_1, \Delta N_2$ richtig	2	
	Kerbfüll	2	
	Nachweis	6 P.	11 P.

b)	5 P.	5 P.
----	------	------

c)	Rohrquerschnitt	1 P.	
	$\Delta N_1, \Delta N_2$	2 P.	
	Kerbfüll	2 P.	
	Nachweis	6 P.	11 P.
			$\Sigma 27 P.$

He 04TorsionAufgabe 5

• SGem $M_x = \frac{M_T}{2} = \frac{V_z \cdot e}{2} = \underline{9.38 \text{ kNm}}$

• Normalspannungen in Mitte


$$\lambda = \sqrt{\frac{G_m \cdot I_t}{E \cdot I_w}} = 0.523/\text{m}$$

Wölbmoment (Schneider 8.17 (13. Auflage))

$$\begin{aligned} M_{w0} &= \frac{M_T}{\lambda} \cdot \left[\frac{\sinh(\lambda \frac{L}{2}) \cdot \sinh(\lambda \frac{L}{2})}{\sinh(\lambda L)} \right] = \\ &= \underline{14 \text{ kNm}^2} \end{aligned}$$

$$- \sigma_M = \frac{M_y}{W_y} = \frac{V_z \cdot L}{4 \cdot W_y} = \frac{25 \cdot 400}{4 \cdot 1260} = \underline{20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$- \sigma_w = \frac{M_{w0} \cdot W_m}{I_w} = \frac{14 \cdot 207}{1200 \cdot 10^3} = \underline{241 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

Nu am Flansch-außen 

$$\frac{\sigma_M + \sigma_w}{\sigma_{R,d}} = \frac{20 + 241}{360/1.1} = 0.8 \leq 1 \quad \checkmark$$

• Schub an Auflager

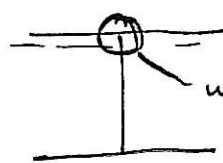
$$M_{xp} = M_T \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{\sinh(\lambda \cdot \frac{L}{2})}{\sinh(\lambda L)} \right) = \underline{3.5 \text{ kNm}}$$

$$M_{xs} = M_T \cdot \left(\frac{\sinh(\lambda \frac{L}{2})}{\sinh(\lambda L)} \right) = \underline{5.9 \text{ kNm}}$$

Schub aus St. V.: $\tau_{\text{Flansch}} = M_{xp} \cdot \frac{t_{F1}}{I_t} = 58 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Schub aus Wkt: $\tau_{\text{Fl, Wkt}} = M_{xs} \cdot \frac{W_m \cdot b}{I_w \cdot t} = 8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Schub aus Quers. $\tau_{\text{Fl, Q}} = V_z \cdot \frac{S_{yz}}{I_y \cdot t} = 3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

$S_{yz} =$  max Schub
 $= \frac{b \cdot t}{4} = \frac{304.5 \text{ cm}^3}{4}$

$$\frac{\sum \tau_i}{\tau_{R,d}} = \frac{68}{189} = 0.36 \leq 1 \quad \checkmark$$