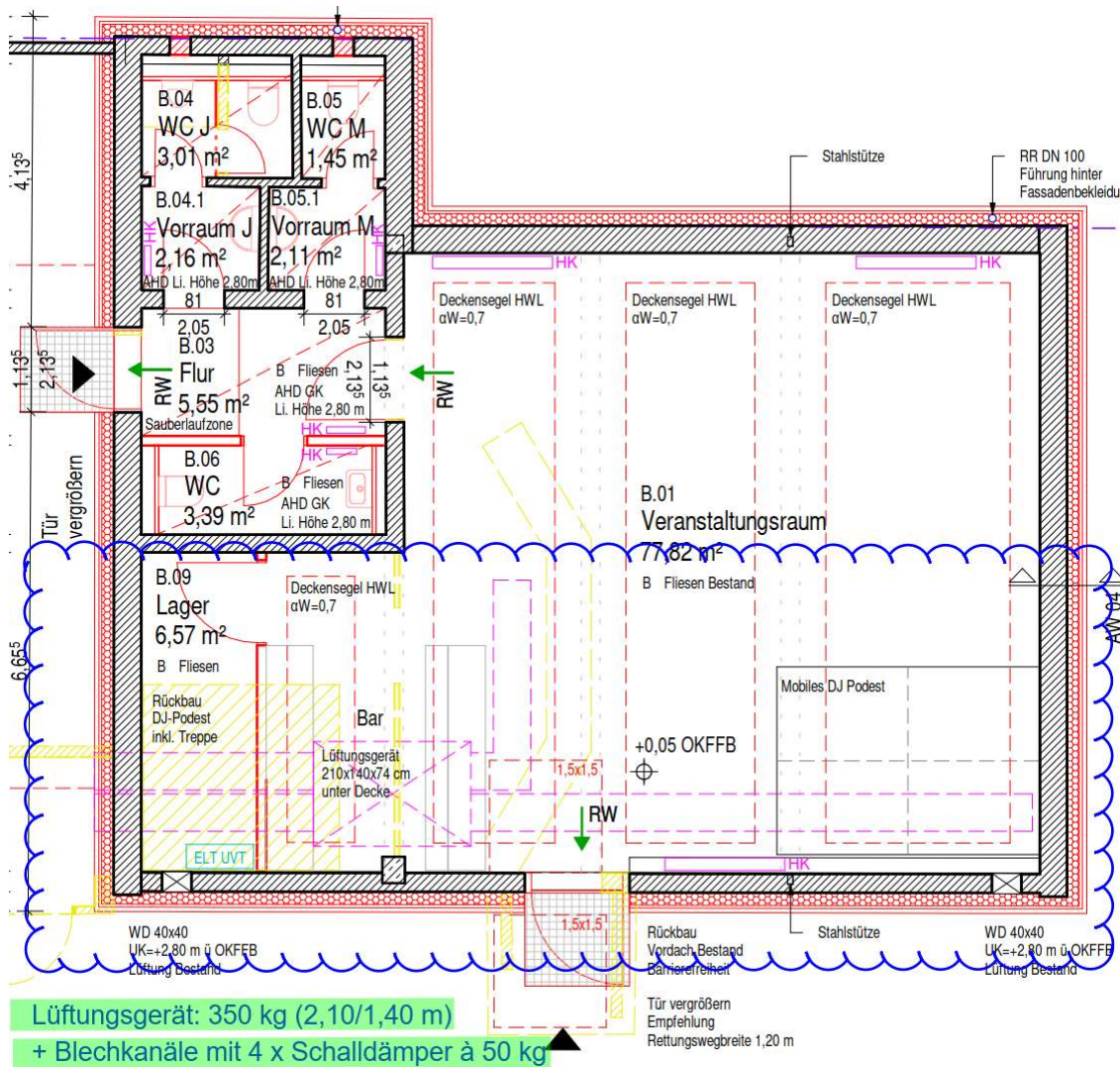


9. Umbaumaßnahme

Im Veranstaltungsraum soll ein Lüftungsgerät an der Decke befestigt werden.
Im Bewehrungsraum sollen zwei Deckenstrahlplatten an der Decke befestigt werden.



Auszug aus den aktuellen Architektenplänen Veranstaltungshaus

Gemäß der statischen Berechnung wurde die Dachdecke (Stahlbeton mit einer Plattenstärke von 8cm) mit einer Gesamtlast von $g_k+q_k = 0,38\text{Mp/m}^2 = 3,8\text{kN/m}^2$ bemessen.

1,1 System

Verhältnis der Spannweiten $\frac{2,80}{3,20} = 0,88.$

1,2 Belastung

Nach Berechnung Teil I Pos.1

$q = 0,380 \text{ Mp/m}^2$

Auszug aus der Statischen Berechnung, Stütze Pos. 1

Die Ermittlung der Gesamtlast gemäß Statikteil I liegt nicht vor. Diese entspricht der zu erwartenden Last aus Eigengewicht, Ausbaulasten und Schnee gemäß der damaligen DIN-Norm:

$$g_k + \Delta g_k + s_k = 0,08 \times 25,0 \text{ kN/m}^2 + 1,0 \text{ kN/m}^2 + 0,75 \text{ kN/m}^2 = 3,8 \text{ kN/m}^2$$

Die Bewehrung der Stahlbetondecke wurde sehr knapp ohne Reserven für eine mögliche Lasterhöhung gewählt. Zusatzlasten durch eine Ausführung als Gründach können somit nicht aufgenommen werden. Weitere lastabtragende Bauteile wie Unterzüge, Wände, Stützen und die Gründung wurden daher auch nicht weiter für den Lastzuwachs aus einer Dachbegrünung untersucht.

1,4 Bemessung B 225 St IVb 70/2800

$h_d = 12,0 - 1,5 - 0,4 = 10,1 \text{ cm}$

$h_f = 8,0 - 1,5 - 0,4 = 6,1 \text{ cm}$

Mpm/m	m	cm	cm				cm ²	
M	b	$\sqrt{M/b}$	h	k_h	k_e	M/h	F_e	einggelegt:
0,366	1,00	0,605	10,1	16,7	0,38	3,6	1,4	R 168
0,220	"	0,470	6,1	21,5	0,38	2,2	0,9	R 92
0,300	"	0,550	6,1	11,1	0,39	4,9	1,9	R 222
0,124	"	0,352	"	17,3	0,38	2,0	0,8	R 92

Stütze 2,4 (oben)
Stütze 3 (-4-)
Stütze 4 (-4-)
Stütze 5 (-4-)

Stütze Gardendeckel/Gruppenraum konstruktiv oben R 168

Die geringfügige Spannungsüberschreitung hat nur theoretische Bedeutung, da die Abminderung der Momente über den Auflagern nicht berücksichtigt wurde.

Auszug aus der Statischen Berechnung, Stütze Pos. 1

Fazit: Die Lasten aus einem Lüftungsgerät können von der vorhandenen Tragkonstruktion nicht aufgenommen werden.

Zur Unterbringung eines Lüftungsgerätes unterhalb der Decke des Veranstaltungsraums wird eine Stahlkonstruktion gewählt, welche über Auflagertaschen in das Bestandsmauerwerk eingebettet wird. Es wird davon ausgegangen, dass sowohl die Außenwand als auch die Raumtrennwand zwischen Lager und WC als tragendes Mauerwerk ausgeführt sind. Statische Annahmen zu Baustoffen und Tragsystemen sind vor Baubeginn vor Ort zu überprüfen.

System

Einfeldträger, $l < 5,0 \text{ m}$

Baustoffe

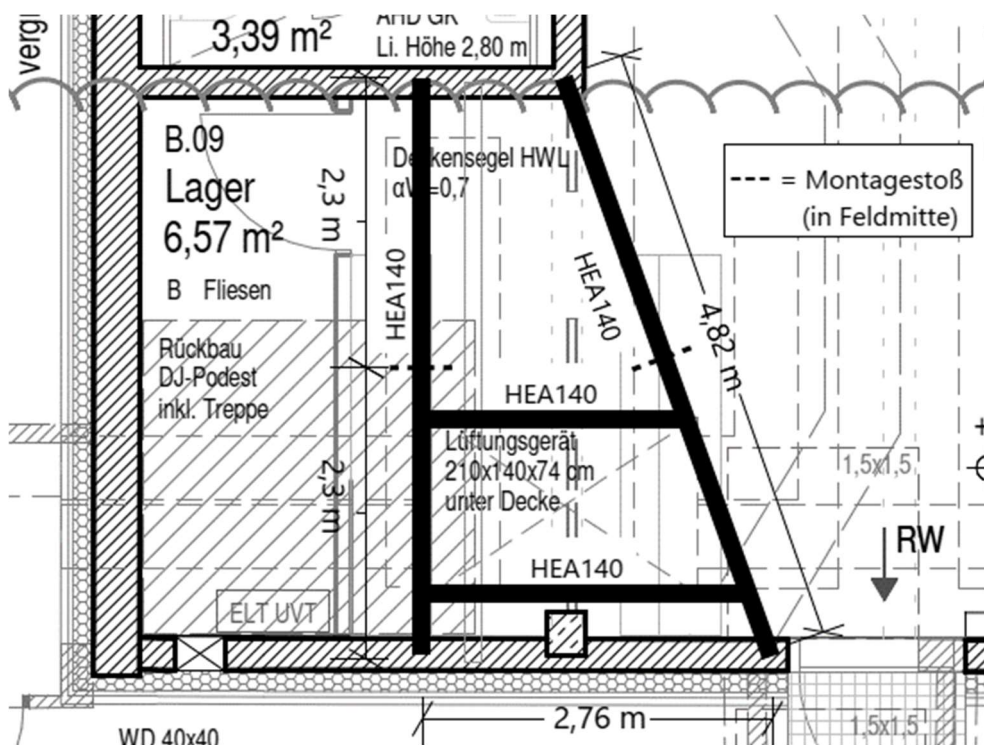
Stahl S235
 Mauerwerk Mz 150/II (siehe Bestandsstatik S. 1)
(entspricht einer Druckfestigkeit von $1,2 \text{ N/mm}^2$)

Belastung

Das anzubringende Lüftungsgerät inkl. vier Schalldämpfern wiegt $5,50 \text{ kN}$ ($3,5 \text{ kN} + 4 \cdot 0,5 \text{ kN}$). Da die Lastverteilung des Lüftungsgeräts nicht bekannt ist, wird auf der sicheren Seite liegend die maximale Last als Einzellast in Feldmitte für jeden Träger angesetzt.

Bemessung

siehe nachfolgende Seiten



Querschnittsnachweis

Maßgebend wird der schräg angeordnete Hauptträger.

System

gewählt HEA140
Trägerlänge $l = 5,0 \text{ m}$

Belastung

ständig $g_k = 0,25 \text{ kN/m}$ (Eigengewicht Hauptträger)
 $G_k = 0,70 \text{ kN}$ (2x Eigengewicht Nebenträger)
veränderlich $Q_k = 5,5 \text{ kN}$ (Lüftungsgerät)

Schnittgrößen

Bem.-Moment $M_{Ed} = 12,5 \text{ kNm}$ (Ansatz: Einzellasten in Feldmitte)
Bem.-Querkraft $V_{Ed} = 10,0 \text{ kN}$ (Ansatz: Einzellasten am Auflager)

Querschnittstragfähigkeit

Normalspannung $\sigma_{Ed} = 7,3 \text{ kN/cm}^2 < 23,5 \text{ kN/cm}^2$
Ausnutzung $\eta = 0,31$

Stabilitätsnachweis

Stabilitätsnachweis (x64) STX+ 02/22 (FRILO R-2022-2/P09)

Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
 Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik : DIN EN 1990/NA:2010-12
 Querschnittsbemessung : elastisch
 Stabilitätsnachweis nach : 6.3.3 - Anhang B

System

Systemgrafik



Trägerlänge : 5.00 m
 Material : S235
 Querschnitt : HEA 140

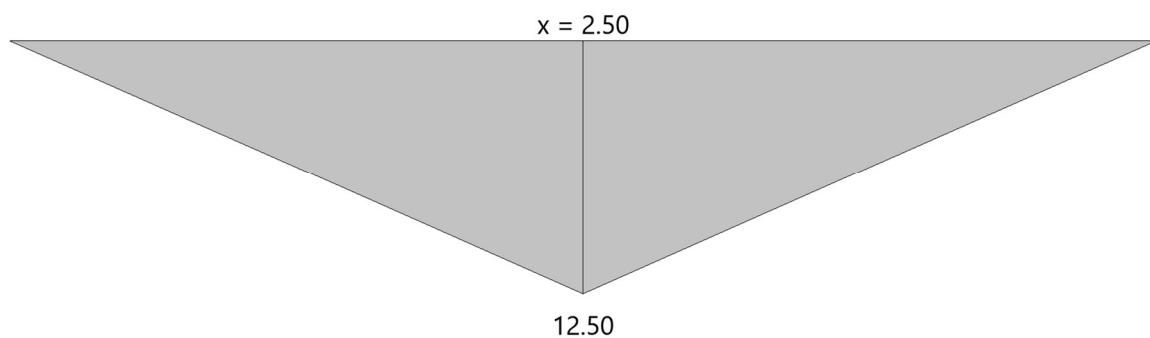
Lagerbedingungen - Verschiebungen, Verdrehungen

Nr	x [m]	Verschiebungen ^{*)}			Verdrehungen ^{*)}		
		ux [kN/m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.00	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0

^{*)}-1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Belastung

Grafik

 Momentenverlauf M_v


Belastung

Schnittgrößen

x [m]	N _{Ed} [kN]	V _{z,Ed} [kN]	M _{v,Ed} [kNm]	V _{v,Ed} [kN]	M _{z,Ed} [kNm]
0.00	0.0	5.0	0.00	0.0	0.00
2.50	0.0	5.0	12.50	0.0	0.00
2.50	0.0	-5.0	12.50	0.0	0.00
5.00	0.0	-5.0	0.00	0.0	0.00

Lastangriff: Querschnittsrand negative Z-Achse / Schubmittellage Y-Achse

Ergebnisse

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$$M_{v,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{v,Rd}) = \mathbf{0.40}$$

M _{v,Ed}	=	12.50 kNm
M _{cr}	=	53.43 kNm
λ _{lt}	=	0.87
χ _{lt}	=	0.83
M _{v,Rk}	=	40.86 kNm
V _{M1}	=	1.10

Nachweis bei x = 2.50 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Tragsicherheitsnachweis nach Abschnitt 6.1

x [m]	Q _{kl}	σ _d [N/mm ²]	τ _d [N/mm ²]	σ _{d,v} [N/mm ²]	η
0.00	1	0.0	-7.5	13.0	0.06
2.50	1	-80.7	-7.5	80.8	0.34
2.50	1	-80.7	7.5	80.8	0.34
5.00	1	0.0	7.5	13.0	0.06

Mauerwerkspressung

Es wird eine Einbindetiefe von 15 cm gewählt.

Auflagerkraft $F_k = 5,5\text{kN} + 0,7\text{ kN} + 0,25\text{kN/m}^2 \cdot 5,0\text{m} / 2 = 6,9\text{kN}$

vorh. Druckspannung $\sigma_{\text{vorh}} = 6,9\text{kN} / (14\text{cm} \cdot 15\text{cm}) = 0,033\text{ kN/cm}^2$

zul. Druckspannung $\sigma_{\text{zul}} = 0,12\text{ kN/mm}^2$

$$\eta = 0,27$$

Anschluss Nebenträger - Hauptträger

System

gewählt HEA140
Trägerlänge $l = 2,8 \text{ m}$

Belastung

ständig $g_k = 0,25 \text{ kN/m}$ (Eigengewicht Nebenträger)
veränderlich $Q_k = 5,5 \text{ kN}$ (Lüftungsgerät)

Schnittgrößen

Bem.-Moment $M_{Ed} = 6,1 \text{ kNm}$ (Ansatz: Einzellasten in Feldmitte)
Bem.-Querkraft $V_{Ed} = 8,7 \text{ kN}$ (Ansatz: Einzellasten am Auflager)

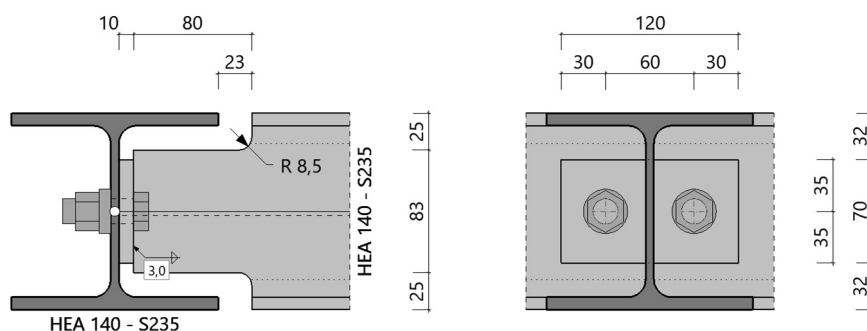
Typisierte Stahlschlüsse (x64) STY+ 02/22C (FRILO R-2022-2/P09)

Grundparameter

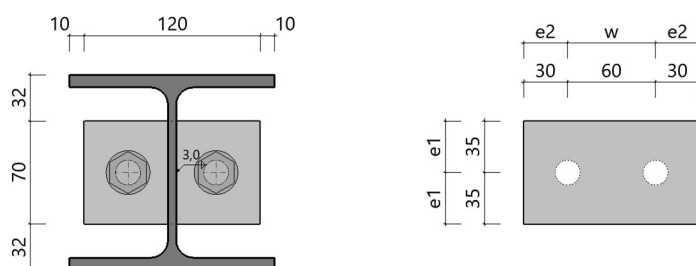
Grundlagen : Typenprüfung TP-12-0001 basierend auf den Regelungen der DIN EN 1993

System

Systemgrafik 2D



Detailgrafik Stirnplatte



Modell Träger mit Ausklinkung an Unterzugsteg

gelenkig **IK 4 3.8 + IS 16 2 6** Stahlgüte **S235** 2 Schrauben M 16 **FK 4.6**
Querschnitte

Bauteil	Name	Material	h mm	h _{steg} mm	b _n mm	t _n mm	t _s mm	r mm	b _{ii} mm	t _{ii} mm
Träger	HEA 140	S235	133	92	140	9	6	12	140	9
Unterzug	HEA 140	S235	133	92	140	9	6	12	140	9

Trägerausklinkung

Ausführung	Höhe e mm	Länge a mm	Bauteilhöhe h _a mm	Radius Brennschnitt r mm
beidseitig mit Brennschnitt	25	80	83	8.5

Stirnplatte

Anordnung	Abmessungen h _n mm	b _n mm	t _n mm	Schweißnaht a _w < mm
mittig am Steg vom Träger	70	120	10	3.0

Schraubenanordnung Stirnplatte - 2 x 1 = 2 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand e ₂ mm	w mm	e ₂ mm	längs - Schraubenabstände in der Reihe e ₁ mm	e _{1n} mm
30	60	30	35	35

Belastung
Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Lfk < 1 >

Nr	Bezeichnung	V _{zd} kN
Lfk		
1	Lfk < 1 >	9.0

maßgebende Schnittgrößen für Bemessung

Stelle	V _{zd} kN
Stabachse im Anschluss	9.0

Ergebnisse
Beanspruchbarkeiten

Ausklinkung V _{i,Rd} kN	Anschluss Stirnplatte erforderliche Dicke lastabtragendes Bauteil t _{ii} mm	V _{i,Rd} kN	Versagensmodus
16.5	3.0	52.2	B s

Nachweis ausreichender Duktilität im lastabtragenden Bauteil

d mm	t _{ii} mm	d/t _{ii}	f _{y,ii} N/mm ²	f _{u,b} N/mm ²	lim(d/t _{ii})	Nachweis d/t _{ii} ≥ lim(d/t _{ii})
16.0	5.5	2.91	235.0	400.0	2.15	erfüllt.

Zusammenfassung

Auslastung Ausklinkung $\eta = 0.55$ Auslastung Anschluss Stirnplatte $\eta = 0.17$

Stirnplatte mit geringer Duktilität! Anschluss nur einseitig anwendbar!

Montagestoß

Der Montagestoß wird jeweils in Feldmitte der Hauptträger angeordnet. Auf der sicheren Seite liegend wird der Montagestoß mit dem maximalen Moment und der maximalen Querkraft des Trägers nachgewiesen.

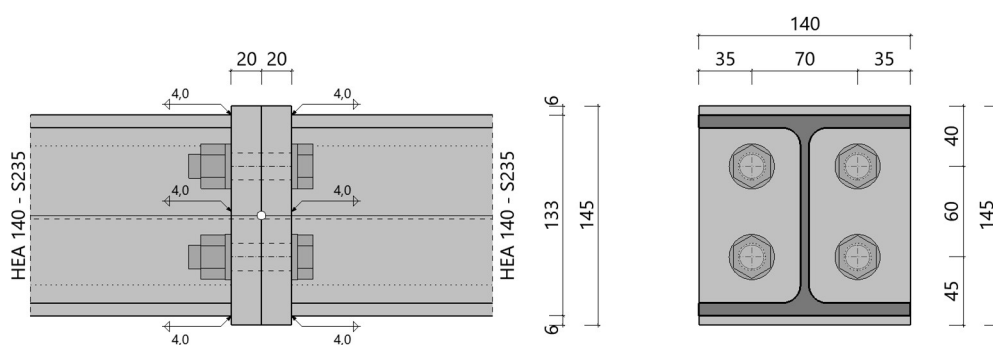
Stirnplattenstoß (x64) SPS+ 02/22C (FRILO R-2022-2/P09)

Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Nachweisverfahren	:	Komponentenmethode
Tragwerksberechnung	:	elastisch
Komponentenmethode	:	vertikal 2-reihig ohne Berücksichtigung großer Normalkräfte Schrauben für N_{RdZug} ohne Einschränkung ansetzen Abstützkräfte im T-Stummel untersuchen F_{tRd} Versagensart 1 Standardverfahren Faktor Zugbereich für M_{Rd} Anschlusshöhe $f = 0.50$
Querkraft	:	nur über zugfreie Schrauben abtragen V_{Rd} auf 50% vom Träger begrenzt
Schweißnaht	:	vereinfachter Nachweis über Teilschnittgrößen

System

Systemgrafik 2D



Modell	:	Stirnplattenstoß	Trägerneigung 0.0°
Schrauben	:	4 x M16 - 10.9 (rohe Schraube)	

Querschnitte

Bauteil	Name	Material	h mm	b_o mm	t_o mm	t_s mm	r mm	b_{ii} mm	t_{ii} mm
Träger	HEA 140	S235	133	140	9	6	12	140	9

Schrauben

im Bauteil	Bezeichnung	Festigkeit	Art	Vorspannung	Scherfuge	d_o mm
Stirnplatte	M16	10.9	rohe Schraube	ohne	Gewinde	18.0

Stirnplatte

Material	Abstand OK Platte zu OK Träger	Abmessungen				Schweißnaht		
		a mm	h mm	b mm	t mm	a _{wf,0} mm	a _{w,s} mm	a _{wf,II} mm
S235		6	145	140	20	4.0	4.0	4.0

Schraubenanordnung Stirnplatte - 2 x 2 = 4 Schrauben M16 - 10.9 (rohe Schraube)

quer - Reihenabstand		längs - Schraubenabstände in der Reihe					
w1 mm	w mm	w1 mm	e1 mm	e2 mm	e3 mm		
35	70	35	40	60	45		

Belastung
Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Lfk<1>

Situation	N _d kN	V _{zd} kN	M _{vd} kNm
P/T	0.0	10.0	12.50

Bemessungssituationen

Situation	Beschreibung	γ _{M0}	γ _{M1}	γ _{M2}
P/T	ständig/vorübergehend	1.00	1.10	1.25

Ergebnisse - Komponentenmethode für positives Moment
Anschlusschnittgrößen

Stelle	N _d kN	V _{zd} kN	M _{vd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	0.0	10.0	12.50

Biegetragfähigkeit MRd
plastische Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen, von OK Platte gezählt

Schraubenreihe Nr	T-Stummel Gurt	Nr Platte	F _{t,Rd} kN	Versagensmodus
2	0	1	223.7 ^{p)}	Trägersteg auf Zug

^{p)}: *p) ohne Abstützkräfte in Platte

globale Komponente Träger

Trägergurt	Querschnittsklasse	V _{dl,Rd} kN	M _{c,Rd} kNm	M _{c,Rd,red} kNm	F _{cF,Rd} kN
Druck	1	137.4	40.86	40.86	328.2

Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss

M _{as,d} kNm	M _{as,d,elastisch} kNm	n	M _{as,d,plastisch} kNm
-12.50	13.38	0.93	20.08

zuerst versagende Komponente : Trägersteg auf Zug

Querkraftbeanspruchung Gesamtanschluss
wirksame Schraubenreihen

Reihe Nr	Randabstand		Lochabstand		k ₁ ·α	Tragfähigkeit	
	e ₁ mm	e ₂ mm	e mm	e ₃ mm		V _{l,Rd} kN	V _{a,Rd} kN
1	40	35	60	70	1.85	341.3	125.6

Träger A_v mm ²	Träger $V_{w,Rd}$ kN	V_{Ed} kN	V_{Rd} kN	η
1010.8	137.1	10.0	68.6	0.15

Nachweis Schweißnähte aus Teilschnittgrößen im Anschluss Träger-Stirnplatte

Zugquert (konstruktiv)			Steig		Druckquert	
$f_{vw,rd}$ N/mm ²	erf. a_w mm	n	σ_w N/mm ²	n	σ_w N/mm ²	n
207.8	3.0	-	102.2	0.49	-139.0	0.66

Rotationssteifigkeit unter Momentenbeanspruchung

Steifigkeitskoeffizienten wirksamer Schraubenreihen

Reihe Nr	k_3 mm	k_4 mm	k_5 mm	k_{10} mm
2	-	58.271	58.271	4.222
Z_{ea} mm	k_{ea} mm	n	$S_{i,ini}$ kNm/rad	$S_{i,n}$ kNm/rad
89.8	3.688	3.00	6237.7	2079.2

Nachweis des Trägers nach Gl(6.1)

Qkl	σ_{Rd} N/mm ²	τ_{Rd} N/mm ²	σ_d N/mm ²	τ_d N/mm ²	$\sigma_{d,v}$ N/mm ²	n
1	235.0	135.677	-80.7	14.957	81.0	0.34

Zusammenfassung

Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen

Verbindung N+M	$\eta = 0.93$	Tragfähigkeit M_{Rd}
Verbindung V	$\eta = 0.15$	Tragfähigkeit V_{Rd}
Verbindung Schweißnaht	$\eta = 0.66$	Stirnplatte Druckquert
Querschnitt	$\eta = 0.34$	