

Statische Berechnung



Ingenieurbüro für Bauwesen Beratende Ingenieure

Dipl.-Ing. Bernd von Seht
Dr.-Ing. Markus Wetzels
Dipl.-Ing. Wolfgang Keen
Dipl.-Ing. David Fuentes Abolafio
Dipl.-Ing. Christian Kühner

Prüfingenieure für Bautechnik VPI

Dipl.-Ing. Bernd von Seht
Dr.-Ing. Markus Wetzels
Dipl.-Ing. Christian Kühner

Heft 1 – Stahlbau Fortsetzung 2

Leistungsphase 4 - Genehmigungsplanung

Bauvorhaben	Israelitisches Krankenhaus Hamburg - OP Sanierung und Erweiterung Orchideenstiege 14 22297 Hamburg
Auftraggeber	Israelitisches Krankenhaus Hamburg Orchideenstiege 14 22297 Hamburg
Objektplanung	euroterra GmbH architekten ingenieure Ness 1 20457 Hamburg
Tragwerksplanung	Wetzels & von Seht Ingenieurbüro für Bauwesen Friesenweg 5 22763 Hamburg
WvS-Projektnr.	21072
Hamburg	26.06.2023

Büro Hamburg

Friesenweg 5E | 22763 Hamburg
Tel +49 (0)40 88 91 67 0
Fax +49 (0)40 88 91 67 67

Büro Berlin

Gutenbergstraße 4 | 10587 Berlin
Tel +49 (0)30 74 00 66 0
Fax +49 (0)30 74 00 66 22

info@wvs.eu
www.wvs.eu

ISO 9001

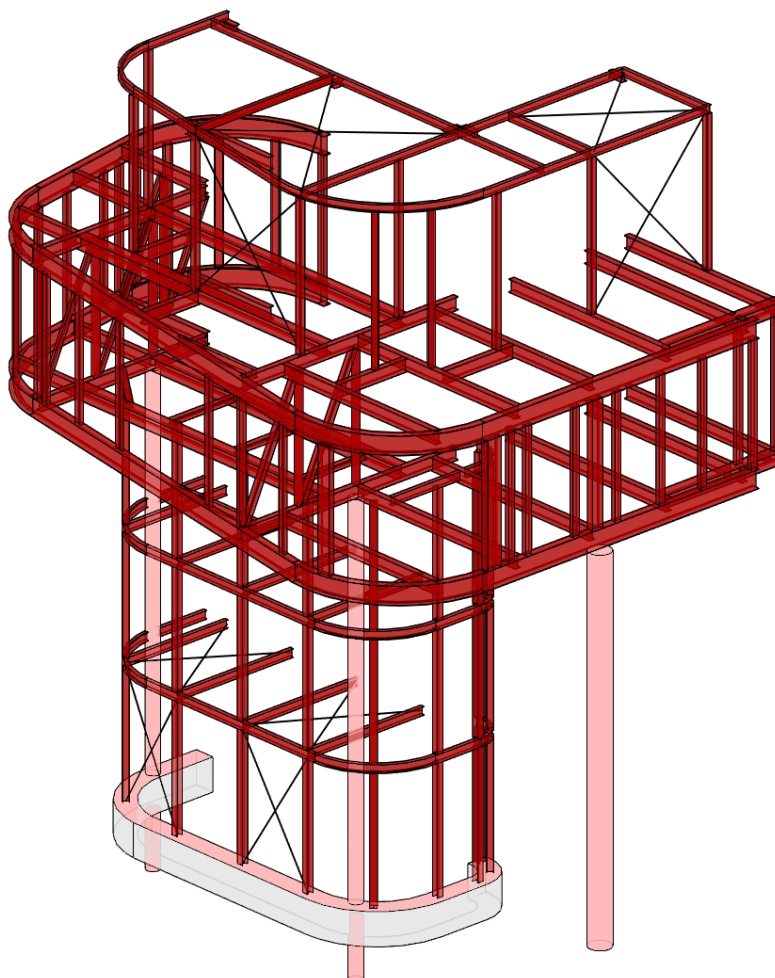


Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	318
1 Vorbemerkungen.....	319
2 Detailnachweise (Leitdetails)	320
2.1 D18.1 – IPE180 an IPE180 Stahlbauanschluss	321
2.2 D18.2 – IPE180 an IPE180 Stahlbauanschluss	323
2.3 D19 – IPE180 auf HEA140 Stahlbauanschluss.....	325
2.4 D20.1 – HEA140 an IPE180 Stahlbauanschluss.....	329
2.5 D20.2 – HEA140 an IPE180 Stahlbauanschluss.....	331
2.6 D21.1 – HEA140 an IPE300 Stahlbauanschluss.....	335
2.7 D21.2 – HEA140 an IPE300 Stahlbauanschluss.....	337
2.8 D22 – IPE300 an IPE450 Stahlbauanschluss	339
2.9 D23 – IPE300 an IPE300 Stahlbauanschluss	342
2.10 D24 – IPE200 an IPE300 Stahlbauanschluss	346
2.11 D25 – IPE200 an IPE450 Stahlbauanschluss	350
2.12 D26 – IPE300 an HEA300 Stahlbauanschluss.....	351
2.13 D27 – HEA300 an IPE300 Stahlbauanschluss.....	355
2.14 D28 D29 D30 D31 – Vierendeelträger Stahlbauanschlüsse	358
2.15 D32 – SHS140x10 - IPE300 – HEA140 Stahlbaufachwerkknoten	359
2.16 D33 – SHS140x10 - IPE300 – IPE140 Stahlbaufachwerkknoten.....	363
2.17 D34 – IPE450 - IPE180 – IPE300 – HEA140 Stahlbaufachwerkknoten	366
2.18 D35 – IPE450 - IPE180 – IPE300 – IPE140 Stahlbaufachwerkknoten.....	370
2.19 D36 – SHS140x10 – IPE300 Stahlbaufachwerkknoten	371
2.20 D37 – IPE450 – IPE300 – IPE180 Stahlbaufachwerkknoten	372
2.21 D38 – HEA140 an IPE300 Stahlbauanschluss.....	373
2.22 D39 – HEA140 an HEA300 Stahlbauanschluss	374
2.23 D40 – HEA160 an HEA140 Stahlbauanschluss	375
2.24 D41.1 – IPE200 an IPE200 Stahlbauanschluss	377
2.25 D41.2 – IPE200 an IPE200 Stahlbauanschluss	380
2.26 D42.1 – HEA160 an IPE200 Stahlbauanschluss.....	382
2.27 D42.2 – HEA160 an IPE200 Stahlbauanschluss.....	384
2.28 D42.3 – HEA160 an IPE200 Stahlbauanschluss	386
2.29 D43.1 D43.2 – HEA160 Fußpunkt	388
3 Schlussblatt zur Statischen Berechnung.....	397

1 Vorbemerkungen

In diesem vorliegenden Heft 1 – Stahlbau Fortsetzung 2 werden die Stahlbaudetails nachgewiesen. Die Nachweise erfolgen mit den maßgebenden Lasten aus den beiden Varianten 1 und 2.





2 Detailnachweise (Leitdetails)

Im Folgenden werden einzelne Knoten und Anschlusspunkte nachgewiesen. Die angegebenen Anschlüsse sind als Leitdetails zu verstehen. Abweichende Ausführungen sind durch den AN gesondert nachzuweisen.

Außerdem sind die Nachweise der Knoten- und Anschlusspunkte, der Montagestöße, der Lagersicherung, der temporären Abstützung sowie die Werkstatt- und Montagepläne (Schraubenverbindung, Schweißnähte etc.) der Stahlkonstruktionen durch den AN zu erbringen und zur bautechnischen Prüfung einzureichen.

Folgende Anschlusspunkte sind als Leitdetail im Nachfolgenden nachgewiesen:

Technikgeschoss

D18.1

D18.2

D19

D20.1

D20.2

D21.1

D21.2

Erweiterung OP

D22

D23

D24

D25

D26

D27

Vierendeelträger

D28

D29

D30

D31

Fachwerke

D32

D33

D34

D35

D36

D37

Konstruktion im EG-2.OG

D38

D39

D40

D41.1

D41.2

D42.1

D42.2

D42.3

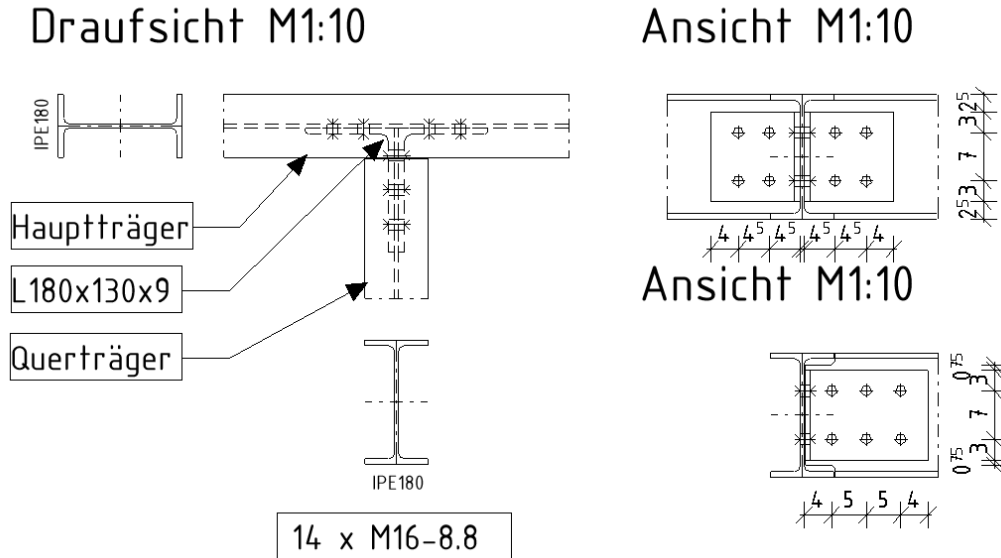
D43.1

D43.2

2.1 D18.1 – IPE180 an IPE180 Stahlbauanschluss

2.1.1 Statisches System

D18.1 IPE180 an IPE180 Stahlbauanschluss



2.1.2 Maßgebende Belastung

Variante 1
inkl. Erweiterung 2.OG

Normalkraft (Zug)	$N_{x,Ed}$	=	12,9 kN
Querkraft	$V_{z,Ed}$	=	33,2 kN
Moment	$M_{y,Ed}$	=	13,4 kN

Querträger Resultierende Querkräfte in den Einzelschrauben

	Querkraft		Zugkraft
Schraube 1	46,2 kN		-
Schraube 2	43,4 kN		-
Schraube 3	31,0 kN		-
Schraube 4	26,7 kN		-
Schraube 5	55,2 kN		-
Schraube 6	52,9 kN		-

Hauptträger Resultierende Querkräfte und Zugkräfte in den Einzelschrauben

	Querkraft		Zugkraft
Schraube 1	4,3 kN		-48,4 kN
Schraube 2	4,3 kN		51,7 kN
Schraube 3	4,3 kN		-48,4 kN
Schraube 4	4,3 kN		51,7 kN
Schraube 5	4,3 kN		-48,4 kN
Schraube 6	4,3 kN		51,7 kN



Schraube 7	4,3	kN	-48,4	kN
Schraube 8	4,3	kN	51,7	kN

2.1.3 Schnittgrößen und Bemessung Querträger

Maßgebende Geometrie Platte:

Randabstände Platte:	$e_1 = 40 \text{ mm}$
Plattendicke:	$t = 9 \text{ mm}$
Randabstände Steg:	$e_1 = 37,5 \text{ mm}$
Stegdickte IPE180:	$t = 5,3 \text{ mm}$

Bemessungswiderstände der Schrauben (M16 – 8.8):

Grenzabscherkraft je Scherfuge:	$F_{v,Rd} = 60,3 \text{ kN}$
Grenzlochleibungskraft je Schraube in Steg (S355):	$1,361 \times (74,67 + 85,33) / 2 \text{ kN} \times 5,3 / 10 = F_{b,Rd} = 57,7 \text{ kN}$
Grenzlochleibungskraft je Schraube in Platte (S355):	$1,361 \times 85,33 \text{ kN} \times 9 / 10 = F_{b,Rd} = 104,5 \text{ kN}$

Nachweise der Schraubenverbindung:

Lochleibung:	$F_{v,Ed} =$	55,2 kN	$< F_{b,Rd} = 57,7 \text{ kN}$
Abscheren der Schraube:	$F_{v,Ed} =$	55,2 kN	$< F_{v,Rd} = 60,3 \text{ kN}$

2.1.4 Schnittgrößen und Bemessung Hauptträger

Maßgebende Geometrie Platte:

Randabstände Platte:	$e_1 = 30 \text{ mm}$
Plattendicke:	$t = 9 \text{ mm}$
Stegdickte IPE180:	$t = 5,3 \text{ mm}$

Bemessungswiderstände der Schrauben (M16 – 8.8):

Grenzabscherkraft je Scherfuge:	$F_{v,Rd} = 60,3 \text{ kN}$
Grenzzugkraft je Schraube:	$F_{t,Rd} = 90,4 \text{ kN}$
Grenzlochleibungskraft je Schraube in Platte (S355):	$1,361 \times 64 \text{ kN} \times 9 / 10 = F_{b,Rd} = 78,4 \text{ kN}$
Grenzdurchstanzkraft je Schraube in Steg (S355):	$185,4 \times 5,3 / 10 = B_{p,Rd} = 98,2 \text{ kN}$

Nachweise der Schraubenverbindung:

Lochleibung:	$F_{v,res,Ed} =$	4,3 kN	$< F_{b,Rd} = 78,4 \text{ kN}$
Abscheren der Schraube:	$F_{v,res,Ed} =$	4,3 kN	$< F_{v,Rd} = 60,3 \text{ kN}$
Zug:	$F_{t,Ed} =$	51,7 kN	$< F_{v,Rd} = 90,4 \text{ kN}$
Zug und Abscheren:		$4,3 \text{ kN} / 60,3 \text{ kN} + 51,7 \text{ kN} / (1,4 \times 90,4 \text{ kN}) = 0,48 < 1,0$	
Durchstanzen IPE180 Steg:	$F_{t,Ed} =$	51,7 kN	$< B_{p,Rd} = 98,2 \text{ kN}$



Schraube 1	5,75	kN	-46,9	kN
Schraube 2	5,75	kN	53,2	kN
Schraube 3	5,75	kN	-46,9	kN
Schraube 4	5,75	kN	53,2	kN
Schraube 5	5,75	kN	-46,9	kN
Schraube 6	5,75	kN	53,2	kN
Schraube 7	5,75	kN	-46,9	kN
Schraube 8	5,75	kN	53,2	kN

2.2.3 Schnittgrößen und Bemessung Querträger

Maßgebende Geometrie Platte:

Randabstände Platte:	$e_1 = 40 \text{ mm}$
Plattendicke:	$t = 9 \text{ mm}$
Randabstände Steg:	$e_1 = 37,5 \text{ mm}$
Stegdicke IPE180:	$t = 5,3 \text{ mm}$

Bemessungswiderstände der Schrauben (M16 – 8.8):

Grenzabscherkraft je Scherfuge:	$F_{v,Rd} = 60,3 \text{ kN}$
Grenzlochleibungskraft je Schraube in Steg (S355):	$1,361 \times (74,67 + 85,33) / 2 \text{ kN} \times 5,3 / 10 = F_{b,Rd} = 57,7 \text{ kN}$
Grenzlochleibungskraft je Schraube in Platte (S355):	$1,361 \times 85,33 \text{ kN} \times 9 / 10 = F_{b,Rd} = 104,5 \text{ kN}$

Nachweise der Schraubenverbindung:

Lochleibung:	$F_{v,Ed} =$	55,9 kN	$< F_{b,Rd} = 57,7 \text{ kN}$
Abscheren der Schraube:	$F_{v,Ed} =$	58,0 kN	$< F_{v,Rd} = 60,3 \text{ kN}$

2.2.4 Schnittgrößen und Bemessung Hauptträger

Maßgebende Geometrie Platte:

Randabstände Platte:	$e_1 = 30 \text{ mm}$
Plattendicke:	$t = 9 \text{ mm}$
Stegdicke IPE180:	$t = 5,3 \text{ mm}$

Bemessungswiderstände der Schrauben (M16 – 8.8):

Grenzabscherkraft je Scherfuge:	$F_{v,Rd} = 60,3 \text{ kN}$
Grenzzugkraft je Schraube:	$F_{t,Rd} = 90,4 \text{ kN}$
Grenzlochleibungskraft je Schraube in Platte (S355):	$1,361 \times 64 \text{ kN} \times 9 / 10 = F_{b,Rd} = 78,4 \text{ kN}$
Grenzdurchstanzkraft je Schraube in Steg (S355):	$185,4 \times 5,3 / 10 = B_{p,Rd} = 98,2 \text{ kN}$

Nachweise der Schraubenverbindung:

Lochleibung:	$F_{v,res,Ed} =$	5,8 kN	$< F_{b,Rd} = 78,4 \text{ kN}$
Abscheren der Schraube:	$F_{v,res,Ed} =$	5,8 kN	$< F_{v,Rd} = 60,3 \text{ kN}$
Zug:	$F_{t,Ed} =$	53,2 kN	$< F_{v,Rd} = 90,4 \text{ kN}$
Zug und Abscheren:	$5,8 \text{ kN} / 60,3 \text{ kN} + 53,2 \text{ kN} / (1,4 \times 90,4 \text{ kN}) =$	0,52	$< 1,0$
Durchstanzen IPE180 Steg:	$F_{t,Ed} =$	53,2 kN	$< B_{p,Rd} = 98,2 \text{ kN}$

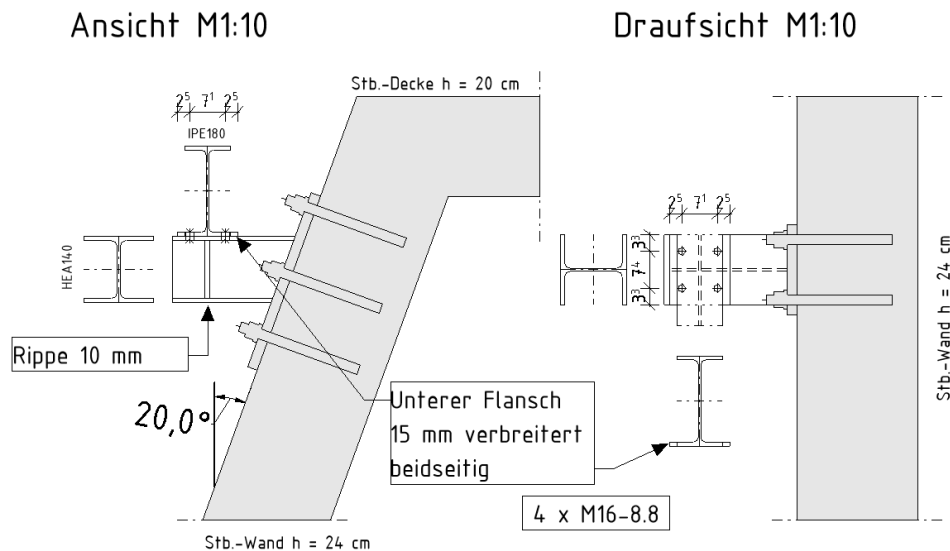
Nachweise Anschluss der Diagonalen Schweißverbindung

Siehe Nachweis Position D41.2

2.3 D19 – IPE180 auf HEA140 Stahlbauanschluss

2.3.1 Statisches System

D19 IPE180 auf HEA140 Stahlbauanschluss



2.3.2 Maßgebende Belastung

D17	Variante 1 inkl. Erweiterung 2.OG	inkl. Last aus Windverband*
Normalkraft	$N_{x,Ed} = 13,0 \text{ kN}$	25,0 kN
Querkraft	$V_{y,Ed} = 8,2 \text{ kN}$	20,2 kN
Querkraft	$V_{z,Ed} = 50,2 \text{ kN}$	50,2 kN

*Windlasten aus Zugverband in Dachebene ($Z_{Ed}=17 \text{ kN}$ s. Heft 1 Stahlbau)

Resultierende Querkräfte in den Einzelschrauben

	Querkraft	Zugkraft
Schraube 1	8,2 kN	-
Schraube 2	8,2 kN	-
Schraube 3	8,2 kN	-
Schraube 4	8,2 kN	-

2.3.3 Schnittgrößen und Bemessung

Maßgebende Geometrie Platte:

Randabstände Platte:

$e_1 = 25 \text{ mm}$

Flanschdicke IPE180:

$t = 8 \text{ mm}$

Bemessungswiderstände der Schrauben (M16 – 8.8):

Grenzabscherkraft je Scherfuge:

$F_{v,Rd} = 60,3 \text{ kN}$



Grenzlochleibungskraft je Schraube in Steg (S355): $1,361 \times 53,33 \text{ kN} \times 8 / 10 = F_{b,Rd} = 58,0 \text{ kN}$

Nachweise der Schraubenverbindung:

Lochleibung: $F_{v,res,Ed} = 8,2 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 58,0 \text{ kN}$
 Abscheren der Schraube: $F_{v,res,Ed} = 8,2 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 60,3 \text{ kN}$

Nachweis Schweißnaht HEA140 an Ankerplatte

Maßgebende Lasten vgl. Heft 1 Stahlbau Seite 250 ff.

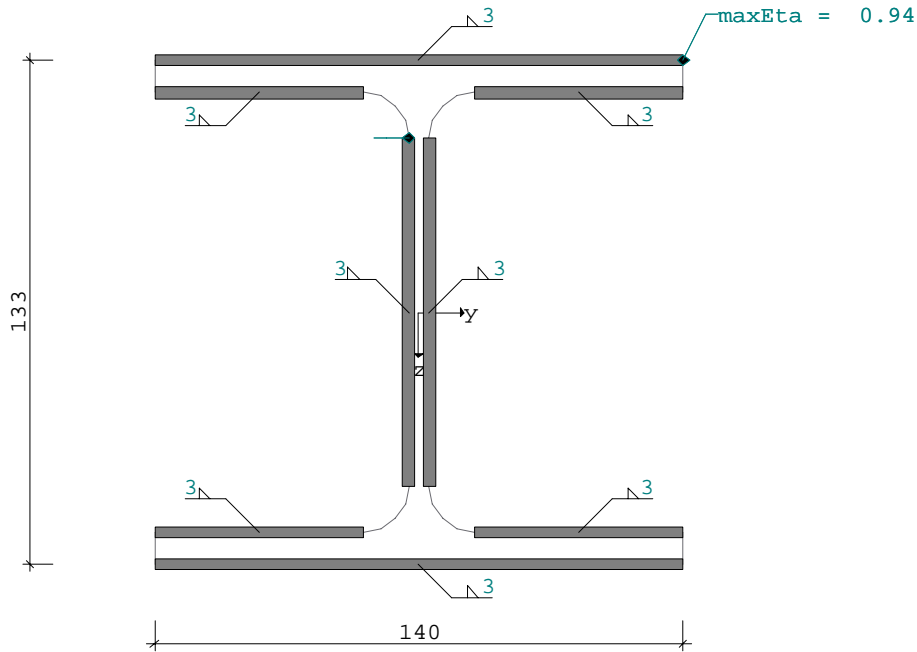
#	N_{Ed} kN	$V_{Ed,x}$ kN	$V_{Ed,y}$ kN	$M_{Ed,x}$ kNm	$M_{Ed,y}$ kNm	$M_{T,Ed}$ kNm	Belastungsart
1	0.00	21.00	-54.00	12.00	4.00	0.00	Statisch oder quasi-statisch
2	14.00	14.00	-54.00	12.00	3.00	0.00	Statisch oder quasi-statisch
3	14.00	12.00	-10.00	3.00	3.00	0.00	Statisch oder quasi-statisch
4	0.00	28.00	-10.00	3.00	4.00	0.00	Statisch oder quasi-statisch

→ Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten

Position: Heft 1 - Fortsetzung 2 - Zu Detail D19

Schweißnaht (x64) ST5 02/2022 (Frilo R-2023-1/P06)

Maßstab 1 : 2



1. Überlagerung

System	
Norm	: DIN EN 1993
Profil	: HE 140 A
	A = 31.40 cm ² ly = 1030.0 cm ⁴ lz = 389.0 cm ⁴
	h = 133.0 mm tw = 5.5 mm r = 12.0 mm
	b = 140.0 mm tf = 8.5 mm
Blechdicke : t	= 10.0 mm
Stahl	: S355 fy = 355.0 fu = 490.0 N/mm ² γM0 = 1.00
	fvw,d = 251.5 N/mm ² βw = 0.90 γM2 = 1.25
τw wird mit Vz / Awz und Vy / Awy berechnet	
Geometrie der Kehlnähte	
lw = 92.0 mm	aw = 3.0 mm Stegnaht beidseitig
lw = 140.0 mm	aw = 3.0 mm Flanschnaht außen
lw = 55.2 mm	aw = 3.0 mm Flanschnaht innen
Schweißnahtfläche	
Aw = 20.55 cm ²	Flächenmomente 2.Grades der Schweißnähte
Aw,z = 5.52 cm ²	lw,y = 633.55 cm ⁴
Aw,y = 15.03 cm ²	lw,z = 273.58 cm ⁴ lw,yz = 0.00 cm ⁴

Anschluschnittkräfte γ_F -fach					
Lastfall	Nd[kN]	Myd[kNm]	Vzd[kN]	Mzd[kNm]	Vyd[kN]
1 1.Überlagerung	14.00	12.00	54.00	4.00	28.00

Ergebnisse Nr 1 1.Überlagerung										
N=	14.00	My=	12.00	Vz=	54.00	Mz=	4.00	Vy=	28.00	[d,kN,kNm]

Spannungen an den Schweißnähten

σ_{wd}	=	235.1 N/mm ² Flanschnaht außen		
$\tau_{wd,Vzd}$	=	54.0 kN / A_{wz} = 5.5 cm ² =	97.8 N/mm ²	
$\tau_{wd,Vyd}$	=	28.0 kN / A_{wy} = 15.0 cm ² =	18.6 N/mm ²	
σ_{wdV}	=	235.9 N/mm ² Flanschnaht außen		
σ_{wd}	=	235.1 N/mm ² /	$\sigma_{w,Rd}$ = 251.5 N/mm ²	η = 0.93 < 1
τ_{wd}	=	97.8 N/mm ² /	$\tau_{w,Rd}$ = 251.5 N/mm ²	η = 0.39 < 1
σ_{wdV}	=	235.9 N/mm ² /	$\sigma_{w,Rd}$ = 251.5 N/mm ²	η = 0.94 < 1

Nachweis der Kehlnähte nach 4.5.3.3 Vereinfachtes Verfahren

Biegung und Normalkraft

$F_{w,Ed,N}$	=	7.05 kN/cm = 3.0 mm(a_w) * 235.1 N/mm ²	
$F_{w,Rd}$	=	a_w * $f_{vw,d}$ = 3.0 mm * 251.5 N/mm ²	
$F_{w,Ed,N}$	=	7.05 kN/cm / $F_{w,Rd}$ = 7.54 kN/cm	η = 0.93 < 1

Schubbeanspruchung

$F_{w,Ed,Vz}$	=	54.00 kN	
$F_{w,Rd}$	=	A_{wz} * $f_{vw,d}$ = 552.0 mm ² * 251.5 N/mm ²	
$F_{w,Ed,Vz}$	=	54.00 kN / $F_{w,Rd}$ = 138.81 kN	η = 0.39 < 1
$F_{w,Ed,Vy}$	=	28.00 kN	
$F_{w,Rd}$	=	A_{wy} * $f_{vw,d}$ = 1503.0 mm ² * 251.5 N/mm ²	
$F_{w,Ed,Vy}$	=	28.00 kN / $F_{w,Rd}$ = 377.96 kN	η = 0.07 < 1

Kombinierte Beanspruchung

$F_{w,Ed}$	=	7.08 kN/cm = 3.0 mm(a_w) * 235.9 N/mm ²	
$F_{w,Rd}$	=	a_w * $f_{vw,d}$ = 3.0 mm * 251.5 N/mm ²	
$F_{w,Ed}$	=	7.08 kN/cm / $F_{w,Rd}$ = 7.54 kN/cm	η = 0.94 < 1

Nachweis des Profils Querschnittsklasse

1

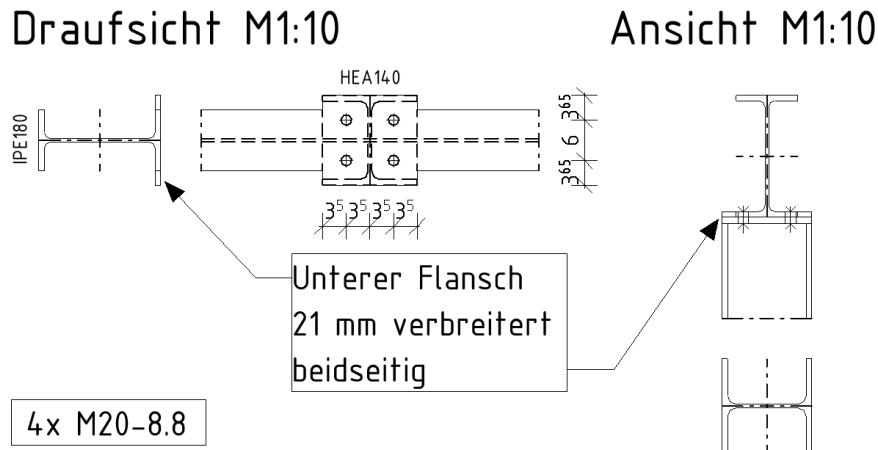
Nachweis nach (6.1)

σ_d	=	153.9 N/mm ² /	σ_{Rd} = 355.0 N/mm ²	η = 0.43 < 1
τ_d	=	80.8 N/mm ² /	τ_{Rd} = 205.0 N/mm ²	η = 0.39 < 1
σ_{dV}	=	153.9 N/mm ² /	σ_{Rd} = 355.0 N/mm ²	η = 0.43 < 1

2.4 D20.1 – HEA140 an IPE180 Stahlbauanschluss

2.4.1 Statisches System

D20.1 HEA140 an IPE180 Stahlbauanschluss



Schweißnaht Kopfplatte an HEA140: Kehlnaht umlaufend beids. 3 mm

2.4.2 Maßgebende Belastung

Variante 1
inkl. Erweiterung 2.OG

Normalkraft (Zug)	$N_{x,Ed}$	=	5,0 kN
Querkraft	$V_{y,Ed}$	=	2,0 kN
Querkraft	$V_{z,Ed}$	=	5,2 kN
Moment	$M_{y,Ed}$	=	10,1 kN
Moment	$M_{z,Ed}$	=	6 kN

Resultierende Querkräfte in den Einzelschrauben

	Querkraft	Zugkraft
Schraube 1	1,6 kN	-47,6 kN
Schraube 2	1,6 kN	135,8 kN
Schraube 3	1,6 kN	133,3 kN
Schraube 4	1,6 kN	50,1 kN

2.4.3 Schnittgrößen und Bemessung

Maßgebende Geometrie Platte:

Randabstände IPE180:

$e_1 = 35 \text{ mm}$

Flanschdicke IPE180:

$t = 8 \text{ mm}$

Bemessungswiderstände der Schrauben (M20 – 8.8):



Grenzabscherkraft je Scherfuge:

$$F_{v,Rd} = 94,1 \text{ kN}$$

Grenzzugkraft je Schraube:

$$F_{t,Rd} = 141,1 \text{ kN}$$

Grenzlochleibungskraft je Schraube in Steg (S355): $1,361 \times 76,36 \text{ kN} \times 8 / 10 =$

$$F_{b,Rd} = 83,1 \text{ kN}$$

Grenzdurchstanzkraft je Schraube in Steg (S355): $232,6 \times 8 / 10 =$

$$B_{p,Rd} = 186,0 \text{ kN}$$

Nachweise der Schraubenverbindung:

Lochleibung: $F_{v,Ed} = 1,6 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 83,1 \text{ kN}$

Abscheren der Schraube: $F_{v,Ed} = 1,6 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 94,1 \text{ kN}$

Zug und Abscheren: $1,6 \text{ kN} / 83,1 \text{ kN} + 135,8 \text{ kN} / (1,4 \times 141,1 \text{ kN}) = 0,71 < 1,0$

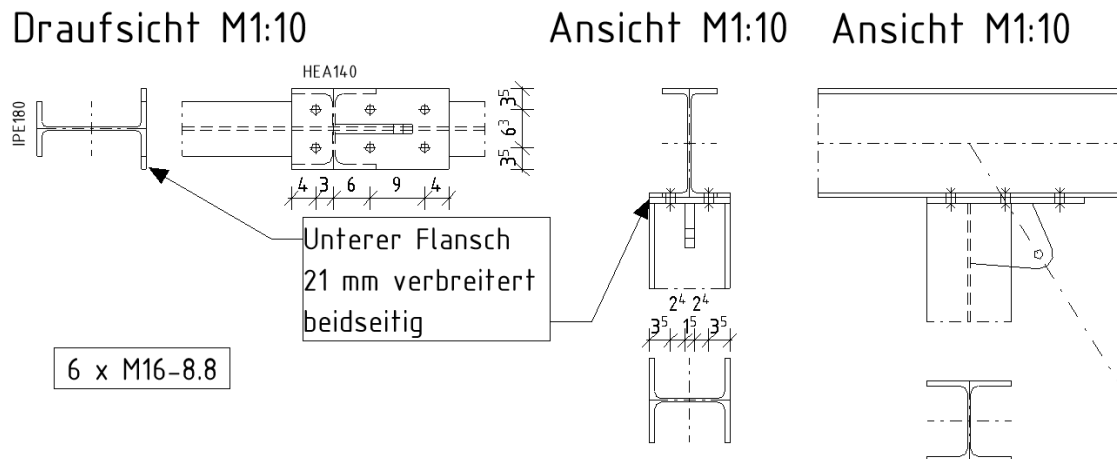
Durchstanzen IPE180 Steg: $F_{t,Ed} = 135,8 \text{ kN} < B_{p,Rd} = 186,0 \text{ kN}$

Nachweis der Schweißnähte siehe Pos. D20.2

2.5 D20.2 – HEA140 an IPE180 Stahlbauanschluss

2.5.1 Statisches System

D20.2 HEA140 an IPE180 Stahlbauanschluss



Schweißnaht Kopfplatte an HEA140: Kehlnaht umlaufend beids. 3 mm

2.5.2 Maßgebende Belastung

	Variante 1 inkl. Erweiterung 2.OG	Inkl. Windlasten
Normalkraft (Zug)	$N_{x,Ed} = 14,9 \text{ kN}$	34,9 kN
Querkraft	$V_{y,Ed} = 0,5 \text{ kN}$	18,5 kN
Querkraft	$V_{z,Ed} = 13,5 \text{ kN}$	
Moment	$M_{y,Ed} = 11,3 \text{ kN}$	
Moment	$M_{z,Ed} = 1,8 \text{ kN}$	

*Windlasten aus vertikalem Zugverband ($Z_{Ed} = 26,8 \text{ kN}$ s. Heft 1 Stahlbau)

Resultierende Querkräfte in den Einzelschrauben

Schraube	Querkraft	Zugkraft
Schraube 1	4,8 kN	-42,6
Schraube 2	5,6 kN	77,1
Schraube 3	3,3 kN	-54,0
Schraube 4	4,4 kN	65,7
Schraube 5	2,5 kN	-65,4
Schraube 6	3,8 kN	54,3

2.5.3 Schnittgrößen und Bemessung

Maßgebende Geometrie Platte:



Randabstände IPE180:
Flanschdicke IPE180:

$e_1 = 35 \text{ mm}$
 $t = 8 \text{ mm}$

Bemessungswiderstände der Schrauben (M16 – 8.8):

Grenzabscherkraft je Scherfuge:		$F_{v,Rd} = 60,3 \text{ kN}$
Grenzzugkraft je Schraube:		$F_{t,Rd} = 90,4 \text{ kN}$
Grenzlochleibungskraft je Schraube in Steg (S355):	$1,361 \times 74,67 \text{ kN} \times 8 / 10 =$	$F_{b,Rd} = 81,3 \text{ kN}$
Grenzdurchstanzkraft je Schraube in Steg (S355):	$185,4 \times 8 / 10 =$	$B_{p,Rd} = 98,2 \text{ kN}$

Nachweise der Schraubenverbindung:

Lochleibung:	$F_{v,res,Ed} =$	$5,6 \text{ kN}$	$< F_{b,Rd} = 81,3 \text{ kN}$
Abscheren der Schraube:	$F_{v,res,Ed} =$	$4,2 \text{ kN}$	$< F_{v,Rd} = 60,3 \text{ kN}$
Zug und Abscheren:	$4,2 \text{ kN} / 60,3 \text{ kN} + 77,1 \text{ kN} / (1,4 \times 90,4 \text{ kN}) = 0,68 < 1,0$		
Durchstanzen IPE180 Steg:	$F_{t,Ed} =$	$77,1 \text{ kN}$	$< B_{p,Rd} = 98,2 \text{ kN}$

Nachweis der Schweißnähte

Anschluss der Diagonalen:

Lasten aus Zugverband $Z_{Ed} = 26,8 \text{ kN}$ (vgl. Heft 1 S. 181)
Winkel ca. 32°

- ⇒ $H_{Ed} = 26,8 \text{ kN} \times \sin(32^\circ) = 14,2 \text{ kN}$ (Fahnenblech an Kopfplatte)
- ⇒ $V_{Ed} = 26,8 \text{ kN} \times \cos(32^\circ) = 22,8 \text{ kN}$ (Fahnenblech an Steg HEA140)

Grenzkraft pro Längeneinheit

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u \cdot 2 \cdot a}{\beta_w \cdot \gamma_{M2} \cdot \sqrt{3}} = \frac{36 \cdot 2 \cdot 0,3 \text{ cm}}{0,8 \cdot 1,25 \cdot \sqrt{3}} = 12,47 \text{ kN/cm}$$

Schweißnaht an kurzem Schenkel L-Winkel

$$V_{||,Ed} = \frac{V_{Ed}}{l_w} = \frac{14,2 \text{ kN}}{10 \text{ cm}} = 1,42 \frac{\text{kN}}{\text{cm}} < F_{w,Rd}$$

Schweißnaht an langem Schenkel L-Winkel

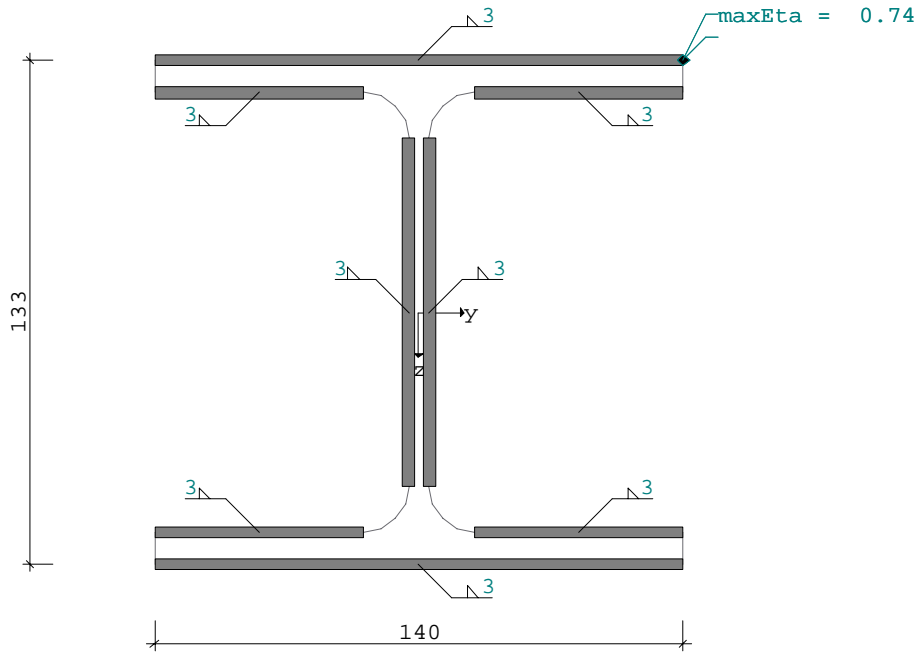
$$V_{||,Ed} = \frac{V_{Ed}}{l_w} = \frac{22,8 \text{ kN}}{10 \text{ cm}} = 2,28 \frac{\text{kN}}{\text{cm}} < F_{w,Rd}$$

Anschluss Stütze an Fußplatte

→ Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten

Position: Heft 1 - Fortsetzung 2 - Zu Detail D20.1

Schweißnaht (x64) ST5 02/2022 (Frilo R-2023-1/P06)
Maßstab 1 : 2



1. Überlagerung

System	
Norm	: DIN EN 1993
Profil	: HE 140 A
	A = 31.40 cm ² ly = 1030.0 cm ⁴ lz = 389.0 cm ⁴
	h = 133.0 mm tw = 5.5 mm r = 12.0 mm
	b = 140.0 mm tf = 8.5 mm
Blechdicke : t	= 10.0 mm
Stahl	: S355 fy = 355.0 fu = 490.0 N/mm ² γM0 = 1.00
	fvw,d = 251.5 N/mm ² βw = 0.90 γM2 = 1.25
τw wird mit Vz / Awz und Vy / Awy berechnet	
Geometrie der Kehlnähte	
lw = 92.0 mm	aw = 3.0 mm Stegnaht beidseitig
lw = 140.0 mm	aw = 3.0 mm Flanschnaht außen
lw = 55.2 mm	aw = 3.0 mm Flanschnaht innen
Schweißnahtfläche	
Aw = 20.55 cm ²	Flächenmomente 2.Grades der Schweißnähte
Aw,z = 5.52 cm ²	lw,y = 633.55 cm ⁴
Aw,y = 15.03 cm ²	lw,z = 273.58 cm ⁴ lw,yz = 0.00 cm ⁴

Anschluschnittkräfte γF-fach					
Lastfall	Nd[kN]	Myd[kNm]	Vzd[kN]	Mzd[kNm]	Vyd[kN]
1 1.Überlagerung	35.00	11.30	0.50	2.00	18.50

Ergebnisse Nr 1 1.Überlagerung										
N=	35.00	My=	11.30	Vz=	0.50	Mz=	2.00	Vy=	18.50	[d,kN,kNm]

Spannungen an den Schweißnähten

σ_{wd}	=	186.8 N/mm ² Flanschnaht außen		
$\tau_{wd,Vzd}$	=	0.5 kN / A_{wz} = 5.5 cm ²	=	0.9 N/mm ²
$\tau_{wd,Vyd}$	=	18.5 kN / A_{wy} = 15.0 cm ²	=	12.3 N/mm ²
σ_{wdV}	=	187.2 N/mm ² Flanschnaht außen		
σ_{wd}	=	186.8 N/mm ² /	$\sigma_{w,Rd}$ = 251.5 N/mm ²	η = 0.74 < 1
τ_{wd}	=	12.3 N/mm ² /	$\tau_{w,Rd}$ = 251.5 N/mm ²	η = 0.05 < 1
σ_{wdV}	=	187.2 N/mm ² /	$\sigma_{w,Rd}$ = 251.5 N/mm ²	η = 0.74 < 1

Nachweis der Kehlnähte nach 4.5.3.3 Vereinfachtes Verfahren

Biegung und Normalkraft

$F_{w,Ed,N}$	=	5.60 kN/cm	=	3.0 mm(a_w) * 186.8 N/mm ²
$F_{w,Rd}$	=	a_w * $f_{vw,d}$	=	3.0 mm * 251.5 N/mm ²
$F_{w,Ed,N}$	=	5.60 kN/cm	/ $F_{w,Rd}$ =	7.54 kN/cm η = 0.74 < 1

Schubbeanspruchung

$F_{w,Ed,Vz}$	=	0.50 kN		
$F_{w,Rd}$	=	A_{wz} * $f_{vw,d}$	=	552.0 mm ² * 251.5 N/mm ²
$F_{w,Ed,Vz}$	=	0.50 kN	/ $F_{w,Rd}$ =	138.81 kN η = 0.00 < 1
$F_{w,Ed,Vy}$	=	18.50 kN		
$F_{w,Rd}$	=	A_{wy} * $f_{vw,d}$	=	1503.0 mm ² * 251.5 N/mm ²
$F_{w,Ed,Vy}$	=	18.50 kN	/ $F_{w,Rd}$ =	377.96 kN η = 0.05 < 1

Kombinierte Beanspruchung

$F_{w,Ed}$	=	5.62 kN/cm	=	3.0 mm(a_w) * 187.2 N/mm ²
$F_{w,Rd}$	=	a_w * $f_{vw,d}$	=	3.0 mm * 251.5 N/mm ²
$F_{w,Ed}$	=	5.62 kN/cm	/ $F_{w,Rd}$ =	7.54 kN/cm η = 0.74 < 1

Nachweis des Profils Querschnittsklasse

1

Nachweis nach (6.1)

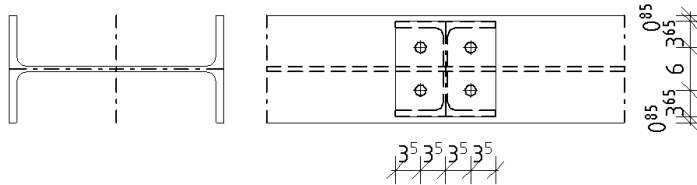
σ_d	=	120.1 N/mm ² /	σ_{Rd} = 355.0 N/mm ²	η = 0.34 < 1
τ_d	=	11.9 N/mm ² /	τ_{Rd} = 205.0 N/mm ²	η = 0.06 < 1
σ_{dV}	=	120.1 N/mm ² /	σ_{Rd} = 355.0 N/mm ²	η = 0.34 < 1

2.6 D21.1 – HEA140 an IPE300 Stahlbauanschluss

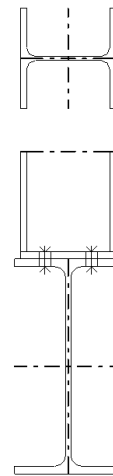
2.6.1 Statisches System

D21.1 HEA140 an IPE300 Stahlbauanschluss

Draufsicht M1:10



Ansicht M1:10



4x M16 – 8.8

Drehung des HEA140 zu dem
 Flansch des IPE300 variiert

Schweißnaht Kopfplatte an HEA140: Kehlnaht umlaufend beids. 3 mm

2.6.2 Maßgebende Belastung

Variante 1
 inkl. Erweiterung 2.OG

Normalkraft (Zug)	$N_{x,Ed}$	=	4,0 kN
Querkraft	$V_{y,Ed}$	=	2,0 kN
Querkraft	$V_{z,Ed}$	=	5,2 kN
Moment	$M_{y,Ed}$	=	10,8 kN
Moment	$M_{z,Ed}$	=	6 kN

Resultierende Querkräfte in den Einzelschrauben

	Querkraft	Zugkraft
Schraube 1	1,6 kN	-47,6 kN
Schraube 2	1,6 kN	135,8 kN
Schraube 3	1,6 kN	133,3 kN
Schraube 4	1,6 kN	50,1 kN

2.6.3 Schnittgrößen und Bemessung

Maßgebende Geometrie Platte:

Randabstände Stirnplatte:

$e_1 = 35 \text{ mm}$

Flanschdicke Stirnplatte:

$t = 10 \text{ mm}$



Bemessungswiderstände der Schrauben (M16 – 8.8):

Grenzabscherkraft je Scherfuge:		$F_{v,Rd} = 94,1 \text{ kN}$
Grenzzugkraft je Schraube:		$F_{t,Rd} = 141,1 \text{ kN}$
Grenzlochleibungskraft je Schraube in Steg (S355):	$1,361 \times 76,36 \text{ kN} \times 8 / 10 =$	$F_{b,Rd} = 83,1 \text{ kN}$
Grenzdurchstanzkraft je Schraube in Steg (S355):	$232,6 \times 10 / 10 =$	$B_{p,Rd} = 232,6 \text{ kN}$

Nachweise der Schraubenverbindung:

Lochleibung:	$F_{v,Ed} =$	1,6 kN	$< F_{b,Rd} = 83,1 \text{ kN}$
Abscheren der Schraube:	$F_{v,Ed} =$	1,6 kN	$< F_{v,Rd} = 94,1 \text{ kN}$
Zug und Abscheren:		$1,6 \text{ kN} / 83,1 \text{ kN} + 135,8 \text{ kN} / (1,4 \times 141,1 \text{ kN})$	$= 0,71 < 1,0$
Durchstanzen Stirnplatte:	$F_{t,Ed} =$	135,8 kN	$< B_{p,Rd} = 232,6 \text{ kN}$

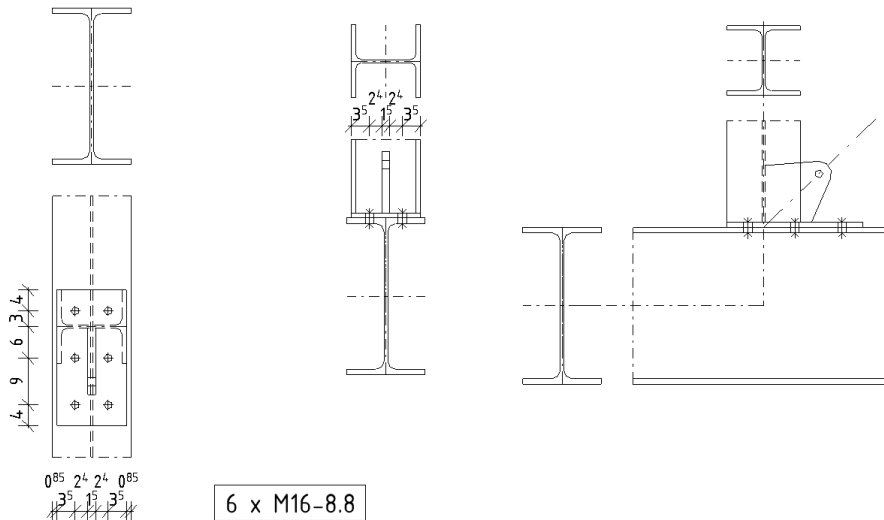
Nachweis der Schweißnähte siehe Pos. D20.2

2.7 D21.2 – HEA140 an IPE300 Stahlbauanschluss

2.7.1 Statisches System

D21.2 HEA140 an IPE300 Stahlbauanschluss

Draufsicht M1:10 Ansicht M1:10 Ansicht M1:10



Schweißnaht Kopfplatte an HEA140: Kehlnaht umlaufend beids. 3 mm

2.7.2 Maßgebende Belastung

		Variante 1 inkl. Erweiterung 2.OG	Inkl. Windlasten
Normalkraft (Zug)	$N_{x,Ed}$	= 15,8 kN	35,8 kN
Querkraft	$V_{y,Ed}$	= 0,5 kN	18,5 kN
Querkraft	$V_{z,Ed}$	= 13,5 kN	

*Windlasten aus vertikalem Zugverband ($Z_{Ed} = 26,8$ kN s. Heft 1 Stahlbau)

Die Verbindung des HEA140 an den IPE300 ist gelenkig, daher sind die Momente zu vernachlässigen

Resultierende Querkräfte in den Einzelschrauben

	Querkraft	Zugkraft
Schraube 1	5 kN	12
Schraube 2	5,8 kN	12
Schraube 3	3,4 kN	6
Schraube 4	4,5 kN	6
Schraube 5	2,5 kN	6
Schraube 6	3,9 kN	6



2.7.3 Schnittgrößen und Bemessung

Maßgebende Geometrie Platte:

Randabstände Stirnplatte HEA140:

$$e_1 = 35 \text{ mm}$$

Dicke Stirnplatte HEA140:

$$t = 10 \text{ mm}$$

Bemessungswiderstände der Schrauben (M16 – 8.8):

Grenzabscherkraft je Scherfuge:

$$F_{v,Rd} = 60,3 \text{ kN}$$

Grenzzugkraft je Schraube:

$$F_{t,Rd} = 90,4 \text{ kN}$$

Grenzlochleibungskraft je Schraube in Steg (S355):

$$1,361 \times 74,67 \text{ kN} \times 10 / 10 =$$

$$F_{b,Rd} = 101,6 \text{ kN}$$

Grenzdurchstanzkraft je Schraube in Steg (S355):

$$185,4 \times 10 / 10 =$$

$$B_{p,Rd} = 185,4 \text{ kN}$$

Nachweise der Schraubenverbindung:

Lochleibung:

$$F_{v,Ed} =$$

$$5,8 \text{ kN}$$

$$< F_{b,Rd} = 101,6 \text{ kN}$$

Abscheren der Schraube:

$$F_{v,Ed} =$$

$$5,8 \text{ kN}$$

$$< F_{v,Rd} = 60,3 \text{ kN}$$

Zug und Abscheren:

$$5,8 \text{ kN} / 60,3 \text{ kN} + 12 \text{ kN} / (1,4 \times 90,4 \text{ kN})$$

$$= 0,19 < 1,0$$

Durchstanzen Stirnplatte:

$$F_{t,Ed} =$$

$$12 \text{ kN}$$

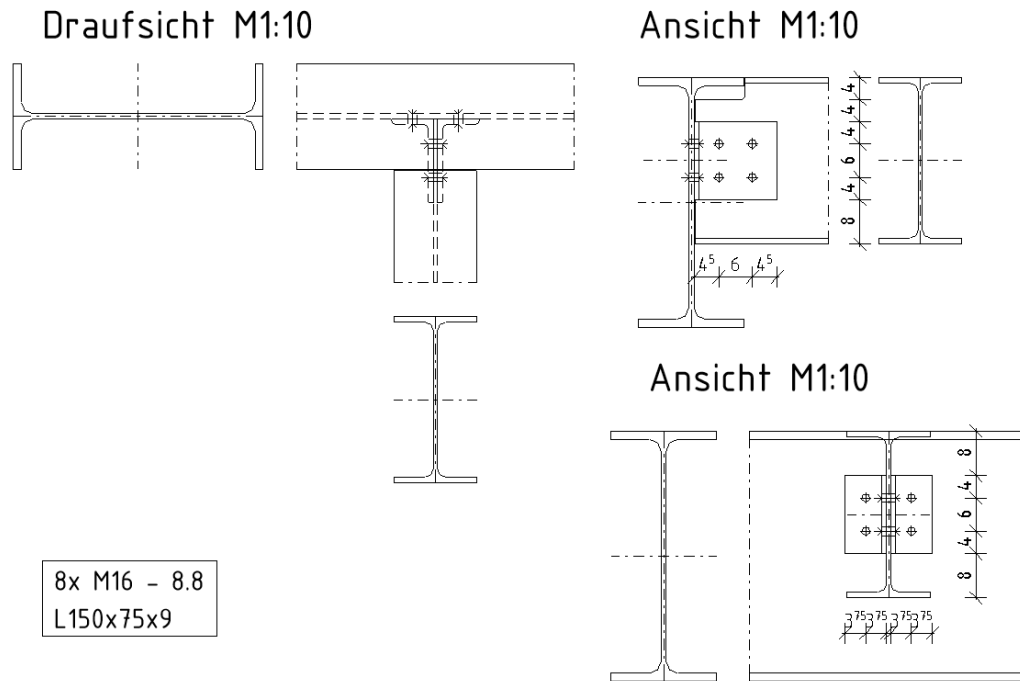
$$< B_{p,Rd} = 101,6 \text{ kN}$$

Nachweis der Schweißnähte siehe Pos. D20.2

2.8 D22 – IPE300 an IPE450 Stahlbauanschluss

2.8.1 Statisches System

D22 IPE300 an IPE450 Stahlbauanschluss



2.8.2 Maßgebende Belastung

D17		Variante 1 inkl. Erweiterung 2.OG	Variante 1 ohne Erweiterung 2.OG
Querkraft	$V_{z,Ed}$	= 107,6 kN	106,8

2.8.3 Schnittgrößen und Bemessung

→ Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten

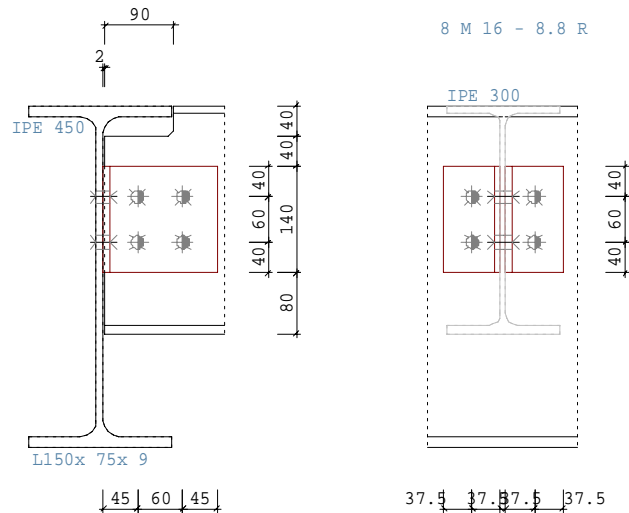
Position: Heft 1 Fortsetzung 2 - Pos. D22

Schraubanschlüsse Stahl (x64) ST9 01/2021F (Frilo R-2023-1/P06)

TRÄGERANSCHLUß DIN EN 1993

Grafik

Maßstab 1 : 10



Kennwerte

Profil		h	tw	b	tf	r	(mm)
Hauptträger	IPE 450	450.0	9.4	190.0	14.6	21.0	
Nebenträger	IPE 300	300.0	7.1	150.0	10.7	15.0	
Winkel	L150x 75x 9	150.0	9.0	75.0	9.0	10.5	

Winkel Länge = 140.0 mm
 Uw = 40.0 mm Abstand von OK Ausklingung
 Versatz = 2.0 mm
 Ausklingung oben = 40.0 mm
 Länge = 90.0 mm mit Brennschnitt

Stahl	fy N/mm2	fu N/mm2	γM0	γM2	Schraube	fyb N/mm2	fub N/mm2	d0 mm	
S355	355	490	1.00	1.25	M 16 - 8.8 R	640	800	17.0	Gewinde in Fuge

Schraubenbild	p1(Mitte)	e1(Rand)	e2(Rand)	p2(Mitte)	(mm)
Hauptträger	60.0	120.0			
Winkel-Hauptträger	60.0	40.0	37.5		
Winkel-Nebenträger	60.0	40.0	45.0	60.0	
Nebenträger	60.0	80.0	43.0	60.0	

	Schraubenreihen	Schrauben je Reihe	gesamt
Winkel-Hauptträger	1	2	2
Winkel-Nebenträger	2	2	4

Nachweis mit Vd = 108.00 kN

Hauptträger - Winkel : 1 - schnittige Verbindung mit 2 * 2 Schrauben

Vz,d kN	Ip cm2	Myv,d kNcm	Td kN	Tz,d kN	Ty,d kN
54.0	18.0	202.5	43.2	27.0	33.8

Lochleibung	Lage Richtung	α_d	k1	$F_{b,Rd}$ kN	T_d kN	η
Profil	Rand,z	1.00	2.50	147.4	27.0	0.18
	Rand,y	1.00	2.50	147.4	33.8	0.23
	Mitte,z	0.93	2.50	136.6	27.0	0.20
Winkel	Rand,z	0.78	2.50	110.7	27.0	0.24
	Rand,y	0.74	2.50	103.8	33.8	0.33
	Mitte,z	0.93	2.50	130.7	27.0	0.21

Abscheren	α_v	$F_{v,Rd}$ kN	T_d kN	η
	0.60	60.3	43.2	0.72

Nebenträger - Winkel : 2 - schnittige Verbindung mit 4 Schrauben

$V_{z,d}$ kN	I_p cm ²	$M_{y,v,d}$ kNm	T_d kN	$T_{z,d}$ kN	$T_{y,d}$ kN
108.0	72.0	810.0	69.5	60.8	33.8

Lochleibung	Lage Richtung	α_d	k1	$F_{b,Rd}$ kN	T_d kN	η
Profil	Rand,z	1.00	2.50	111.3	60.8	0.55
	Rand,y	0.84	2.50	93.9	33.8	0.36
	Mitte,z	0.93	2.50	103.1	60.8	0.59
Winkel	Mitte,y	0.93	2.50	103.1	33.8	0.33
	Rand,z	0.78	2.50	221.4	60.8	0.27
	Rand,y	0.88	2.50	249.0	33.8	0.14
	Mitte,z	0.93	2.50	261.5	60.8	0.23
	Mitte,y	0.93	2.50	261.5	33.8	0.13

Abscheren	α_v	$F_{v,Rd}$ kN	T_d kN	η
	0.60	120.6	69.5	0.58

Nachweis der Ausklinkung des Nebenträgers

$$\begin{aligned}
 h_{red} &= 260.0 \text{ mm} & s &= 7.1 \text{ mm} \\
 QKL &= 1 & y_s &= 92.0 \text{ mm} \\
 V_{zd} &= 108.0 \text{ kN} & M_{yd} &= -9.9 \text{ kNm} \\
 I_y &= 2340.8 \text{ cm}^4 & S_y &= 123.4 \text{ cm}^3 \\
 & & A &= 33.8 \text{ cm}^2 \\
 \sigma &= 79.2 \text{ N/mm}^2 & \tau &= 81.8 \text{ N/mm}^2 \\
 \sigma_{vgl} &= 128.8 \text{ N/mm}^2 & \sigma_{Rd} &= 355.0 \text{ N/mm}^2 \\
 \eta &= 0.36 \leq 1
 \end{aligned}$$

Nachweis des Winkels

$$\begin{aligned}
 h &= 140.0 \text{ mm} & s &= 9.0 \text{ mm} \\
 & & y_s &= 75.0 \text{ mm} \\
 V_{zd} &= 54.0 \text{ kN} & M_{yd} &= 4.0 \text{ kNm} \\
 I_y &= 205.8 \text{ cm}^4 & S_y &= 22.0 \text{ cm}^3 \\
 \sigma &= 137.8 \text{ N/mm}^2 & \tau &= 64.3 \text{ N/mm}^2 \\
 \sigma_{vgl} &= 137.8 \text{ N/mm}^2 & \sigma_{Rd} &= 355.0 \text{ N/mm}^2 \\
 \eta &= 0.39 \leq 1
 \end{aligned}$$

Blockversagen des Winkels am Nebenträger

$$\begin{aligned}
 A_{nv} &= 6.7 \text{ cm}^2 & A_{nt} &= 7.2 \text{ cm}^2 \\
 V_{eff,2,Rd} &= 277.7 \text{ kN} & \eta &= 0.19 \leq 1
 \end{aligned}$$

Blockversagen des Nebenträgers

$$\begin{aligned}
 A_{nv} &= 8.1 \text{ cm}^2 & A_{nt} &= 5.5 \text{ cm}^2 \\
 V_{eff,2,Rd} &= 274.5 \text{ kN} & \eta &= 0.39 \leq 1
 \end{aligned}$$

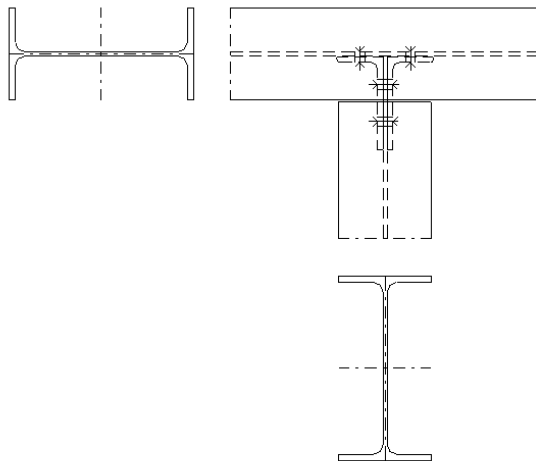
maximale Auslastung

$$\text{Anschluß Hauptträger - Winkel} \quad \eta = 0.72 \leq 1$$

2.9 D23 – IPE300 an IPE300 Stahlbauanschluss

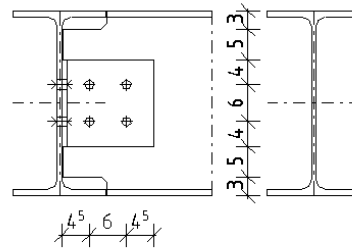
D23 IPE300 an IPE300 Stahlbauanschluss

Draufsicht M1:10

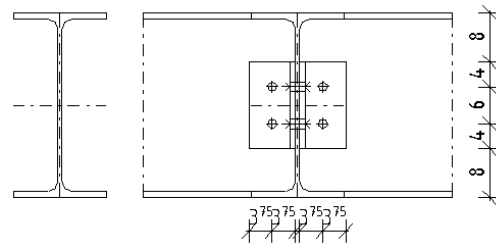


8x M16 – 8.8
 L150x75x9

Ansicht M1:10



Ansicht M1:10



2.9.1 Maßgebende Belastung

D23	Variante 1 inkl. Erweiterung 2.OG	Variante 2 ohne Erweiterung 2.OG
Querkraft	$V_{z,Ed} = 75,2 \text{ kN}$	76,2 kN

2.9.2 Schnittgrößen und Bemessung

→ Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten

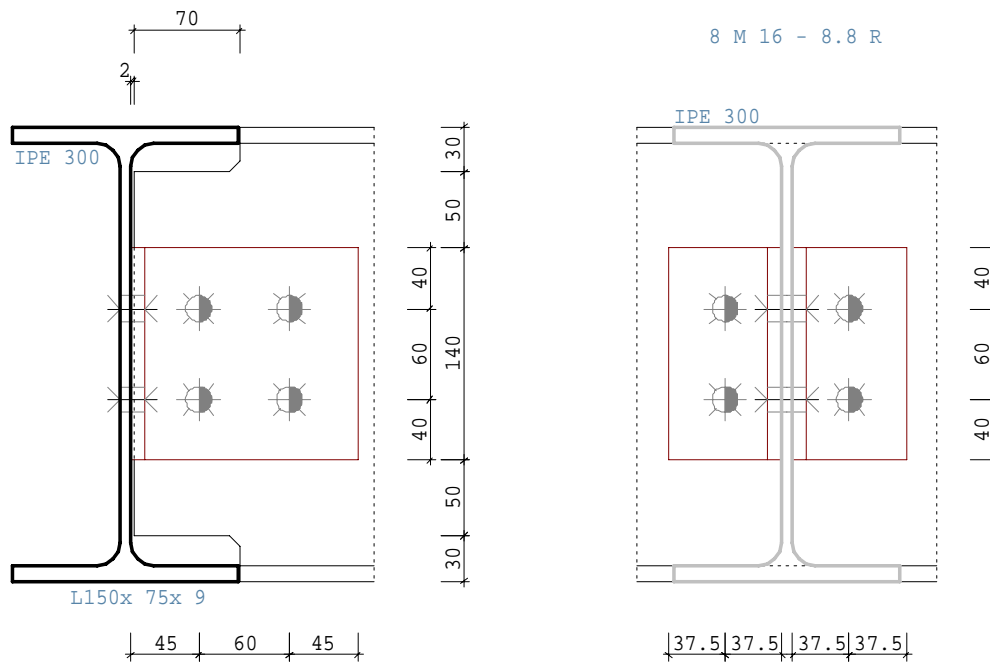
Position: Heft 1 Fortsetzung 2 - Pos. D23

Schraubanschlüsse Stahl (x64) ST9 01/2021F (Frilo R-2023-1/P06)

TRÄGERANSCHLUß DIN EN 1993

Grafik

Maßstab 1 : 5



Kennwerte

Profil		h	tw	b	tf	r	(mm)
Hauptträger	IPE 300	300.0	7.1	150.0	10.7	15.0	
Nebenträger	IPE 300	300.0	7.1	150.0	10.7	15.0	
Winkel	L150x 75x 9	150.0	9.0	75.0	0.0	10.5	

Winkel Länge = 140.0 mm
Uw = 50.0 mm Abstand von OK Ausklingung

Ausklingung Versatz = 2.0 mm
oben = 30.0 mm
unten = 30.0 mm
Länge = 70.0 mm mit Brennschnitt

Stahl	fy N/mm ²	fu N/mm ²	γ _{M0}	γ _{M2}	Schraube	fyb N/mm ²	fub N/mm ²	d0 mm	
S355	355	490	1.00	1.25	M 16 - 8.8 R	640	800	17.0	Gewinde in Fuge

Schraubenbild	p1(Mitte)	e1(Rand)	e2(Rand)	p2(Mitte)	(mm)
Hauptträger	60.0	120.0			
Winkel-Hauptträger	60.0	40.0	37.5		
Winkel-Nebenträger	60.0	40.0	45.0	60.0	
Nebenträger	60.0	90.0	43.0	60.0	

	Schraubenreihen	Schrauben je Reihe	gesamt
Winkel-Hauptträger	1	2	2
Winkel-Nebenträger	2	2	4

Nachweis mit $V_d = 77.00$ kN

Hauptträger - Winkel : 1 - schnittige Verbindung mit 2 * 2 Schrauben

$V_{z,d}$ kN	I_p cm ²	$M_{y,v,d}$ kNcm	T_d kN	$T_{z,d}$ kN	$T_{y,d}$ kN
38.5	18.0	144.4	30.8	19.2	24.1

Lochleibung	Lage Richtung	α_d	k1	$F_{b,Rd}$ kN	T_d kN	η
Profil	Rand,z	1.00	2.50	111.3	19.2	0.17
	Rand,y	1.00	2.50	111.3	24.1	0.22
	Mitte,z	0.93	2.50	103.1	19.2	0.19
Winkel	Rand,z	0.78	2.50	110.7	19.2	0.17
	Rand,y	0.74	2.50	103.8	24.1	0.23
	Mitte,z	0.93	2.50	130.7	19.2	0.15

Abscheren	α_v	$F_{v,Rd}$ kN	T_d kN	η
	0.60	60.3	30.8	0.51

Nebenträger - Winkel : 2 - schnittige Verbindung mit 4 Schrauben

$V_{z,d}$ kN	I_p cm ²	$M_{y,v,d}$ kNcm	T_d kN	$T_{z,d}$ kN	$T_{y,d}$ kN
77.0	72.0	577.5	49.5	43.3	24.1

Lochleibung	Lage Richtung	α_d	k1	$F_{b,Rd}$ kN	T_d kN	η
Profil	Rand,z	1.00	2.50	111.3	43.3	0.39
	Rand,y	0.84	2.50	93.9	24.1	0.26
	Mitte,z	0.93	2.50	103.1	43.3	0.42
Winkel	Mitte,y	0.93	2.50	103.1	24.1	0.23
	Rand,z	0.78	2.50	221.4	43.3	0.20
	Rand,y	0.88	2.50	249.0	24.1	0.10
	Mitte,z	0.93	2.50	261.5	43.3	0.17
	Mitte,y	0.93	2.50	261.5	24.1	0.09

Abscheren	α_v	$F_{v,Rd}$ kN	T_d kN	η
	0.60	120.6	49.5	0.41

Nachweis der Ausklinkung des Nebenträgers

$$\begin{aligned}
 h_{red} &= 240.0 \text{ mm} & s &= 7.1 \text{ mm} \\
 QKL &= 1 & y_s &= 72.0 \text{ mm} \\
 V_{zd} &= 77.0 \text{ kN} & M_{yd} &= -5.5 \text{ kNm} \\
 I_y &= 817.9 \text{ cm}^4 & S_y &= 51.1 \text{ cm}^3 \\
 & & A &= 17.0 \text{ cm}^2 \\
 \sigma &= 81.3 \text{ N/mm}^2 & \tau &= 67.8 \text{ N/mm}^2 \\
 \sigma_{vgl} &= 117.4 \text{ N/mm}^2 & \sigma_{Rd} &= 355.0 \text{ N/mm}^2 \\
 \eta &= 0.33 \leq 1
 \end{aligned}$$

Nachweis des Winkels

$$\begin{aligned}
 h &= 140.0 \text{ mm} & s &= 9.0 \text{ mm} \\
 & & y_s &= 75.0 \text{ mm} \\
 V_{zd} &= 38.5 \text{ kN} & M_{yd} &= 2.9 \text{ kNm} \\
 I_y &= 205.8 \text{ cm}^4 & S_y &= 22.0 \text{ cm}^3 \\
 \sigma &= 98.2 \text{ N/mm}^2 & \tau &= 45.8 \text{ N/mm}^2 \\
 \sigma_{vgl} &= 98.2 \text{ N/mm}^2 & \sigma_{Rd} &= 355.0 \text{ N/mm}^2 \\
 \eta &= 0.28 \leq 1
 \end{aligned}$$

Blockversagen des Winkels am Nebenträger

$$\begin{aligned}
 A_{nv} &= 6.7 \text{ cm}^2 & A_{nt} &= 7.2 \text{ cm}^2 \\
 V_{eff,2,Rd} &= 277.7 \text{ kN} & \eta &= 0.14 \leq 1
 \end{aligned}$$

Blockversagen des Nebenträgers

Anv = 8.8 cm² Ant = 5.5 cm²
Veff,2,Rd = 289.0 kN $\eta = 0.27 \leq 1$

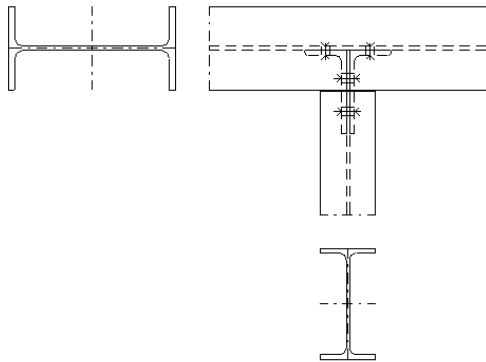
maximale Auslastung

Anschluß Hauptträger - Winkel $\eta = 0.51 \leq 1$

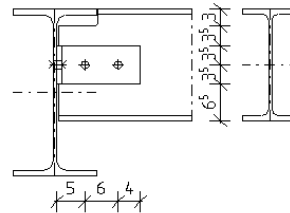
2.10 D24 – IPE200 an IPE300 Stahlbauanschluss

D24 IPE200 an IPE300 Stahlbauanschluss

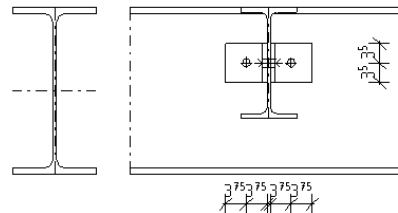
Draufsicht M1:10



Ansicht M1:10



Ansicht M1:10



8x M16 – 4.6
 L150x75x9

2.10.1 Maßgebende Belastung

		Variante 1 inkl. Erweiterung 2.OG	Variante 2 ohne Erweiterung 2.OG
Querkraft	$V_{z,Ed}$ =	22,7 kN	22,7 kN

2.10.2 Schnittgrößen und Bemessung

→ Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten

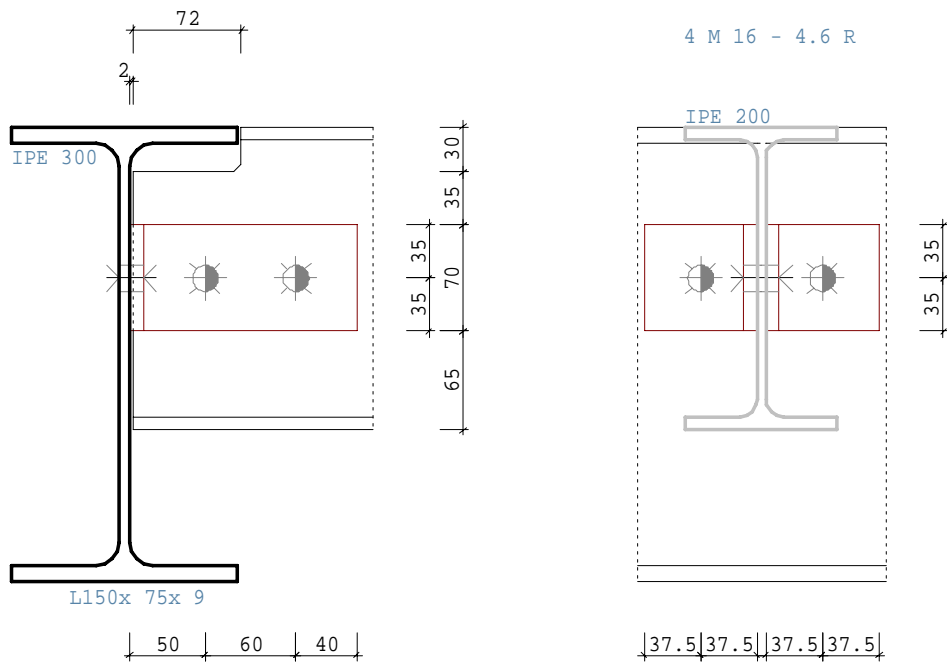
Position: Heft 1 Fortsetzung 2 - Pos. D24

Schraubanschlüsse Stahl (x64) ST9 01/2021F (Frilo R-2023-1/P06)

TRÄGERANSCHLUß **DIN EN 1993**

Grafik

Maßstab 1 : 5



Kennwerte

Profil		h	tw	b	tf	r	(mm)
Hauptträger	IPE 300	300.0	7.1	150.0	10.7	15.0	
Nebenträger	IPE 200	200.0	5.6	100.0	8.5	12.0	
Winkel	L150x 75x 9	150.0	9.0	75.0	0.0	10.5	

Winkel Länge = 70.0 mm
 Uw = 35.0 mm Abstand von OK Ausklinkung
 Versatz = 2.0 mm
 Ausklinkung oben = 30.0 mm
 Länge = 72.0 mm mit Brennschnitt

Stahl	fy N/mm2	fu N/mm2	γM0	γM2	Schraube	fyb N/mm2	fub N/mm2	d0 mm	
S355	355	490	1.00	1.25	M 16 - 4.6 R	240	400	17.0	Gewinde in Fuge

Schraubenbild	p1(Mitte)	e1(Rand)	e2(Rand)	p2(Mitte)	(mm)
Hauptträger		100.0			
Winkel-Hauptträger		35.0	37.5		
Winkel-Nebenträger		35.0	40.0	60.0	
Nebenträger		70.0	48.0	60.0	

	Schraubenreihen	Schrauben je Reihe	gesamt
Winkel-Hauptträger	1	1	1
Winkel-Nebenträger	2	1	2

Nachweis mit $V_d = 23.00 \text{ kN}$

Hauptträger - Winkel : 1 - schnittige Verbindung mit 2 * 1 Schrauben

$V_{z,d}$ kN	I_p cm ²	$M_{y,v,d}$ kNcm	T_d kN	$T_{z,d}$ kN	$T_{y,d}$ kN
11.5	9.0	43.1	18.4	11.5	14.4

Gegenseitige Druckabstützung der Winkel:

$$b_D = 22.2 \text{ mm} \quad h_D = 10.0 \text{ mm}$$

$$\text{Kontaktfläche } A_D = 2.22 \text{ cm}^2$$

$$\text{Kontaktpressung } \sigma_D = 64.9 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{Rd} = 355.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta = 0.18 \leq 1$$

Lochleibung	Lage Richtung	α_d	k1	$F_{b,Rd}$ kN	T_d kN	η
Profil	Rand,z	0.82	2.50	90.9	11.5	0.13
	Rand,y	0.82	2.50	90.9	14.4	0.16
Winkel	Rand,z	0.69	2.50	96.8	11.5	0.12
	Rand,y	0.74	2.50	103.8	14.4	0.14

Abscheren	α_v	$F_{v,Rd}$ kN	T_d kN	η
	0.60	30.1	18.4	0.61

Nebenträger - Winkel : 2 - schnittige Verbindung mit 2 Schrauben

$V_{z,d}$ kN	I_p cm ²	$M_{y,v,d}$ kNcm	T_d kN	$T_{z,d}$ kN	$T_{y,d}$ kN
23.0	18.0	184.0	42.2	42.2	0.0

Lochleibung	Lage Richtung	α_d	k1	$F_{b,Rd}$ kN	T_d kN	η
Profil	Rand,z	0.82	2.50	71.7	42.2	0.59
Winkel	Rand,z	0.69	2.50	193.7	42.2	0.22

Abscheren	α_v	$F_{v,Rd}$ kN	T_d kN	η
	0.60	60.3	42.2	0.70

Nachweis der Ausklinkung des Nebenträgers

$$h_{red} = 170.0 \text{ mm} \quad s = 5.6 \text{ mm}$$

$$QKL = 1 \quad y_s = 74.0 \text{ mm}$$

$$V_{zd} = 23.0 \text{ kN} \quad M_{y,d} = -1.7 \text{ kNm}$$

$$I_y = 513.7 \text{ cm}^4 \quad S_y = 41.6 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = 40.4 \text{ N/mm}^2 \quad A = 17.5 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{vgl} = 54.6 \text{ N/mm}^2 \quad \tau = 34.1 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta = 0.15 \leq 1 \quad \sigma_{Rd} = 355.0 \text{ N/mm}^2$$

Nachweis des Winkels

$$h = 70.0 \text{ mm} \quad s = 9.0 \text{ mm}$$

$$y_s = 80.0 \text{ mm}$$

$$V_{zd} = 11.5 \text{ kN} \quad M_{y,d} = 0.9 \text{ kNm}$$

$$I_y = 25.7 \text{ cm}^4 \quad S_y = 5.5 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = 125.2 \text{ N/mm}^2 \quad \tau = 27.4 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{vgl} = 125.2 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{Rd} = 355.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta = 0.35 \leq 1$$

Blockversagen des Winkels am Nebenträger

$$A_{nv} = 2.4 \text{ cm}^2 \quad A_{nt} = 6.7 \text{ cm}^2$$

$$V_{eff,2,Rd} = 180.3 \text{ kN} \quad \eta = 0.06 \leq 1$$

Blockversagen des Nebenträgers

Anv = 3.4 cm² Ant = 4.6 cm²
Veff,2,Rd = 161.1 kN $\eta = 0.14 \leq 1$

maximale Auslastung

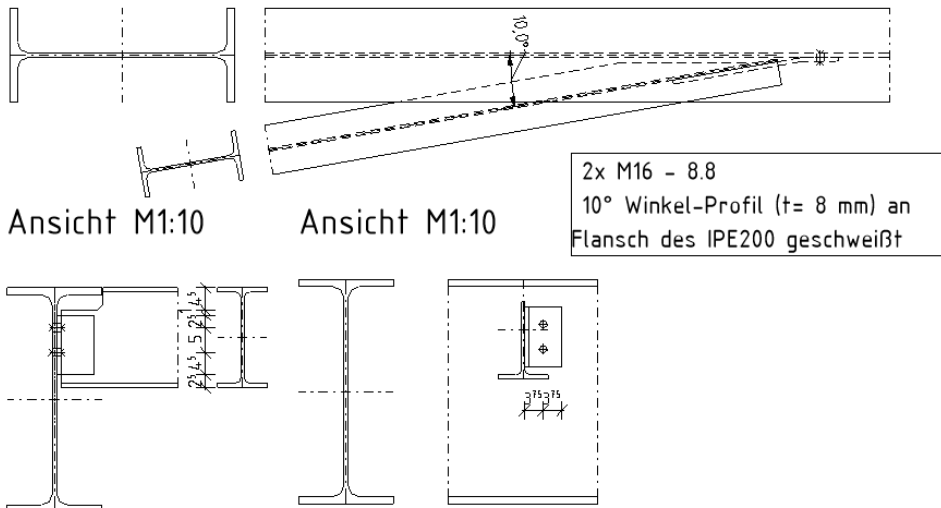
Anschluß Nebenträger - Winkel $\eta = 0.70 \leq 1$

2.11 D25 – IPE200 an IPE450 Stahlbauanschluss

2.11.1 Statisches System

D25 IPE200 an IPE450 Stahlbauanschluss

Draufsicht M1:10



Das Winkelblech ist am Steg des IPE200 geschweißt. Der obere und untere Flansch des IPE200 wird in den sich mit dem IPE450 schneidenden Bereichen ausgeschnitten

2.11.2 Maßgebende Belastung

D25	Variante 1 inkl. Erweiterung 2.OG	Variante 2 ohne Erweiterung 2.OG
Querkraft	$V_{z,Ed} = 20,3 \text{ kN}$	20,3 kN

2.11.3 Schnittgrößen und Bemessung

Maßgebende Geometrie Platte:

Randabstände Stahlwinkel:

$e_1 = 35 \text{ mm}$

Stahlwinkel:

$t = 8 \text{ mm}$

Bemessungswiderstände der Schrauben (M16 – 8.8):

Grenzabscherkraft je Scherfuge:

$F_{v,Rd} = 60,3 \text{ kN}$

Grenzlochleibungskraft je Schraube:

$1,361 \times 74,67 \text{ kN} \times 8 / 10 =$

$F_{b,Rd} = 101,6 \text{ kN}$

Nachweise der Schraubenverbindung:

Lochleibung:

$F_{v,Ed} =$

20,3 kN

$< F_{b,Rd} = 101,6 \text{ kN}$

Abscheren der Schraube:

$F_{v,Ed} =$

20,3 kN

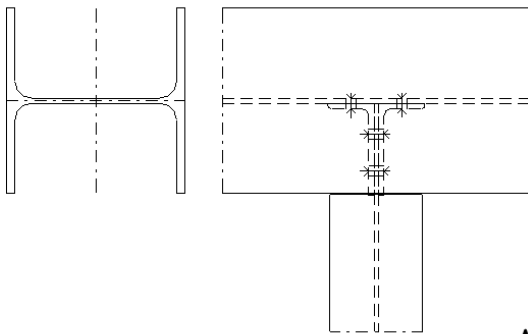
$< F_{v,Rd} = 62,8 \text{ kN}$

2.12 D26 – IPE300 an HEA300 Stahlbauanschluss

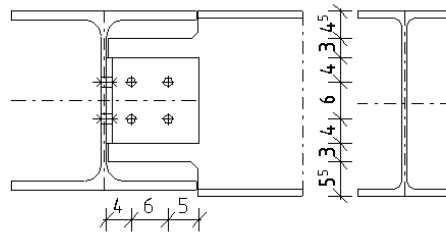
2.12.1 Statisches System

D26 IPE300 an HEA300 Stahlbauanschluss

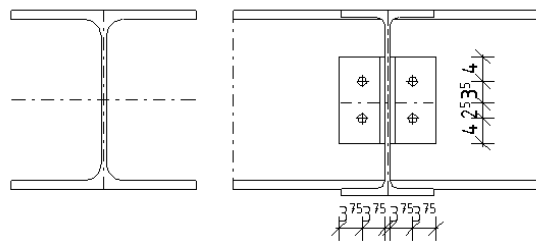
Draufsicht M1:10



Ansicht M1:10



Ansicht M1:10



8x M16 – 8.8
 L150x75x9

2.12.2 Maßgebende Belastung

D26		Variante 1 inkl. Erweiterung 2.OG	Variante 2 ohne Erweiterung 2.OG
Querkraft	$V_{z,Ed} =$	51,2 kN	50,4 kN

2.12.3 Schnittgrößen und Bemessung

→ Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten

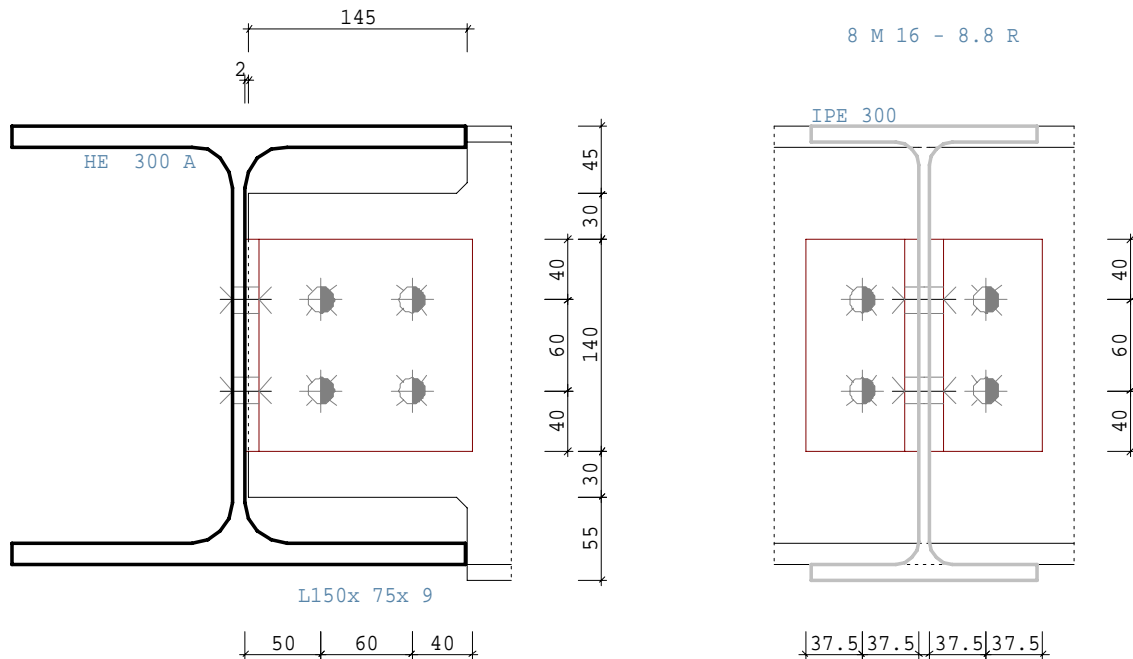
Position: Heft 1 Fortsetzung 2 - Pos. D26

Schraubanschlüsse Stahl (x64) ST9 01/2021F (Frilo R-2023-1/P06)

TRÄGERANSCHLUß DIN EN 1993

Grafik

Maßstab 1 : 5



Kennwerte

Profil		h	tw	b	tf	r	(mm)
Hauptträger	HE 300 A	290.0	8.5	300.0	14.0	27.0	
Nebenträger	IPE 300	300.0	7.1	150.0	10.7	15.0	
Winkel	L150x 75x 9	150.0	9.0	75.0	0.0	10.5	

Winkel Länge = 140.0 mm
 Uw = 30.0 mm Abstand von OK Ausklingung
 Versatz = 2.0 mm
 Ausklingung oben = 45.0 mm
 unten = 55.0 mm
 Länge = 145.0 mm mit Brennschnitt

Stahl	fy N/mm ²	fu N/mm ²	γM0	γM2	Schraube	fyb N/mm ²	fub N/mm ²	d0 mm	
S355	355	490	1.00	1.25	M 16 - 8.8 R	640	800	17.0	Gewinde in Fuge

Schraubenbild	p1(Mitte)	e1(Rand)	e2(Rand)	p2(Mitte)	(mm)
Hauptträger	60.0	115.0			
Winkel-Hauptträger	60.0	40.0	37.5		
Winkel-Nebenträger	60.0	40.0	40.0	60.0	
Nebenträger	60.0	70.0	48.0	60.0	

	Schraubenreihen	Schrauben je Reihe	gesamt
Winkel-Hauptträger	1	2	2
Winkel-Nebenträger	2	2	4

Nachweis mit $V_d = 52.00$ kN

Hauptträger - Winkel : 1 - schnittige Verbindung mit 2 * 2 Schrauben

$V_{z,d}$ kN	I_p cm ²	$M_{y,v,d}$ kNcm	T_d kN	$T_{z,d}$ kN	$T_{y,d}$ kN
26.0	18.0	97.5	20.8	13.0	16.2

Lochleibung	Lage Richtung	αd	k1	$F_{b,Rd}$ kN	T_d kN	η
Profil	Rand,z	1.00	2.50	133.3	13.0	0.10
	Rand,y	1.00	2.50	133.3	16.2	0.12
	Mitte,z	0.93	2.50	123.5	13.0	0.11
Winkel	Rand,z	0.78	2.50	110.7	13.0	0.12
	Rand,y	0.74	2.50	103.8	16.2	0.16
	Mitte,z	0.93	2.50	130.7	13.0	0.10

Abscheren	αv	$F_{v,Rd}$ kN	T_d kN	η
	0.60	60.3	20.8	0.35

Nebenträger - Winkel : 2 - schnittige Verbindung mit 4 Schrauben

$V_{z,d}$ kN	I_p cm ²	$M_{y,v,d}$ kNcm	T_d kN	$T_{z,d}$ kN	$T_{y,d}$ kN
52.0	72.0	416.0	34.9	30.3	17.3

Lochleibung	Lage Richtung	αd	k1	$F_{b,Rd}$ kN	T_d kN	η
Profil	Rand,z	1.00	2.50	111.3	30.3	0.27
	Rand,y	0.94	2.50	104.8	17.3	0.17
	Mitte,z	0.93	2.50	103.1	30.3	0.29
Winkel	Mitte,y	0.93	2.50	103.1	17.3	0.17
	Rand,z	0.78	2.50	221.4	30.3	0.14
	Rand,y	0.78	2.50	221.4	17.3	0.08
	Mitte,z	0.93	2.50	261.5	30.3	0.12
	Mitte,y	0.93	2.50	261.5	17.3	0.07

Abscheren	αv	$F_{v,Rd}$ kN	T_d kN	η
	0.60	120.6	34.9	0.29

Nachweis der Ausklinkung des Nebenträgers

$$\begin{aligned}
 h_{red} &= 200.0 \text{ mm} & s &= 7.1 \text{ mm} \\
 QKL &= 1 & y_s &= 147.0 \text{ mm} \\
 V_{zd} &= 52.0 \text{ kN} & M_{yd} &= -7.6 \text{ kNm} \\
 I_y &= 473.3 \text{ cm}^4 & S_y &= 35.5 \text{ cm}^3 \\
 & & A &= 14.2 \text{ cm}^2 \\
 \sigma &= 161.5 \text{ N/mm}^2 & \tau &= 54.9 \text{ N/mm}^2 \\
 \sigma_{vgl} &= 161.5 \text{ N/mm}^2 & \sigma_{Rd} &= 355.0 \text{ N/mm}^2 \\
 \eta &= 0.45 \leq 1
 \end{aligned}$$

Nachweis des Winkels

$$\begin{aligned}
 h &= 140.0 \text{ mm} & s &= 9.0 \text{ mm} \\
 & & y_s &= 80.0 \text{ mm} \\
 V_{zd} &= 26.0 \text{ kN} & M_{yd} &= 2.1 \text{ kNm} \\
 I_y &= 205.8 \text{ cm}^4 & S_y &= 22.0 \text{ cm}^3 \\
 \sigma &= 70.7 \text{ N/mm}^2 & \tau &= 31.0 \text{ N/mm}^2 \\
 \sigma_{vgl} &= 70.7 \text{ N/mm}^2 & \sigma_{Rd} &= 355.0 \text{ N/mm}^2 \\
 \eta &= 0.20 \leq 1
 \end{aligned}$$

Blockversagen des Winkels am Nebenträger

$$\begin{aligned}
 A_{nv} &= 6.7 \text{ cm}^2 & A_{nt} &= 6.7 \text{ cm}^2 \\
 V_{eff,2,Rd} &= 268.8 \text{ kN} & \eta &= 0.10 \leq 1
 \end{aligned}$$

Blockversagen des Nebenträgers

Anv = 7.4 cm² Ant = 5.9 cm²
Veff,2,Rd = 266.9 kN $\eta = 0.19 \leq 1$

maximale Auslastung

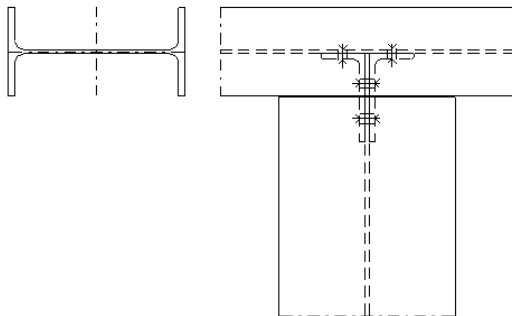
Auslinkung $\eta = 0.45 \leq 1$

2.13 D27 – HEA300 an IPE300 Stahlbauanschluss

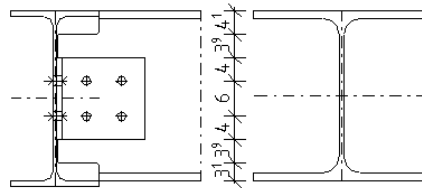
2.13.1 Statisches System

D27 HEA300 an IPE300 Stahlbauanschluss

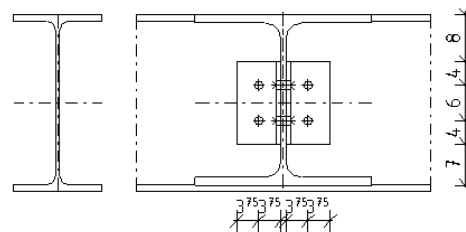
Draufsicht M1:10



Ansicht M1:10



Ansicht M1:10



8x M16 – 8.8
 L150x75x9

2.13.2 Maßgebende Belastung

D27		Variante 1 inkl. Erweiterung 2.OG	Variante 2 ohne Erweiterung 2.OG
Querkraft	$V_{z,Ed} =$	134,7 kN	134,6 kN

2.13.3 Schnittgrößen und Bemessung

→ Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten

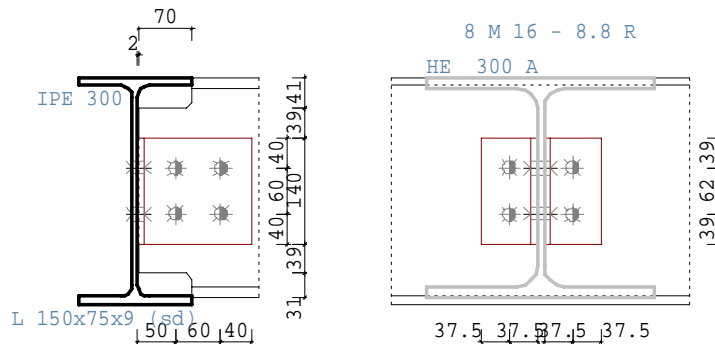
Position: Heft 1 Fortsetzung 2 - Pos. D27

Schraubanschlüsse Stahl (x64) ST9 01/2021F (Frilo R-2023-1/P06)

TRÄGERANSCHLUß DIN EN 1993

Grafik

Maßstab 1 : 10



Kennwerte

Profil		h	tw	b	tf	r	(mm)
Hauptträger	IPE 300	300.0	7.1	150.0	10.7	15.0	
Nebenträger	HE 300 A	290.0	8.5	300.0	14.0	27.0	
Winkel	L 150x75x9 (sd)	150.0	9.0	75.0	0.0	10.5	

Winkel Länge = 140.0 mm
 Uw = 39.0 mm Abstand von OK Ausklinkung
 Versatz = 2.0 mm
 Ausklinkung oben = 41.0 mm
 unten = 31.0 mm
 Länge = 70.0 mm mit Brennschnitt

Stahl	fy N/mm2	fu N/mm2	γM0	γM2	Schraube	fyb N/mm2	fub N/mm2	d0 mm	
S355	355	490	1.00	1.25	M 16 - 8.8 R	640	800	17.0	Gewinde in Fuge

Schraubenbild	p1(Mitte)	e1(Rand)	e2(Rand)	p2(Mitte)	(mm)
Hauptträger	62.0	119.0			
Winkel-Hauptträger	62.0	39.0	37.5		
Winkel-Nebenträger	60.0	40.0	40.0	60.0	
Nebenträger	60.0	79.0	48.0	60.0	

	Schraubenreihen	Schrauben je Reihe	gesamt
Winkel-Hauptträger	1	2	2
Winkel-Nebenträger	2	2	4

Nachweis mit Vd = 135.00 kN

Hauptträger - Winkel : 1 - schnittige Verbindung mit 2 * 2 Schrauben

Vz,d kN	Ip cm2	Myv,d kNcm	Td kN	Tz,d kN	Ty,d kN
67.5	19.2	253.1	53.0	33.8	40.8

Lochleibung	Lage Richtung	α_d	k1	$F_{b,Rd}$ kN	T_d kN	η
Profil	Rand,z	1.00	2.50	111.3	33.8	0.30
	Rand,y	1.00	2.50	111.3	40.8	0.37
	Mitte,z	0.97	2.50	107.5	33.8	0.31
Winkel	Rand,z	0.76	2.50	107.9	33.8	0.31
	Rand,y	0.74	2.50	103.8	40.8	0.39
	Mitte,z	0.97	2.50	136.3	33.8	0.25

Abscheren	α_v	$F_{v,Rd}$ kN	T_d kN	η
	0.60	60.3	53.0	0.88

Nebenträger - Winkel : 2 - schnittige Verbindung mit 4 Schrauben

$V_{z,d}$ kN	I_p cm ²	$M_{y,v,d}$ kNcm	T_d kN	$T_{z,d}$ kN	$T_{y,d}$ kN
135.0	72.0	1080.0	90.7	78.8	45.0

Lochleibung	Lage Richtung	α_d	k1	$F_{b,Rd}$ kN	T_d kN	η
Profil	Rand,z	1.00	2.50	133.3	78.8	0.59
	Rand,y	0.94	2.50	125.4	45.0	0.36
	Mitte,z	0.93	2.50	123.5	78.8	0.64
Winkel	Mitte,y	0.93	2.50	123.5	45.0	0.36
	Rand,z	0.78	2.50	221.4	78.8	0.36
	Rand,y	0.78	2.50	221.4	45.0	0.20
	Mitte,z	0.93	2.50	261.5	78.8	0.30
	Mitte,y	0.93	2.50	261.5	45.0	0.17

Abscheren	α_v	$F_{v,Rd}$ kN	T_d kN	η
	0.60	120.6	90.7	0.75

Nachweis der Ausklinkung des Nebenträgers

$$\begin{aligned}
 h_{red} &= 218.0 \text{ mm} & s &= 8.5 \text{ mm} \\
 OKL &= 1 & y_s &= 72.0 \text{ mm} \\
 V_{zd} &= 135.0 \text{ kN} & M_{yd} &= -9.7 \text{ kNm} \\
 I_y &= 733.8 \text{ cm}^4 & S_y &= 50.5 \text{ cm}^3 \\
 & & A &= 18.5 \text{ cm}^2 \\
 \sigma &= 144.4 \text{ N/mm}^2 & \tau &= 109.3 \text{ N/mm}^2 \\
 \sigma_{vgl} &= 189.3 \text{ N/mm}^2 & \sigma_{Rd} &= 355.0 \text{ N/mm}^2 \\
 \eta &= 0.53 \leq 1
 \end{aligned}$$

Nachweis des Winkels

$$\begin{aligned}
 h &= 140.0 \text{ mm} & s &= 9.0 \text{ mm} \\
 & & y_s &= 80.0 \text{ mm} \\
 V_{zd} &= 67.5 \text{ kN} & M_{yd} &= 5.4 \text{ kNm} \\
 I_y &= 205.8 \text{ cm}^4 & S_y &= 22.0 \text{ cm}^3 \\
 \sigma &= 183.7 \text{ N/mm}^2 & \tau &= 80.4 \text{ N/mm}^2 \\
 \sigma_{vgl} &= 183.7 \text{ N/mm}^2 & \sigma_{Rd} &= 355.0 \text{ N/mm}^2 \\
 \eta &= 0.52 \leq 1
 \end{aligned}$$

Blockversagen des Winkels am Nebenträger

$$\begin{aligned}
 A_{nv} &= 6.7 \text{ cm}^2 & A_{nt} &= 6.7 \text{ cm}^2 \\
 V_{eff,2,Rd} &= 268.8 \text{ kN} & \eta &= 0.25 \leq 1
 \end{aligned}$$

Blockversagen des Nebenträgers

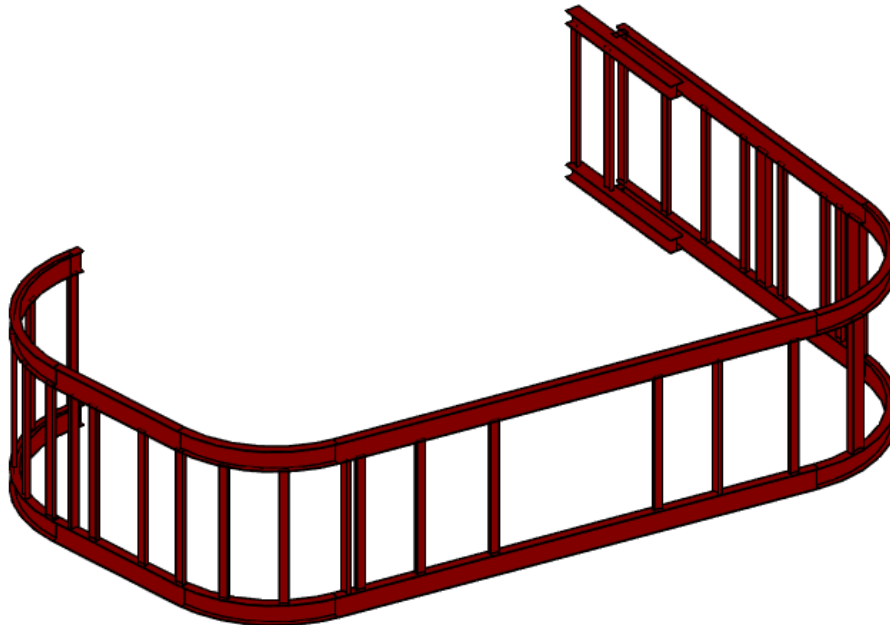
$$\begin{aligned}
 A_{nv} &= 9.6 \text{ cm}^2 & A_{nt} &= 7.0 \text{ cm}^2 \\
 V_{eff,2,Rd} &= 335.2 \text{ kN} & \eta &= 0.40 \leq 1
 \end{aligned}$$

maximale Auslastung

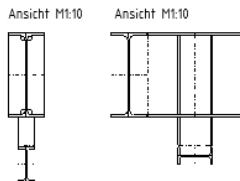
$$\text{Anschluß Hauptträger - Winkel} \quad \eta = 0.88 \leq 1$$

2.14 D28 D29 D30 D31 – Vierendeelträger Stahlbauanschlüsse

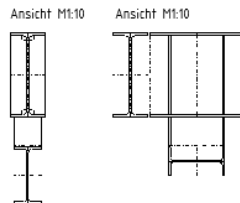
2.14.1 Statisches System



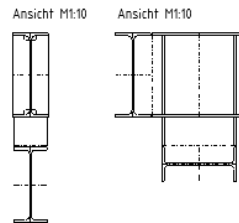
D28 IPE180 an IPE450 Stahlbauanschluss



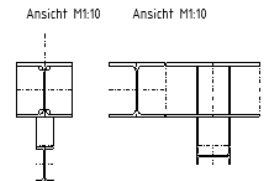
D29 IPE300 an IPE450 Stahlbauanschluss



D30 IPE400 an IPE450 Stahlbauanschluss



D31 IPE180 an HEA300 Stahlbauanschluss

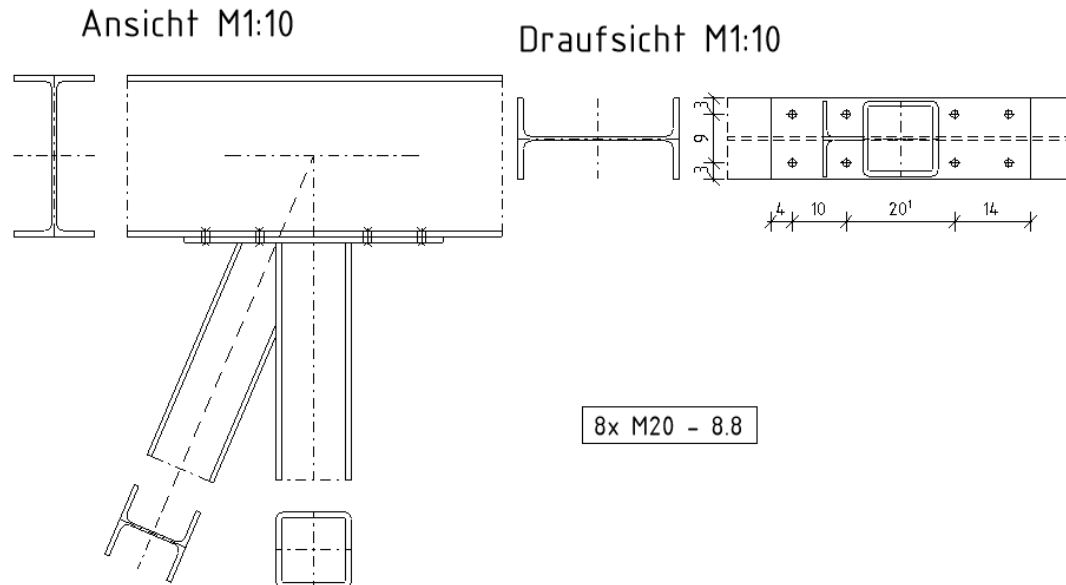


2.14.2 Schnittgrößen und Bemessung

Die Bemessung der Stahlprofile des Vierendeelträgers ist im Heft 1 Stahlbau erfolgt. Die Profile werden durch Doppel HV-Nähte voll miteinander verschweißt. Die Rippen sind mindestens in der Stärke des Flansches der jeweiligen Stiele auszuführen und ebenfalls mit Doppel HV-Nähten einzuschweißen.

2.15 D32 – SHS140x10 - IPE300 – HEA140 Stahlbaufachwerkknoten

D32 SHS140x10 – IPE300 – HEA140 Stahlbaufachwerkknoten



SHS Profil an Kopfplatte mit HV Naht

2.15.1 Maßgebende Belastung

Max. Zugkraft Diagonale 690,3 kN (Variante 2)

Hieraus ergibt sich auf den Anschluss folgende Beanspruchung:

$$H = 690,3 \times \sin(23) = 270 \text{ kN}$$

$$V = 690,3 \times \cos(23) = 636 \text{ kN}$$

Die resultierende vertikale Kraft aus der Diagonalen wird auf den SHS140x10 Stiel übertragen.
Bei dem oberen Anschluss wirken auf den Schraubanschluss nur horizontale Schnittkräfte.
Bei dem unteren Schraubanschluss wirken vertikale (Zug) und horizontale Schnittkräfte.

2.15.2 Schnittgrößen und Bemessung

Maßgebende Geometrie Platte:

Randabstände:

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

Dicke Stahlplatte:

$$t = 10 \text{ mm}$$

Bemessungswiderstände der Schrauben (M16 – 8.8):

Grenzabscherkraft je Scherfuge:

$$F_{v,Rd} = 94,1 \text{ kN}$$

Grenzzugkraft je Schraube:

$$F_{t,Rd} = 141,1 \text{ kN}$$

Grenzlochleibungskraft je Schraube in Steg (S355): $1,361 \times 87,27 \text{ kN} \times 10 / 10 =$

$$F_{b,Rd} = 116,1 \text{ kN}$$



Grenzdurchstanzkraft je Schraube in Steg (S355): $232,6 \times 10 / 10 =$

$B_{p,Rd} = 232,6 \text{ kN}$

Nachweise der Schraubenverbindung:

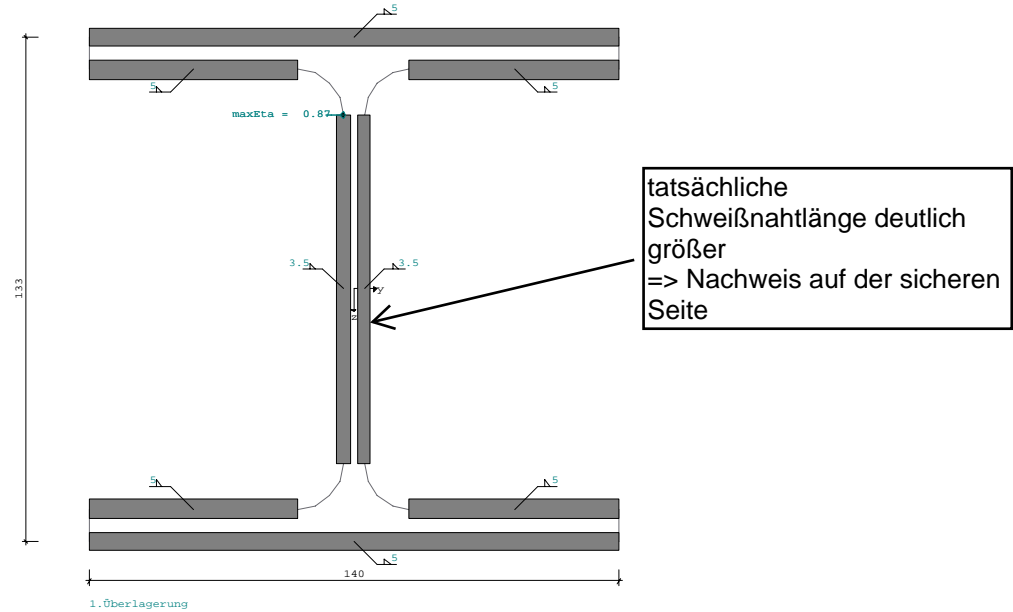
Lochleibung:	$F_{v,Ed} =$	$270/8 = 34 \text{ kN}$	$< F_{b,Rd} = 116,1 \text{ kN}$
Abscheren der Schraube:	$F_{v,Ed} =$	$270/8 = 34 \text{ kN}$	$< F_{v,Rd} = 94,1 \text{ kN}$
Zug und Abscheren:		$34 \text{ kN} / 94,1 \text{ kN} + 80 \text{ kN} / (1,4 \times 141,1 \text{ kN})$	$= 0,77 < 1,0$
Durchstanzen Stirnplatte:	$F_{t,Ed} =$	$636/8 = 80 \text{ kN}$	$< B_{p,Rd} = 232,6 \text{ kN}$

Nachweis Schweißnaht HEA140 an SHS Profil und Kopfplatte

→ Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten

Position: Heft 1 - Fortsetzung 2 - Zu Detail D32

Schweißnaht (x64) ST5 02/2022 (Frilo R-2023-1/P06)
Maßstab 1 : 2



System	
Norm	: DIN EN 1993
Profil	: HE 140 A
	A = 31.40 cm ² I _y = 1030.0 cm ⁴ I _z = 389.0 cm ⁴
	h = 133.0 mm t _w = 5.5 mm r = 12.0 mm
	b = 140.0 mm t _f = 8.5 mm
Blechdicke : t	= 10.0 mm
Stahl	: S355 f _y = 355.0 f _u = 490.0 N/mm ² γ _{M0} = 1.00
	f _{vwd} = 251.5 N/mm ² β _w = 0.90 γ _{M2} = 1.25
τ _w wird mit V _z / A _{wz} und V _y / A _{wy} berechnet	
Geometrie der Kehlnähte	
l _w = 92.0 mm	a _w = 3.5 mm Stegnaht beidseitig
l _w = 140.0 mm	a _w = 5.0 mm Flanschnaht außen
l _w = 55.2 mm	a _w = 5.0 mm Flanschnaht innen
Schweißnahtfläche	
A _w = 31.49 cm ²	Flächenmomente 2.Grades der Schweißnähte
A _{w,z} = 6.44 cm ²	I _{w,y} = 1036.78 cm ⁴
A _{w,y} = 25.05 cm ²	I _{w,z} = 455.75 cm ⁴ I _{w,yz} = 0.00 cm ⁴

Anschlußschnittkräfte γ _F -fach						
Lastfall		Nd[kN]	Myd[kNm]	Vzd[kN]	Mzd[kNm]	Vyd[kN]
1	1.Überlagerung	691.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ergebnisse Nr 1 1.Überlagerung						
N=	My=	Vz=	Mz=	Vy=	[d,kN,kNm]	
691.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

Spannungen an den Schweißnähten

σ_{wd}	=	219.4 N/mm ²			
σ_{wdV}	=	219.4 N/mm ²	Stegnaht beidseitig		
σ_{wd}	=	219.4 N/mm ²	/	$\sigma_{w,Rd}$	= 251.5 N/mm ²
τ_{wd}	=	0.0 N/mm ²	/	$\tau_{w,Rd}$	= 251.5 N/mm ²
σ_{wdV}	=	219.4 N/mm ²	/	$\sigma_{w,Rd}$	= 251.5 N/mm ²
				η	= 0.87 < 1
				η	= 0.00 < 1
				η	= 0.87 < 1

Nachweis der Kehlnähte nach 4.5.3.3 Vereinfachtes Verfahren

Biegung und Normalkraft

$F_{w,Ed,N}$	=	7.68 kN/cm	=	3.5 mm(a_w) * 219.4 N/mm ²	
$F_{w,Rd}$	=	$a_w * f_{vw,d}$	=	3.5 mm * 251.5 N/mm ²	
$F_{w,Ed,N}$	=	7.68 kN/cm	/	$F_{w,Rd}$	= 8.80 kN/cm η = 0.87 < 1

Kombinierte Beanspruchung

$F_{w,Ed}$	=	7.68 kN/cm	=	3.5 mm(a_w) * 219.4 N/mm ²	
$F_{w,Rd}$	=	$a_w * f_{vw,d}$	=	3.5 mm * 251.5 N/mm ²	
$F_{w,Ed}$	=	7.68 kN/cm	/	$F_{w,Rd}$	= 8.80 kN/cm η = 0.87 < 1

Nachweis des Profils Querschnittsklasse

1

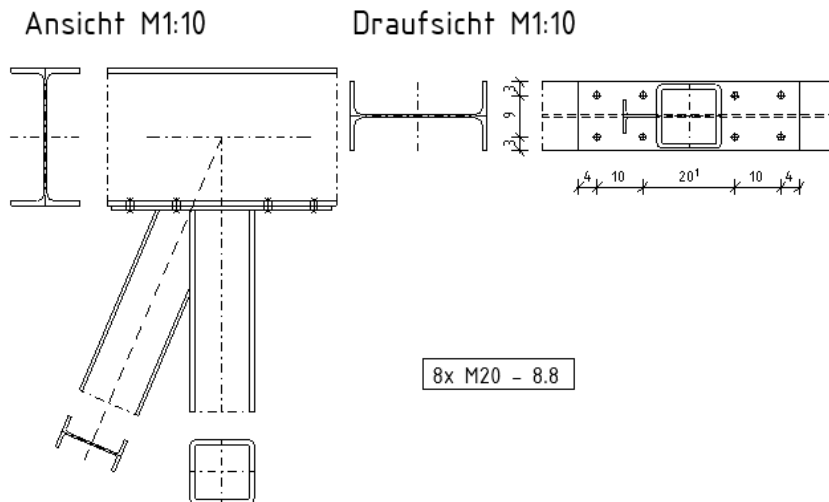
Nachweis nach (6.1)

σ_d	=	220.1 N/mm ²	/	σ_{Rd}	= 355.0 N/mm ²	η	= 0.62 < 1
τ_d	=	0.0 N/mm ²	/	τ_{Rd}	= 205.0 N/mm ²	η	= 0.00 < 1
σ_{dV}	=	220.1 N/mm ²	/	σ_{Rd}	= 355.0 N/mm ²	η	= 0.62 < 1

2.16 D33 – SHS140x10 - IPE300 – IPE140 Stahlbaufachwerkknoten

2.16.1 Statisches System

D33 SHS140x10 - IPE300 - IPE140 Stahlbaufachwerkknoten



SHS Profil an Kopfplatte mit HV Naht

2.16.2 Maßgebende Belastung

Max. Zugkraft Diagonale 511,8 kN (Variante 2)

Hieraus ergibt sich auf den Anschluss folgende Beanspruchung:

$$H = 511,8 \times \sin(23) = 200 \text{ kN}$$

$$V = 511,8 \times \cos(23) = 472 \text{ kN}$$

Die resultierende vertikale Kraft aus der Diagonalen wird auf den SHS140x10 Stiel übertragen.
Bei dem oberen Anschluss wirken auf den Schraubanschluss nur horizontale Schnittkräfte.
Bei dem unteren Schraubanschluss wirken vertikale (Zug) und horizontale Schnittkräfte.

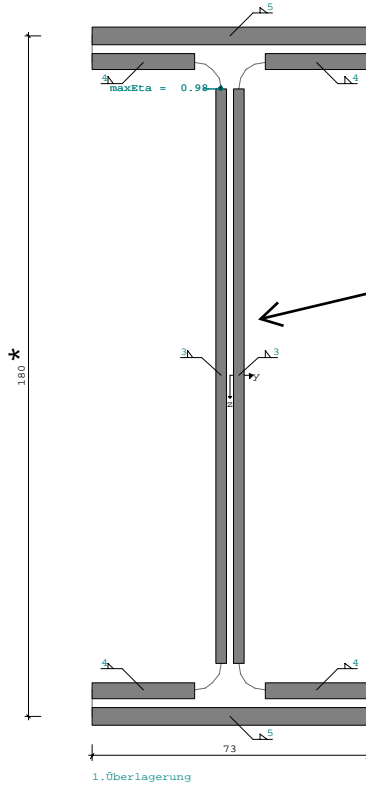
2.16.3 Schnittgrößen und Bemessung

- Siehe Nachweis D32 -

Position: Heft 1 - Fortsetzung 2 - Zu Detail D33 Diagonale

Schweißnaht (x64) ST5 02/2022 (Frilo R-2023-1/P06)

Maßstab 1 : 2



*Modifiziertes Profil -
tatsächlich IPE140 mit schrägem
Schnittverlauf im Steg

tatsächliche
Schweißnahtlänge deutlich
größer
=> Nachweis auf der sicheren
Seite

System	
Norm	: DIN EN 1993
Profil	: I 180 (sd)
	A = 18.31 cm ² ly = 962.8 cm ⁴ lz = 45.0 cm ⁴
	h = 180.0 mm tw = 4.7 mm r = 7.0 mm
	b = 73.0 mm tf = 6.9 mm
Blechdicke : t	= 10.0 mm
Stahl	: S355 fy = 355.0 fu = 490.0 N/mm ² γM0 = 1.00
	fvw,d = 251.5 N/mm ² βw = 0.90 γM2 = 1.25
τw wird mit Vz / Awz und Vy / Awy berechnet	
Geometrie der Kehlnähte	
lw = 152.2 mm	aw = 3.0 mm Stegnaht beidseitig
lw = 73.0 mm	aw = 5.0 mm Flanschnaht außen
lw = 27.2 mm	aw = 4.0 mm Flanschnaht innen
Schweißnahtfläche	
Aw = 20.78 cm ²	Flächenmomente 2.Grades der Schweißnähte
Aw,z = 9.13 cm ²	lw,y = 1067.77 cm ⁴
Aw,y = 11.64 cm ²	lw,z = 58.49 cm ⁴ lw,yz = 0.00 cm ⁴

Anschluschnittkräfte γR-fach						
Lastfall	Nd[kN]	Myd[kNm]	Vzd[kN]	Mzd[kNm]	Vyd[kN]	
1 1.Überlagerung	512.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Ergebnisse Nr 1 1.Überlagerung										
N=	512.00	My=	0.00	Vz=	0.00	Mz=	0.00	Vy=	0.00	[d,kN,kNm]

Spannungen an den Schweißnähten

σ_{wd}	=	246.4 N/mm ²			
σ_{wdV}	=	246.4 N/mm ²	Stegnaht beidseitig		
σ_{wd}	=	246.4 N/mm ²	/	$\sigma_{w,Rd}$	= 251.5 N/mm ²
τ_{wd}	=	0.0 N/mm ²	/	$\tau_{w,Rd}$	= 251.5 N/mm ²
σ_{wdV}	=	246.4 N/mm ²	/	$\sigma_{w,Rd}$	= 251.5 N/mm ²
				η	= 0.98 < 1
				η	= 0.00 < 1
				η	= 0.98 < 1

Nachweis der Kehlnähte nach 4.5.3.3 Vereinfachtes Verfahren

Biegung und Normalkraft

$F_{w,Ed,N}$	=	7.39 kN/cm	=	3.0 mm(a_w) * 246.4 N/mm ²	
$F_{w,Rd}$	=	$a_w * f_{vw,d}$	=	3.0 mm * 251.5 N/mm ²	
$F_{w,Ed,N}$	=	7.39 kN/cm	/	$F_{w,Rd}$	= 7.54 kN/cm η = 0.98 < 1

Kombinierte Beanspruchung

$F_{w,Ed}$	=	7.39 kN/cm	=	3.0 mm(a_w) * 246.4 N/mm ²	
$F_{w,Rd}$	=	$a_w * f_{vw,d}$	=	3.0 mm * 251.5 N/mm ²	
$F_{w,Ed}$	=	7.39 kN/cm	/	$F_{w,Rd}$	= 7.54 kN/cm η = 0.98 < 1

Nachweis des Profils Querschnittsklasse

1

Nachweis nach (6.1)

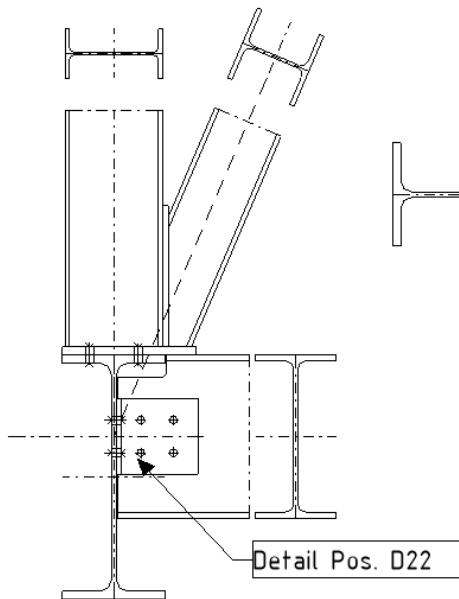
σ_d	=	279.7 N/mm ²	/	σ_{Rd}	= 355.0 N/mm ²	η	= 0.79 < 1
τ_d	=	0.0 N/mm ²	/	τ_{Rd}	= 205.0 N/mm ²	η	= 0.00 < 1
σ_{dV}	=	279.7 N/mm ²	/	σ_{Rd}	= 355.0 N/mm ²	η	= 0.79 < 1

2.17 D34 – IPE450 - IPE180 – IPE300 – HEA140 Stahlbaufachwerkknoten

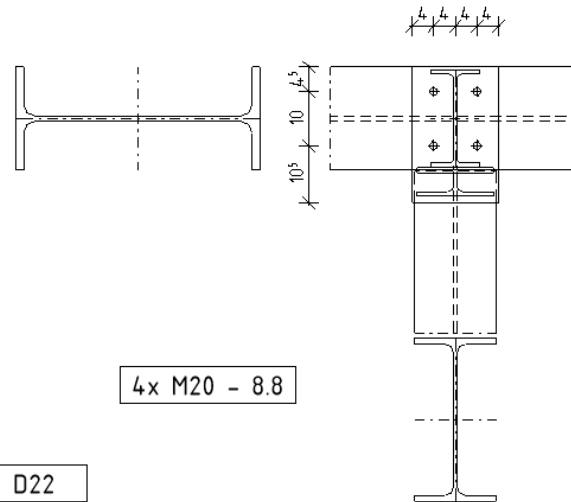
2.17.1 Statisches System

D34 IPE450 - IPE180 - IPE300 - HEA140 Stahlbaufachwerkknoten

Ansicht M1:10



Draufsicht M1:10



2.17.2 Maßgebende Belastung

Max. Zugkraft Diagonale 422,6 kN (Variante 2)

Hieraus ergibt sich auf den Anschluss folgende Beanspruchung:

$$H = 422,6 \times \sin(23) = 166 \text{ kN}$$

$$V = 422,6 \times \cos(23) = 389 \text{ kN}$$

Die resultierende vertikale Kraft aus der Diagonalen wird auf den IPE180 Stiel übertragen.
 Bei dem unteren Schraubanschluss wirken vertikale (Zug) und horizontale Schnittkräfte.

2.17.3 Schnittgrößen und Bemessung

Maßgebende Geometrie Platte:

Randabstände:

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

Dicke Flansch IPE450:

$$t = 14,6 \text{ mm}$$

Bemessungswiderstände der Schrauben (M20 – 8.8):

Grenzabscherkraft je Scherfuge:

$$F_{v,Rd} = 94,1 \text{ kN}$$

Grenzzugkraft je Schraube:

$$F_{t,Rd} = 141,1 \text{ kN}$$

Grenzlochleibungskraft je Schraube in Steg IPE450(S355): $1,361 \times 87,27 \text{ kN} \times 14,6/10 = F_{b,Rd} = 173,4 \text{ kN}$

Grenzdurchstanzkraft je Schraube in Steg (S355): $232,6 \times 14,6 / 10 =$

$$B_{p,Rd} = 339,6 \text{ kN}$$



Nachweise der Schraubenverbindung:

Lochleibung:	$F_{v,Ed} =$	$166/4 = 42 \text{ kN}$	$< F_{b,Rd} = 173,4 \text{ kN}$
Abscheren der Schraube:	$F_{v,Ed} =$	$166/4 = 42 \text{ kN}$	$< F_{v,Rd} = 94,1 \text{ kN}$
Zug und Abscheren:		$42 \text{ kN} / 94,1 \text{ kN} + 98 \text{ kN} / (1,4 \times 141,1 \text{ kN})$	$= 0,94 < 1,0$
Durchstanzen Stirnplatte:	$F_{t,Ed} =$	$389/4 = 98 \text{ kN}$	$< B_{p,Rd} = 339,6 \text{ kN}$

Nachweis Schweißnaht HEA140 an Stirnplatte und Fußplatte

Siehe Position D32

Nachweis Schweißnaht Stirnplatte an IPE180 Flansch

$$V = 422,6 \times \cos(23) = 389 \text{ kN}$$

Grenzkraft pro Längeneinheit

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u \cdot 2 \cdot a}{\beta_w \cdot \gamma_{M2} \cdot \sqrt{3}} = \frac{36 \cdot 2 \cdot 0,4 \text{ cm}}{0,8 \cdot 1,25 \cdot \sqrt{3}} = 16,63 \text{ kN/cm}$$

Vertikale Schweißnaht IPE 180 Flansch an Stirnplatte

$$V_{||,Ed} = \frac{V_{Ed}}{l_w} = \frac{389 \text{ kN}}{26 \text{ cm}} = 15,0 \frac{\text{kN}}{\text{cm}} < F_{w,Rd}$$

Nachweis Schweißnaht IPE180 an Fußplatte

$$H = 422,6 \times \sin(23) = 166 \text{ kN}$$

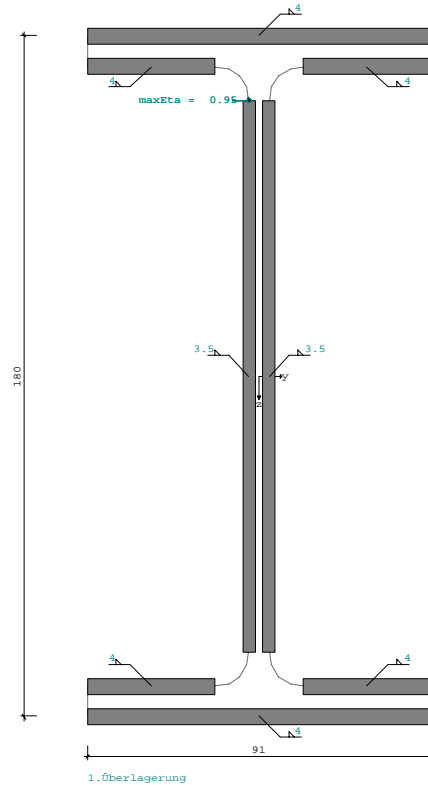
$$V = 422,6 \times \cos(23) = 389 \text{ kN}$$

→ Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten

Position: Heft 1 - Fortsetzung 2 - Zu Detail D34 Stütze

Schweißnaht (x64) ST5 02/2022 (Frilo R-2023-1/P06)

Maßstab 1 : 2



System	
Norm	: DIN EN 1993
Profil	: IPE 180
	A = 23.90 cm ² I _y = 1320.0 cm ⁴ I _z = 101.0 cm ⁴
	h = 180.0 mm t _w = 5.3 mm r = 9.0 mm
	b = 91.0 mm t _f = 8.0 mm
Blechdicke : t	= 10.0 mm
Stahl	: S355 f _y = 355.0 f _u = 490.0 N/mm ² γ _{M0} = 1.00
	f _{vW,d} = 251.5 N/mm ² β _w = 0.90 γ _{M2} = 1.25
τ _w wird mit V _z / A _{wz} und V _y / A _{wy} berechnet	
Geometrie der Kehlnähte	
l _w = 146.0 mm	a _w = 3.5 mm Stegnaht beidseitig
l _w = 91.0 mm	a _w = 4.0 mm Flanschnaht außen
l _w = 33.8 mm	a _w = 4.0 mm Flanschnaht innen
Schweißnahtfläche Flächenmomente 2.Grades der Schweißnähte	
A _w = 22.92 cm ²	I _{w,y} = 1135.56 cm ⁴
A _{w,z} = 10.22 cm ²	I _{w,z} = 100.45 cm ⁴ I _{w,yz} = 0.00 cm ⁴
A _{w,y} = 12.70 cm ²	

Anschluschnittkräfte γ _F -fach					
Lastfall	Nd[kN]	Myd[kNm]	Vzd[kN]	Mzd[kNm]	Vyd[kN]
1 1.Überlagerung	390.00	0.00	170.00	0.00	0.00

Ergebnisse Nr 1 1.Überlagerung					
N=	390.00	M _y =	0.00	V _z =	170.00
		M _z =	0.00	V _y =	0.00 [d,kN,kNm]

Spannungen an den Schweißnähten

σ_{wd}	=	170.2 N/mm ²						
$\tau_{wd,Vzd}$	=	170.0 kN / A_{wz}	=	10.2 cm ²	= 166.3 N/mm ²			
σ_{wdV}	=	238.0 N/mm ²	Stegnaht beidseitig					
σ_{wd}	=	170.2 N/mm ²	/	$\sigma_{w,Rd}$	= 251.5 N/mm ²	η	=	0.68 < 1
τ_{wd}	=	166.3 N/mm ²	/	$\tau_{w,Rd}$	= 251.5 N/mm ²	η	=	0.66 < 1
σ_{wdV}	=	238.0 N/mm ²	/	$\sigma_{w,Rd}$	= 251.5 N/mm ²	η	=	0.95 < 1

Nachweis der Kehlnähte nach 4.5.3.3 Vereinfachtes Verfahren

Biegung und Normalkraft

$F_{w,Ed,N}$	=	5.96 kN/cm	=	3.5 mm(a_w) *	170.2 N/mm ²
$F_{w,Rd}$	=	a_w * $f_{vw,d}$	=	3.5 mm *	251.5 N/mm ²
$F_{w,Ed,N}$	=	5.96 kN/cm	/ $F_{w,Rd}$	=	8.80 kN/cm η = 0.68 < 1

Schubbeanspruchung

$F_{w,Ed,Vz}$	=	170.00 kN			
$F_{w,Rd}$	=	A_{wz} * $f_{vw,d}$	=	1022.0 mm ² *	251.5 N/mm ²
$F_{w,Ed,Vz}$	=	170.00 kN	/ $F_{w,Rd}$	=	257.00 kN η = 0.66 < 1

Kombinierte Beanspruchung

$F_{w,Ed}$	=	8.33 kN/cm	=	3.5 mm(a_w) *	238.0 N/mm ²
$F_{w,Rd}$	=	a_w * $f_{vw,d}$	=	3.5 mm *	251.5 N/mm ²
$F_{w,Ed}$	=	8.33 kN/cm	/ $F_{w,Rd}$	=	8.80 kN/cm η = 0.95 < 1

Nachweis des Profils Querschnittsklasse

1

Nachweis nach (6.1)

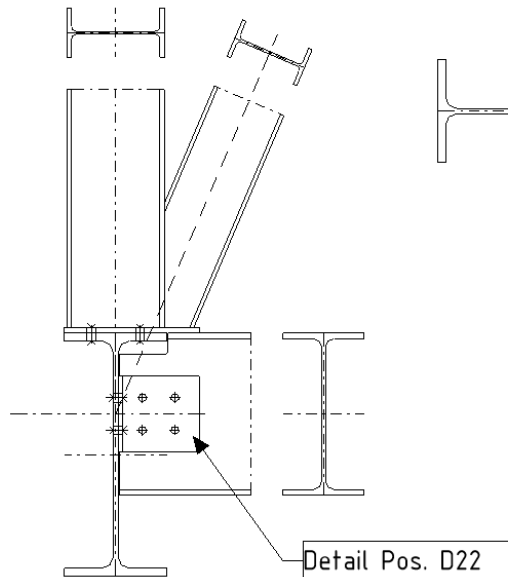
σ_d	=	163.2 N/mm ²	/	σ_{Rd}	= 355.0 N/mm ²	η	=	0.46 < 1
τ_d	=	199.8 N/mm ²	/	τ_{Rd}	= 205.0 N/mm ²	η	=	0.97 < 1
σ_{dV}	=	382.5 N/mm ²	/	σ_{Rd}	= 355.0 N/mm ²	η	=	1.08 > 1 !

2.18 D35 – IPE450 - IPE180 – IPE300 – IPE140 Stahlbaufachwerkknoten

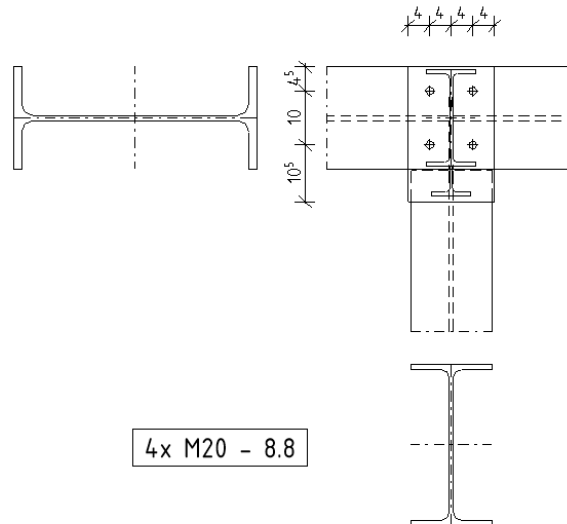
2.18.1 Statisches System

D35 IPE450 - IPE180 - IPE300 - IPE140 Stahlbaufachwerkknoten

Ansicht M1:10



Draufsicht M1:10



Der Diagonale IPE140 wird an den Flansch des IPE180 geschweißt Nachweis durch AN

2.18.2 Maßgebende Belastung

Max. Zugkraft Diagonale 328,5 kN (Variante 2)

Hieraus ergibt sich auf den Anschluss folgende Beanspruchung:

$$H = 328,5 \times \sin(23) = 129 \text{ kN}$$

$$V = 328,5 \times \cos(23) = 303 \text{ kN}$$

Die vertikale Kraft wird über die Diagonale auf den IPE180 Stiel übertragen.

Es wirken aus der Diagonalen auf den Schraubanschluss vertikale Zugkräfte und horizontale Schnittkräfte.

2.18.3 Schnittgrößen und Bemessung

- Siehe Nachweis D34 -

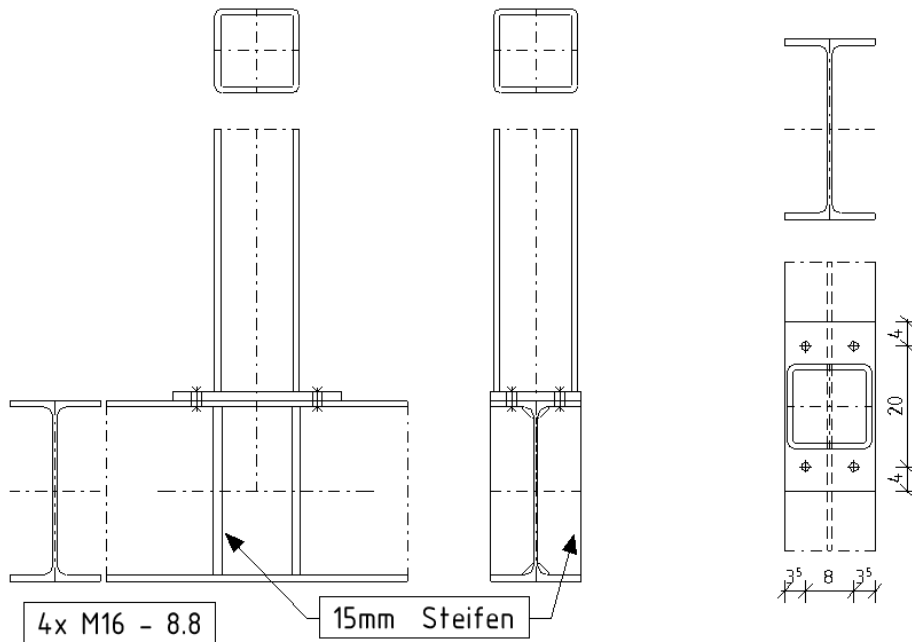
2.19 D36 – SHS140x10 – IPE300 Stahlbaufachwerkknoten

2.19.1 Statisches System

D36 SHS140x10 – IPE300 Stahlbaufachwerkknoten

Ansicht M1:10

Ansicht M1:10 Draufsicht M1:10



Das SHS140x10 Profil wird mit einer Druckkraft von max. 1014,7 kN belastet

Der Schraubanschluss der IPE180 Stütze an den Flansch des IPE450 erfolgt konstruktiv mit 4 Schrauben M16-8.8. Der IPE450 wird in Verlängerung der SHS140x10 Wände mit 15mm Steifen verstärkt

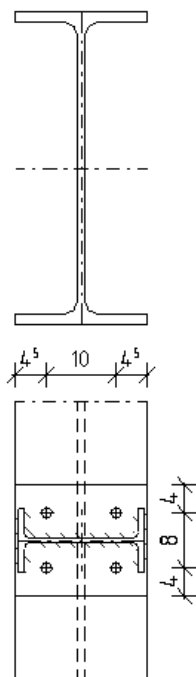
Schweißnähte 5mm Kehlnaht an den Steifen und umlaufend um das SHS Profil.

2.20 D37 – IPE450 – IPE300 – IPE180 Stahlbaufachwerkknoten

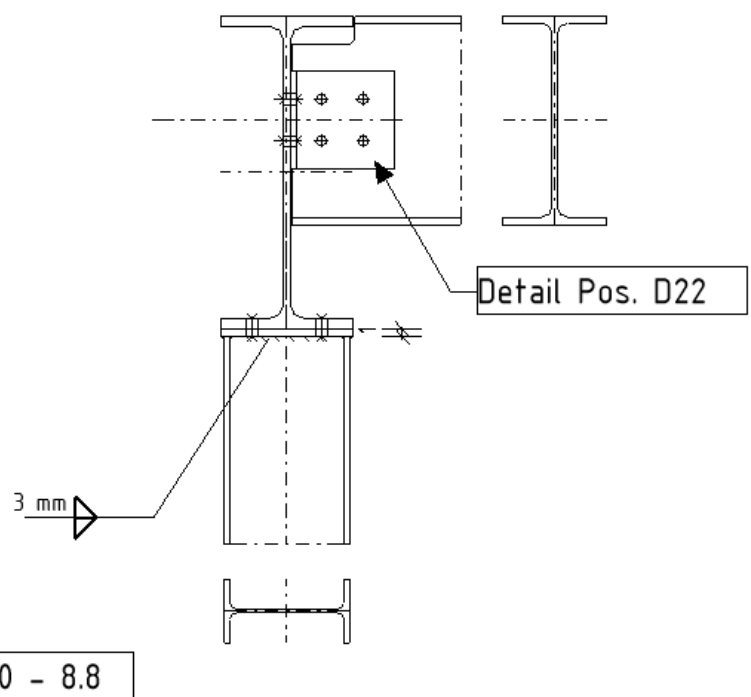
2.20.1 Statisches System

D37 IPE450 – IPE300 – IPE180 Stahlbaufachwerkknoten

Draufsicht M1:10



Ansicht M1:10



Der IPE180 wird mit einer Druckkraft von max. 127,4 kN belastet

Der Anschluss der IPE180 Stütze an den Flansch des IPE450 erfolgt konstruktiv mit 4 Schrauben M20-8.8

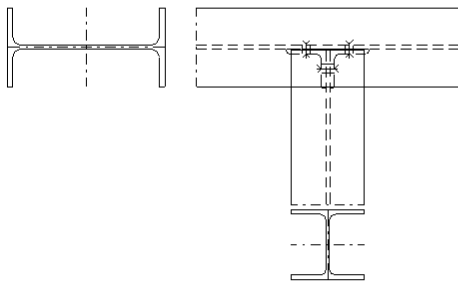
Anschluss Kopfplatte an die Stütze (IPE180) umlaufende Kehlnaht beidseitig 3 mm.

2.21 D38 – HEA140 an IPE300 Stahlbauanschluss

2.21.1 Statisches System

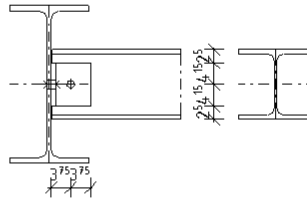
D38 HEA140 an IPE300 Stahlbauanschluss

Draufsicht M1:10

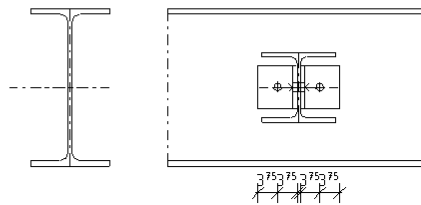


8x M16 - 8.8
L 75x75x9

Ansicht M1:10



Ansicht M1:10



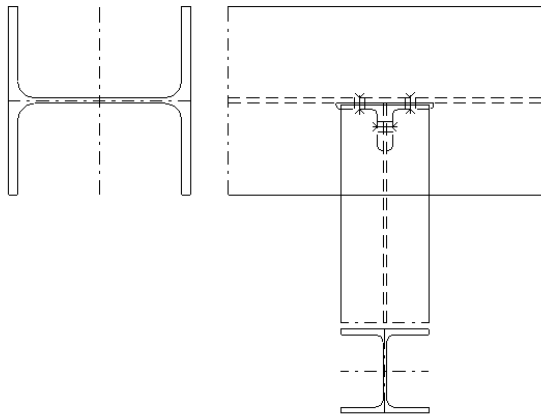
Der Anschluss erfolgt konstruktiv, ohne Nachweis

2.22 D39 – HEA140 an HEA300 Stahlbauanschluss

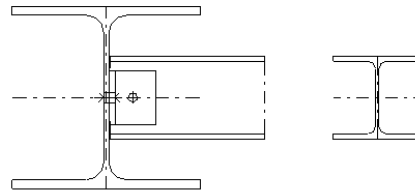
2.22.1 Statisches System

D39 HEA140 an HEA300 Stahlbauanschluss

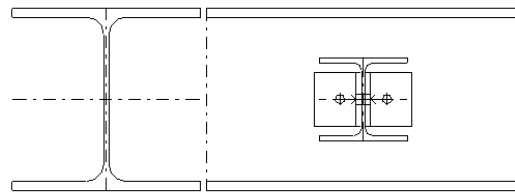
Draufsicht M1:10



Ansicht M1:10



Ansicht M1:10



8x M16 – 8.8
L75x75x9

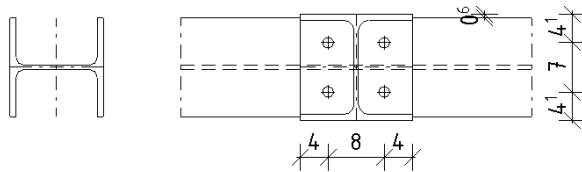
Der Anschluss erfolgt konstruktiv, ohne Nachweis

2.23 D40 – HEA160 an HEA140 Stahlbauanschluss

2.23.1 Statisches System

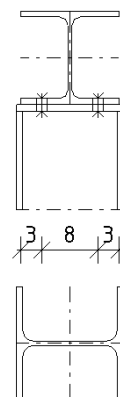
D40 HEA160 an HEA140 Stahlbauanschluss

Draufsicht M1:10



4 x M16 – 8.8

Ansicht M1:10



2.23.2 Maßgebende Belastung

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall

Lager	x [m]	Lf	Ew	R _x [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]	R _y [kN]	M _z [kNm]
Fuss	0.00	Eigengewicht	99	-1.0	-	-	-	-
		Lasten mit Zus 110	9	-	3.3	-	3.3	-
Kopf	3.30	Lasten mit Zus 110	9	-	3.3	-	3.3	-

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Lager	x [m]	Lk	R _x [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]	R _y [kN]	M _z [kNm]
Kopf	3.30	Lfk 1	-	4.9	-	5.0	-
Fuss	0.00	Lfk 1	-1.4	4.9	-	5.0	-

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
1	ständig/vorübergehend	Eigengewicht:1.35 + 1:1.50 + 2:1.50
5	charakteristisch	Eigengewicht:1.00 + 1:1.00 + 2:1.00

Aus Heft 1 – Stahlbau Fortsetzung 1

2.23.3 Schnittgrößen und Bemessung

Maßgebende Geometrie Platte:

Randabstände HEA140:

$e_1 = 30 \text{ mm}$

Flanschdicke HEA140:

$t = 8,5 \text{ mm}$



Bemessungswiderstände der Schrauben (M16 – 8.8):

Grenzabscherkraft je Scherfuge: $F_{v,Rd} = 60,3 \text{ kN}$
Grenzlochleibungskraft je Schraube in Flansch (S355): $1,361 \times 53,33 \text{ kN} \times 8,5 / 10 = F_{b,Rd} = 61,7 \text{ kN}$

Nachweise der Schraubenverbindung:

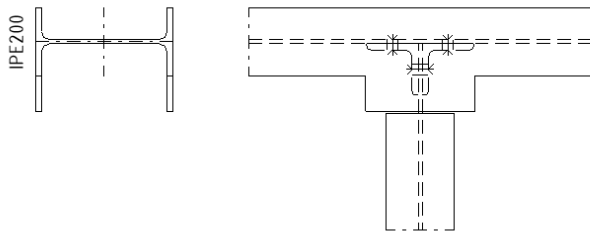
Lochleibung:	$F_{v,res,Ed} =$	7,1 kN	$< F_{b,Rd} = 61,7 \text{ kN}$
Abscheren der Schraube:	$F_{v,res,Ed} =$	7,1 kN	$< F_{v,Rd} = 60,3 \text{ kN}$

2.24 D41.1 – IPE200 an IPE200 Stahlbauanschluss

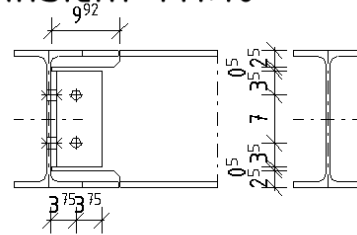
2.24.1 Statisches System

D41.1 IPE200 an IPE200 Stahlbauanschluss

Draufsicht M1:10



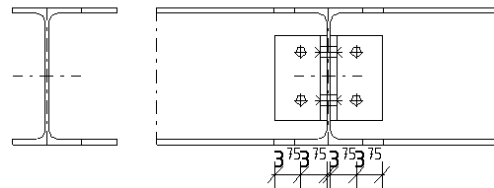
Ansicht M1:10



8x M16 – 8.8
 L75x75x9



Ansicht M1:10



2.24.2 Maßgebende Belastung

Schnittgrößen bei x				
Feld	1	x0 = 0.000 m	max Myd = 0.00 kNm	zug Vz = 28.34 kN
			min Myd = 0.00 kNm	zug Vz = 28.34 kN
			max Vz d = 59.28 kN	zug My = 0.00 kNm
			min Vz d = 20.99 kN	zug My = 0.00 kNm

Aus Heft 1 – Stahlbau Fortsetzung 1
 Belastung aus Pos. 41.2 maßgebend

2.24.3 Schnittgrößen und Bemessung

→ Siehe Nachweis Pos. D41.2 folgende Seiten

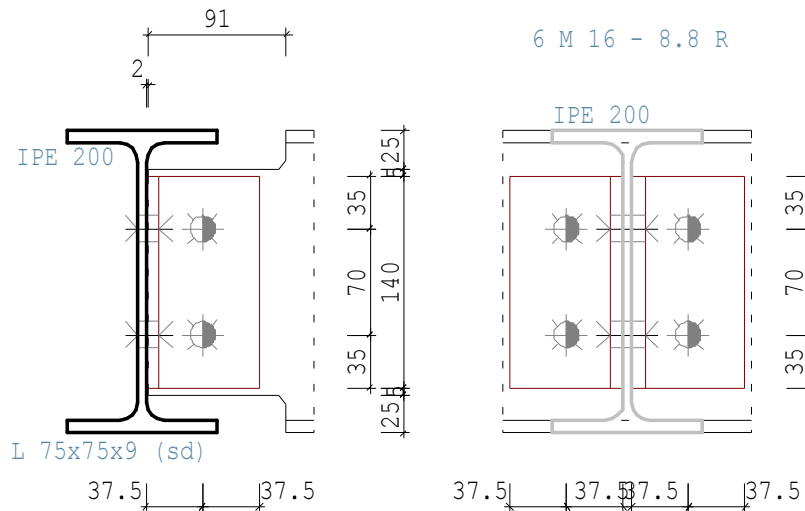
Position: Heft 1 Fortsetzung 2 - Pos. D41.1 und D41.2

Schraubanschlüsse Stahl (x64) ST9 01/2021F (Frilo R-2023-1/P06)

TRÄGERANSCHLUß **DIN EN 1993**

Grafik

Maßstab 1 : 5



Kennwerte

Profil		h	tw	b	tf	r	(mm)
Hauptträger	IPE 200	200.0	5.6	100.0	8.5	12.0	
Nebenträger	IPE 200	200.0	5.6	100.0	8.5	12.0	
Winkel	L 75x75x9 (sd)	75.0	9.0	75.0	0.0	10.5	

Winkel Länge = 140.0 mm
 Uw = 5.0 mm Abstand von OK Ausklinkung
 Versatz = 2.0 mm
 Ausklinkung oben = 25.0 mm
 unten = 25.0 mm
 Länge = 91.0 mm mit Brennschnitt

Stahl	fy N/mm2	fu N/mm2	γM0	γM2	Schraube	fyb N/mm2	fub N/mm2	d0 mm	
S355	355	490	1.00	1.25	M 16 - 8.8 R	640	800	17.0	Gewinde in Fuge

Schraubenbild	p1(Mitte)	e1(Rand)	e2(Rand)	p2(Mitte)	(mm)
Hauptträger	70.0	65.0			
Winkel-Hauptträger	70.0	35.0	37.5		
Winkel-Nebenträger	70.0	35.0	37.5		
Nebenträger	70.0	40.0	35.5		

	Schraubenreihen	Schrauben je Reihe	gesamt
Winkel-Hauptträger	1	2	2
Winkel-Nebenträger	1	2	2

Nachweis mit Vd = 60.00 kN

Hauptträger - Winkel : 1 - schnittige Verbindung mit 2 * 2 Schrauben

Vz,d kN	Ip cm2	Myv,d kNcm	Td kN	Tz,d kN	Ty,d kN
30.0	24.5	112.5	22.0	15.0	16.1

Lochleibung	Lage Richtung	α_d	k1	$F_{b,Rd}$ kN	T_d kN	η
Profil	Rand,z	1.00	2.50	87.8	15.0	0.17
	Rand,y	1.00	2.50	87.8	16.1	0.18
	Mitte,z	1.00	2.50	87.8	15.0	0.17
Winkel	Rand,z	0.69	2.50	96.8	15.0	0.15
	Rand,y	0.74	2.50	103.8	16.1	0.15
	Mitte,z	1.00	2.50	141.1	15.0	0.11

Abscheren	α_v	$F_{v,Rd}$ kN	T_d kN	η
	0.60	60.3	22.0	0.36

Nebenträger - Winkel : 2 - schnittige Verbindung mit 2 Schrauben

$V_{z,d}$ kN	I_p cm ²	$M_{y,v,d}$ kNcm	T_d kN	$T_{z,d}$ kN	$T_{y,d}$ kN
60.0	24.5	225.0	44.0	30.0	32.1

Lochleibung	Lage Richtung	α_d	k1	$F_{b,Rd}$ kN	T_d kN	η
Profil	Rand,z	0.78	2.50	68.9	30.0	0.44
	Rand,y	0.70	2.50	61.1	32.1	0.53
	Mitte,z	1.00	2.50	87.8	30.0	0.34
Winkel	Rand,z	0.69	2.50	193.7	30.0	0.15
	Rand,y	0.74	2.50	207.5	32.1	0.15
	Mitte,z	1.00	2.50	282.2	30.0	0.11

Abscheren	α_v	$F_{v,Rd}$ kN	T_d kN	η
	0.60	120.6	44.0	0.36

Nachweis der Ausklinkung des Nebenträgers

$h_{red} = 150.0 \text{ mm}$ $s = 5.6 \text{ mm}$
 $QKL = 1$ $y_s = 93.0 \text{ mm}$
 $V_{zd} = 60.0 \text{ kN}$ $M_{y,d} = -5.6 \text{ kNm}$
 $I_y = 157.5 \text{ cm}^4$ $S_y = 15.8 \text{ cm}^3$
 $A = 8.4 \text{ cm}^2$
 $\sigma = 265.7 \text{ N/mm}^2$ $\tau = 107.1 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{vgl} = 265.7 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{Rd} = 355.0 \text{ N/mm}^2$
 $\eta = 0.75 \leq 1$

Nachweis des Winkels

$h = 140.0 \text{ mm}$ $s = 9.0 \text{ mm}$
 $y_s = 37.5 \text{ mm}$
 $V_{zd} = 30.0 \text{ kN}$ $M_{y,d} = 1.1 \text{ kNm}$
 $I_y = 205.8 \text{ cm}^4$ $S_y = 22.0 \text{ cm}^3$
 $\sigma = 38.3 \text{ N/mm}^2$ $\tau = 35.7 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{vgl} = 61.9 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{Rd} = 355.0 \text{ N/mm}^2$
 $\eta = 0.17 \leq 1$

Blockversagen des Winkels am Nebenträger

$An_v = 7.2 \text{ cm}^2$ $Ant = 2.6 \text{ cm}^2$
 $V_{eff,2,Rd} = 197.8 \text{ kN}$ $\eta = 0.15 \leq 1$

Blockversagen des Nebenträgers

$An_v = 4.7 \text{ cm}^2$ $Ant = 1.5 \text{ cm}^2$
 $V_{eff,2,Rd} = 126.6 \text{ kN}$ $\eta = 0.47 \leq 1$

maximale Auslastung

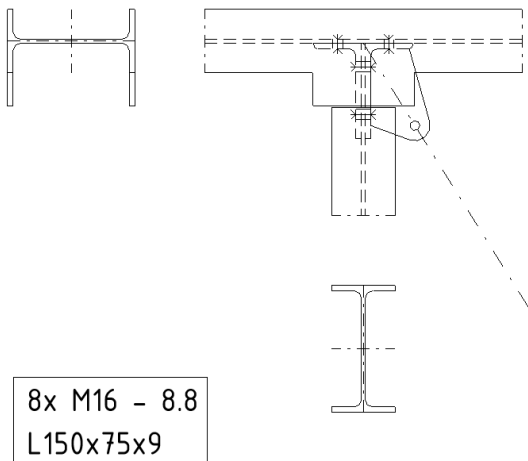
Ausklinkung $\eta = 0.75 \leq 1$

2.25 D41.2 – IPE200 an IPE200 Stahlbauanschluss

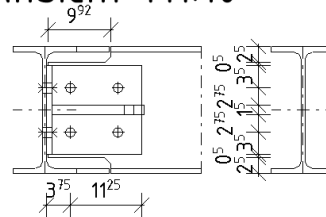
2.25.1 Statisches System

D41.2 IPE200 an IPE200 Stahlbauanschluss

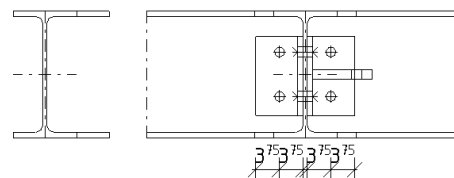
Draufsicht M1:10



Ansicht M1:10



Ansicht M1:10



2.25.2 Maßgebende Belastung

Schnittgrößen bei x							
Feld	1	x0 =	0.000 m	max Myd =	0.00 kNm	zug Vz =	11.64 kN
				min Myd =	0.00 kNm	zug Vz =	11.64 kN
				max Vz d =	48.25 kN	zug My =	0.00 kNm
				min Vz d =	8.62 kN	zug My =	0.00 kNm

Aus Heft 1 – Stahlbau Fortsetzung 1

2.25.3 Schnittgrößen und Bemessung

→ Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten

Nachweis der Schweißnaht:

Lasten aus Zugverband $Z_{Ed} = 32,4 \text{ kN}$ (vgl. Heft 1 Fortsetzung 1 S. 229)
 Winkel ca. 32°

- ⇒ $H_{Ed} = 32,4 \text{ kN} \times \sin(32^\circ) = 17,2 \text{ kN}$ (Fahnenblech an Kopfplatte)
- ⇒ $V_{Ed} = 32,4 \text{ kN} \times \cos(32^\circ) = 27,5 \text{ kN}$ (Fahnenblech an Steg HEA160)

Grenzkraft pro Längeneinheit

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u \cdot 2 \cdot a}{\beta_w \cdot \gamma_{M2} \cdot \sqrt{3}} = \frac{36 \cdot 2 \cdot 0,3 \text{ cm}}{0,8 \cdot 1,25 \cdot \sqrt{3}} = 12,47 \text{ kN/cm}$$



Schweißnaht an kurzem Schenkel L-Winkel

$$V_{||,Ed} = \frac{V_{Ed}}{l_w} = \frac{17,2 \text{ kN}}{5 \text{ cm}} = 3,44 \frac{\text{kN}}{\text{cm}} < F_{w,Rd}$$

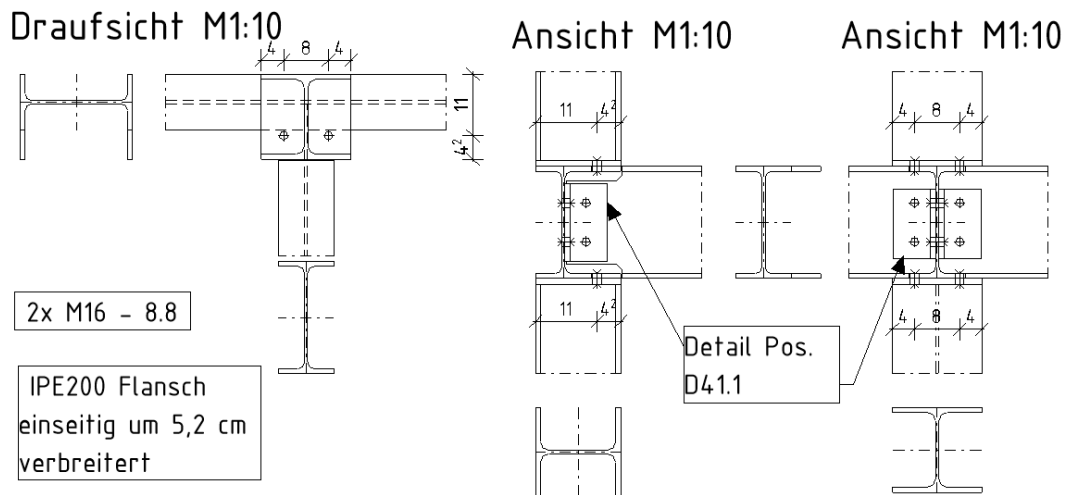
Schweißnaht an langem Schenkel L-Winkel

$$V_{||,Ed} = \frac{V_{Ed}}{l_w} = \frac{27,5 \text{ kN}}{10 \text{ cm}} = 2,75 \frac{\text{kN}}{\text{cm}} < F_{w,Rd}$$

2.26 D42.1 – HEA160 an IPE200 Stahlbauanschluss

2.26.1 Statisches System

D42.1 HEA160 an IPE200 Stahlbauanschluss



2.26.2 Maßgebende Belastung

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall

Lager	x [m]	Lf	Ew	R _x [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]	R _y [kN]	M _z [kNm]
Fuss	0.00	Eigengewicht	99	-1.0	-	-	-	-
		Lf 1	99	-41.0	-	-	-	-
		Lf 2	1	-68.0	-	-	-	-
Kopf	3.30	Lasten mit Zus 110	9	-	3.3	-	3.3	-
		Lasten mit Zus 110	9	-	3.3	-	3.3	-

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Lager	x [m]	Lk	R _x [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]	R _y [kN]	M _z [kNm]
Kopf	3.30	Lfk 2	-	4.9	-	5.0	-
Fuss	0.00	Lfk 1	-158.7	3.0	-	3.0	-
		Lfk 2	-128.1	4.9	-	5.0	-

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
1	ständig/vorübergehend	Eigengewicht: 1.35 + 1:1.35 + 2:1.50 + 3:0.90 + 4:0.90
2	ständig/vorübergehend	Eigengewicht: 1.35 + 1:1.35 + 2:1.05 + 3:1.50 + 4:1.50
12	charakteristisch	Eigengewicht: 1.00 + 1:1.00 + 2:0.70 + 3:1.00 + 4:1.00

Aus Heft 1 – Stahlbau Fortsetzung 1

2.26.3 Schnittgrößen und Bemessung

Maßgebende Geometrie Platte:

Randabstände:

$e_1 = 40 \text{ mm}$

Flanschdicke IPE200:

$t = 8,5 \text{ mm}$



Bemessungswiderstände der Schrauben (M16 – 8.8):

Grenzabscherkraft je Scherfuge: $F_{v,Rd} = 60,3 \text{ kN}$
Grenzlochleibungskraft je Schraube in Flansch (S355): $1,361 \times 85,33 \text{ kN} \times 8,5 / 10 = F_{b,Rd} = 98,7 \text{ kN}$

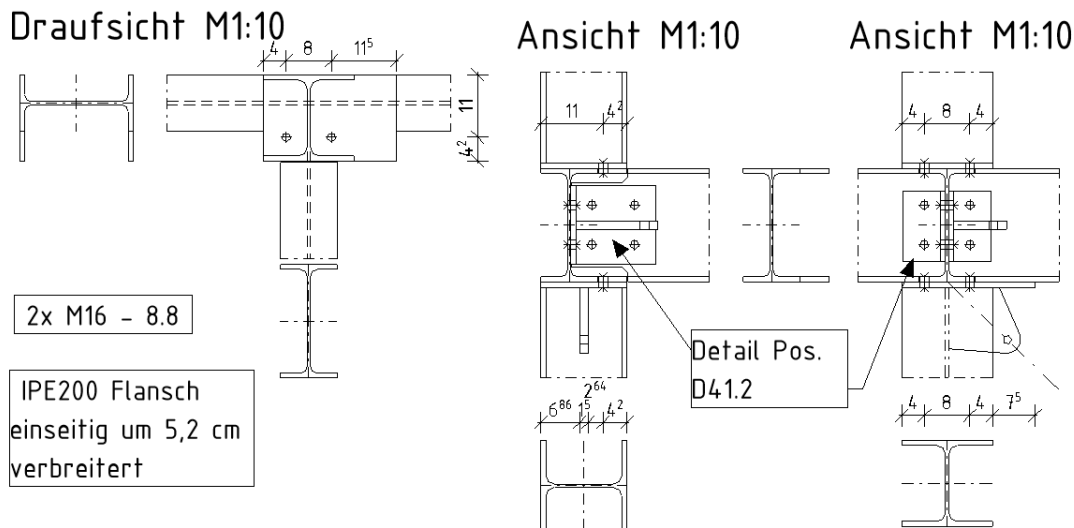
Nachweise der Schraubenverbindung:

Lochleibung:	$F_{v,res,Ed} =$	$5/2 = 2,5 \text{ kN}$	$< F_{b,Rd} = 98,7 \text{ kN}$
Abscheren der Schraube:	$F_{v,res,Ed} =$	$5/2 = 2,5 \text{ kN}$	$< F_{v,Rd} = 60,3 \text{ kN}$

2.27 D42.2 – HEA160 an IPE200 Stahlbauanschluss

2.27.1 Statisches System

D42.2 HEA160 an IPE200 Stahlbauanschluss



2.27.2 Maßgebende Belastung

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall

Lager	x [m]	Lf	Ew	R _x [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]	R _y [kN]	M _z [kNm]
Fuss	0.00	Eigengewicht	99	-1.0	-	-	-	-
		Lf 1	99	-41.0	-	-	-	-
		Lf 2	1	-68.0	-	-	-	-
Kopf	3.30	Lasten mit Zus 110	9	-	3.3	-	3.3	-
		Lasten mit Zus 110	9	-	3.3	-	3.3	-

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Lager	x [m]	Lk	R _x [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]	R _y [kN]	M _z [kNm]
Kopf	3.30	Lfk 2	-	4.9	-	5.0	-
Fuss	0.00	Lfk 1	-158.7	3.0	-	3.0	-
		Lfk 2	-128.1	4.9	-	5.0	-

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
1	ständig/vorübergehend	Eigengewicht: 1.35 + 1:1.35 + 2:1.50 + 3:0.90 + 4:0.90
2	ständig/vorübergehend	Eigengewicht: 1.35 + 1:1.35 + 2:1.05 + 3:1.50 + 4:1.50
12	charakteristisch	Eigengewicht: 1.00 + 1:1.00 + 2:0.70 + 3:1.00 + 4:1.00

Aus Heft 1 – Stahlbau Fortsetzung 1
+ Windlasten aus Vertikalem Verband

$$H_{Ed} = 1,5 * 10,6 \text{ kN} = 15,9 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 1,5 * 10,6 / \tan(33) = 24,5 \text{ kN}$$

2.27.3 Schnittgrößen und Bemessung

Maßgebende Geometrie Platte:

Randabstände:
Flanschdicke IPE200:

$e_1 = 40 \text{ mm}$
 $t = 8,5 \text{ mm}$



Bemessungswiderstände der Schrauben (M16 – 8.8):

Grenzabscherkraft je Scherfuge: $F_{v,Rd} = 60,3 \text{ kN}$
Grenzlochleibungskraft je Schraube in Flansch (S355): $1,361 \times 85,33 \text{ kN} \times 8,5 / 10 = F_{b,Rd} = 98,7 \text{ kN}$

Nachweise der Schraubenverbindung:

Lochleibung: $F_{v,res,Ed} = 15,9/2 = 8 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 98,7 \text{ kN}$
Abscheren der Schraube: $F_{v,res,Ed} = 15,9/2 = 8 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 60,3 \text{ kN}$

Nachweis der Schweißnaht:

$H_{Ed} = 15,9 \text{ kN}$ (Fahnenblech an Kopfplatte)
 $V_{Ed} = 24,5 \text{ kN}$ (Fahnenblech an Steg HEA160)

Grenzkraft pro Längeneinheit

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u \cdot 2 \cdot a}{\beta_w \cdot \gamma_{M2} \cdot \sqrt{3}} = \frac{36 \cdot 2 \cdot 0,3 \text{ cm}}{0,8 \cdot 1,25 \cdot \sqrt{3}} = 12,47 \text{ kN/cm}$$

Horizontale Schweißnaht Fahnenblech an Kopfplatte

$$V_{||,Ed} = \frac{V_{Ed}}{l_w} = \frac{15,9 \text{ kN}}{9 \text{ cm}} = 1,77 \frac{\text{kN}}{\text{cm}} < F_{w,Rd}$$

Vertikale Schweißnaht Fahnenblech an Steg HEA160

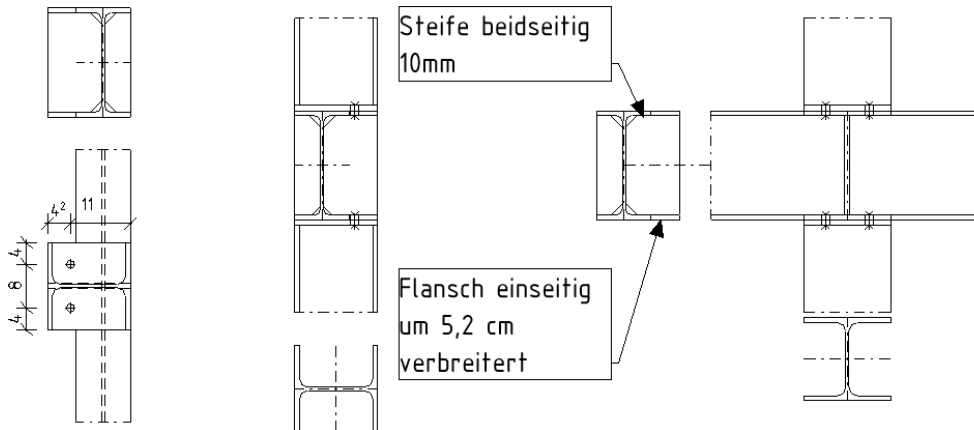
$$V_{||,Ed} = \frac{V_{Ed}}{l_w} = \frac{24,5 \text{ kN}}{11 \text{ cm}} = 2,23 \frac{\text{kN}}{\text{cm}} < F_{w,Rd}$$

2.28 D42.3 – HEA160 an IPE200 Stahlbauanschluss

2.28.1 Statisches System

D42.3 HEA160 an IPE200 Stahlbauanschluss

Draufsicht M1:10 Ansicht M1:10 Ansicht M1:10



4x M12 - 8.8

Schweißnaht Rippe an IPE200:
Schweißnaht Kopf-/Fußplatte an HEA160:

Kehlnaht umlaufend 3 mm
Kehlnaht Steg beids. 3 mm
HV Naht Flansch

2.28.2 Maßgebende Belastung

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall

Lager	x [m]	Lf	Ew	R _x [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]	R _y [kN]	M _z [kNm]
Fuss	0.00	Eigengewicht	99	-1.0	-	-	-	-
		Lf 1	99	-41.0	-	-	-	-
		Lf 2	1	-68.0	-	-	-	-
Kopf	3.30	Lasten mit Zus 110	9	-	3.3	-	3.3	-
		Lasten mit Zus 110	9	-	3.3	-	3.3	-

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Lager	x [m]	Lk	R _x [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]	R _y [kN]	M _z [kNm]
Kopf	3.30	Lfk 2	-	4.9	-	5.0	-
Fuss	0.00	Lfk 1	-158.7	3.0	-	3.0	-
		Lfk 2	-128.1	4.9	-	5.0	-

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
1	ständig/vorübergehend	Eigengewicht: 1.35 + 1:1.35 + 2:1.50 + 3:0.90 + 4:0.90
2	ständig/vorübergehend	Eigengewicht: 1.35 + 1:1.35 + 2:1.05 + 3:1.50 + 4:1.50
12	charakteristisch	Eigengewicht: 1.00 + 1:1.00 + 2:0.70 + 3:1.00 + 4:1.00

Aus Heft 1 – Stahlbau Fortsetzung 1



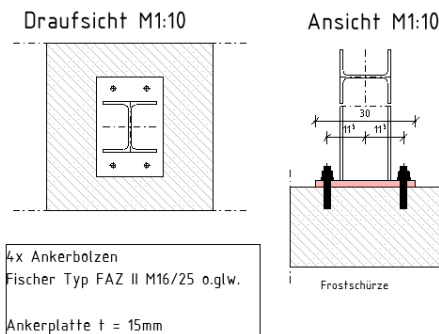
2.28.3 Schnittgrößen und Bemessung

- Siehe Nachweis D42.1 -

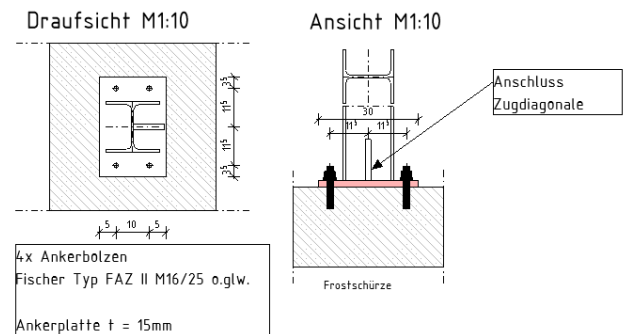
2.29 D43.1 D43.2 – HEA160 Fußpunkt

2.29.1 Statisches System

D43.1 HEA160 Fußpunkt



D43.2 HEA160 Fußpunkt



Schweißnaht Profil an Fußplatte: Kehlnaht umlaufend 3 mm
Schweißnaht Fahnenblech für Diagonale 3 mm (Nachweis siehe Pos. D42.2)

2.29.2 Maßgebende Belastung

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall

Lager	x [m]	Lf	Ew	R _x [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]	R _y [kN]	M _z [kNm]
Fuss	0.00	Eigengewicht	99	-1.0	-	-	-	-
		Lf 1	99	-41.0	-	-	-	
		Lf 2	1	-68.0	-	-	-	
Kopf	3.30	Lasten mit Zus 110	9	-	3.3	-	3.3	-
		Lasten mit Zus 110	9	-	3.3	-	3.3	-

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Lager	x [m]	Lk	R _x [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]	R _y [kN]	M _z [kNm]
Kopf	3.30	Lfk 2	-	4.9	-	5.0	-
Fuss	0.00	Lfk 1	-158.7	3.0	-	3.0	-
		Lfk 2	-128.1	4.9	-	5.0	-

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
1	ständig/vorübergehend	Eigengewicht: 1.35 + 1:1.35 + 2:1.50 + 3:0.90 + 4:0.90
2	ständig/vorübergehend	Eigengewicht: 1.35 + 1:1.35 + 2:1.05 + 3:1.50 + 4:1.50
12	charakteristisch	Eigengewicht: 1.00 + 1:1.00 + 2:0.70 + 3:1.00 + 4:1.00

Siehe Heft 1 – Stahlbau Fortsetzung 1

2.29.3 Schnittgrößen und Bemessung

→ Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten

Spannungen an den Schweißnähten

σ_{wd}	=	55.8 N/mm ²						
$\tau_{wd,Vzd}$	=	5.0 kN / A_{wz}	=	6.2 cm ²	= 8.0 N/mm ²			
$\tau_{wd,Vyd}$	=	5.0 kN / A_{wy}	=	17.0 cm ²	= 2.9 N/mm ²			
σ_{wdV}	=	56.4 N/mm ²	Stegnaht beidseitig					
σ_{wd}	=	55.8 N/mm ²	/	$\sigma_{w,Rd}$	= 251.5 N/mm ²	η	=	0.22 < 1
τ_{wd}	=	8.0 N/mm ²	/	$\tau_{w,Rd}$	= 251.5 N/mm ²	η	=	0.03 < 1
σ_{wdV}	=	56.4 N/mm ²	/	$\sigma_{w,Rd}$	= 251.5 N/mm ²	η	=	0.22 < 1

Nachweis der Kehlnähte nach 4.5.3.3 Vereinfachtes Verfahren

Biegung und Normalkraft

$F_{w,Ed,N}$	=	1.68 kN/cm	=	3.0 mm(a_w) * 55.8 N/mm ²	
$F_{w,Rd}$	=	$a_w * f_{vw,d}$	=	3.0 mm * 251.5 N/mm ²	
$F_{w,Ed,N}$	=	1.68 kN/cm	/	$F_{w,Rd}$	= 7.54 kN/cm η = 0.22 < 1

Schubbeanspruchung

$F_{w,Ed,Vz}$	=	5.00 kN			
$F_{w,Rd}$	=	$A_{wz} * f_{vw,d}$	=	624.0 mm ² * 251.5 N/mm ²	
$F_{w,Ed,Vz}$	=	5.00 kN	/	$F_{w,Rd}$	= 156.92 kN η = 0.03 < 1
$F_{w,Ed,Vy}$	=	5.00 kN			
$F_{w,Rd}$	=	$A_{wy} * f_{vw,d}$	=	1704.0 mm ² * 251.5 N/mm ²	
$F_{w,Ed,Vy}$	=	5.00 kN	/	$F_{w,Rd}$	= 428.50 kN η = 0.01 < 1

Kombinierte Beanspruchung

$F_{w,Ed}$	=	1.69 kN/cm	=	3.0 mm(a_w) * 56.4 N/mm ²	
$F_{w,Rd}$	=	$a_w * f_{vw,d}$	=	3.0 mm * 251.5 N/mm ²	
$F_{w,Ed}$	=	1.69 kN/cm	/	$F_{w,Rd}$	= 7.54 kN/cm η = 0.22 < 1

Nachweis des Profils Querschnittsklasse

1

Nachweis nach (6.1)

σ_d	=	33.5 N/mm ²	/	σ_{Rd}	= 355.0 N/mm ²	η	=	0.09 < 1
τ_d	=	5.9 N/mm ²	/	τ_{Rd}	= 205.0 N/mm ²	η	=	0.03 < 1
σ_{dV}	=	35.0 N/mm ²	/	σ_{Rd}	= 355.0 N/mm ²	η	=	0.10 < 1



Ingenieurbüro
 Wetzels & von Seht

www.fischer.de

Bemessungsgrundlagen

Anker

Ankersystem	fischer Bolzenanker FAZ II
Anker	Bolzenanker FAZ II 16/5, galvanisch verzinkter Stahl
Rechnerische Verankerungstiefe	65 mm
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung ETA-05/0069, Option 1, Erteilungsdatum 24.04.2020

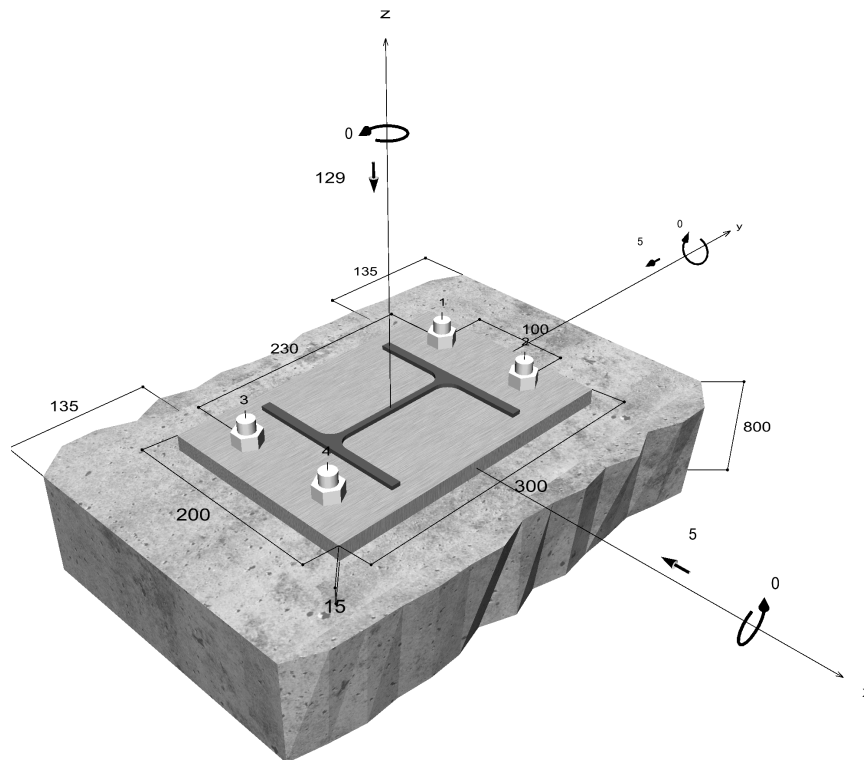


Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)



Nicht maßstabsgetreu



Eingabedaten

Bemessungsverfahren	EN 1992-4:2018 mechanische Befestigungselemente
Verankerungsgrund	C20/25, EN 206
Betonzustand	Gerissen, Trockenes Bohrloch
Bewehrung	Keine oder normale Bewehrung. Ohne Randbewehrung. Mit Spaltbewehrung
Bohrverfahren	Hammerbohren
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	Ringspalt nicht verfüllt
Belastungsart	Statisch oder quasi-statisch
Ankerplattenposition	Bündig montierte Ankerplatte
Ankerplattenmaße	200 mm x 300 mm x 15 mm
Profiltyp	HEA 160

Bemessungslasten *)

#	N _{Ed} kN	V _{Ed,x} kN	V _{Ed,y} kN	M _{Ed,x} kNm	M _{Ed,y} kNm	M _{T,Ed} kNm	Belastungsart
1	-159.00	-3.00	-3.00	0.00	0.00	0.00	Statisch oder quasi-statisch
2	-129.00	-5.00	-5.00	0.00	0.00	0.00	Statisch oder quasi-statisch

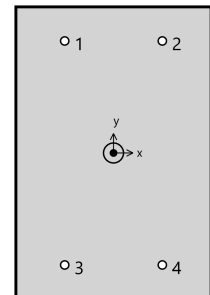
1: Lfk 1

2: Lfk2

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Maßgebende Dübellasten

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	0.00	1.77	-1.25	-1.25
2	0.00	1.77	-1.25	-1.25
3	0.00	1.77	-1.25	-1.25
4	0.00	1.77	-1.25	-1.25



Max. Betonstauchung :	0.07 ‰
Max. Betondruckspannung :	2.2 N/mm ²
Resultierende Zugkraft :	0.00 kN , X/Y Position (0 / 0)
Resultierende Druckkraft :	129.00 kN , X/Y Position (0 / 0)

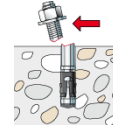
Widerstand der maßgebenden Querlasten.

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β _v %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	1.77	44.00	4.0
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	3.54	58.24	6.1
Betonkantenbruch	5.59	17.12	32.7

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (V_{Rd,s})$$



$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 = 1.00 \cdot 55.00kN = 55.00kN$$

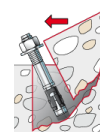
Gl. (7.35)/
(7.36)

$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Ed} kN	β_{Vs} %
55.00	1.25	44.00	1.77	4.0

Anker-Nr.	β_{Vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	4.0	1	$\beta_{Vs,1}$
2	4.0	2	$\beta_{Vs,2}$
3	4.0	3	$\beta_{Vs,3}$
4	4.0	4	$\beta_{Vs,4}$

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,cp})$$



$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} = 3.2 \cdot 27.30kN = 87.36kN$$

Gl. (7.39a)

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N}$$

Gl. (7.1)

$$N_{Rk,c} = 18.05kN \cdot \frac{57.525mm^2}{38.025mm^2} \cdot 1.000 \cdot 1.000 \cdot 1.000 \cdot 1.000 = 27.30kN$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5} = 7.7 \cdot \sqrt{20.0N/mm^2} \cdot (65mm)^{1.5} = 18.05kN$$

Gl. (7.2)

$$\Psi_{s,N} = \min\left(1; 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = \min\left(1; 0.7 + 0.3 \cdot \frac{135mm}{98mm}\right) = 1.000 \leq 1$$

Gl. (7.4)

$$\Psi_{re,N} = 1.000$$

Gl. (7.5)

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1.000 \cdot 1.000 = 1.000 \leq 1$$

Gl. (7.6)

$$\Psi_{M,N} = 1.00 \geq 1$$

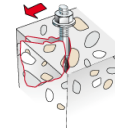
Gl. (7.7)

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,cp}$ %
87.36	1.50	58.24	3.54	6.1



Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	6.1	1	$\beta_{V,cp;1}$
3, 4	6.1	2	$\beta_{V,cp;2}$

Betonkantenbruch



$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,c})$$

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \Psi_{s,V} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{\alpha,V} \cdot \Psi_{ec,V} \cdot \Psi_{re,V} \tag{7.40}$$

$$V_{Rk,c} = 18.98kN \cdot \frac{102.263mm^2}{82.013mm^2} \cdot 1.000 \cdot 1.000 \cdot 1.085 \cdot 1.000 \cdot 1.000 = 25.67kN$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_9 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1.5} \tag{7.41}$$

$$V_{Rk,c}^0 = 1.7 \cdot (16mm)^{0.069} \cdot (65mm)^{0.065} \cdot \sqrt{20.0N/mm^2} \cdot (135mm)^{1.5} = 18.98kN$$

$$\alpha = 0.1 \cdot \sqrt{\frac{l_f}{c_1}} = 0.1 \cdot \sqrt{\frac{65mm}{135mm}} = 0.069 \quad \beta = 0.1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0.2} = 0.1 \cdot \left(\frac{16mm}{135mm}\right)^{0.2} = 0.065 \tag{7.42/7.43}$$

$$\Psi_{s,V} = 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c_2}{1.5c_1} = 0.7 + 0.3 \cdot \frac{203mm}{1.5 \cdot 135mm} = 1.000 \leq 1 \tag{7.45}$$

$$\Psi_{h,V} = \max\left(1; \sqrt{\frac{1.5c_1}{h}}\right) = \max\left(1; \sqrt{\frac{1.5 \cdot 135mm}{800mm}}\right) = 1.000 \geq 1 \tag{7.46}$$

$$\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0.5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} = \sqrt{\frac{1}{(\cos 26.6)^2 + (0.5 \cdot \sin 26.6)^2}} = 1.085 \geq 1 \tag{7.48}$$

$$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \frac{2e_v}{3c_1}} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{3 \cdot 135mm}} = 1.000 \leq 1 \tag{7.47}$$

$$\Psi_{re,V} = 1.000$$

$V_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,c}$ %
25.67	1.50	17.12	5.59	32.7

Anker-Nr.	$\beta_{V,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	9.5	1	$\beta_{V,c;1}$
3, 4	32.7	2	$\beta_{V,c;2}$

Widerstand der maßgebenden Lastüberlagerung.

$$\beta_V = \beta_{V,c;2} = 0.33 \leq 1$$

Nachweis erfolgreich

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
 Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.



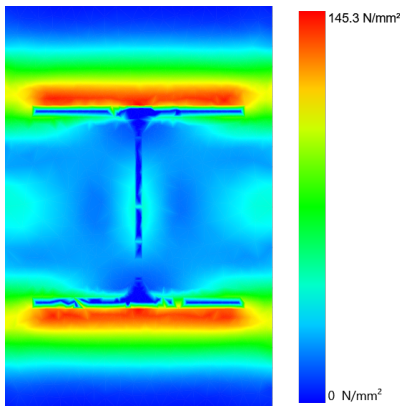
Nicht maßgebende Lastfälle

#	N _{Ed} kN	V _{Sd,x} kN	V _{Sd,y} kN	M _{Sd,x} kNm	M _{Sd,y} kNm	M _{T,Sd} kNm	Belastungsart	β _N %	β _V %	β %
1	-159.0 0	-3.00	-3.00	0.00	0.00	0.00	Statisch oder quasi-statisch	0.00	19.60	0.00

Ankerplattendicke

Die Ankerplattenbemessung berücksichtigt alle Lastfälle. Die Basis für den angezeigten Spannungsnachweis der Ankerplatte ist Lastfall 1. Dieser Lastfall erzeugt die höchste Auslastung der Ankerplatte beim Spannungsnachweis und ist somit der maßgebende Lastfall.

Spannungsverteilung innerhalb der Ankerplatte



Ankerplattendetails

Ankerplattendicke (FE-Berechnung)	t =	15 mm
Material der Ankerplatte		S 355 (St 52)
E-Modul	E =	210.000 N/mm ²
Streckgrenze	R _{p,0,2} =	355 N/mm ²
Sicherheitsfaktor	γ _M =	1.0
Querdehnzahl	ν =	0.3
Ausnutzung	η =	41 %
Profiltyp		HEA 160

Technische Hinweise

Bei der Bemessung wurde vorausgesetzt, dass die Ankerplatte (falls vorhanden) unter den einwirkenden Schnittkräften eben bleibt. Deshalb muss sie ausreichend steif sein. Die in C-Fix enthaltene Ankerplattenbemessung basiert auf einem Spannungsnachweis, erlaubt aber keine direkte Aussage über die Plattensteifigkeit.

Die Lastweiterleitung im Beton ist für den Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen. Hierfür sind die erforderlichen Nachweise für das Bauteil incl. den Ankerlasten zu führen. Die weitergehenden Bestimmungen des Bemessungsverfahrens hierfür sind zu beachten.

Die Nachweise gelten nur für die Kaltbemessung.

Technische Bemerkungen zum Import von Lastfällen

Die Bemessung wurde auf der Basis von unterschiedlichen Lastfällen durchgeführt. Die Software C-Fix ermittelt den maßgebenden Lastfall für die Verankerung. Dies kann zum maßgebenden Lastfall für die Konstruktion des Knotenpunktes differieren. Die Ergebnisse müssen vom verantwortlichen Ingenieur mit der Bemessung der Gesamtkonstruktion abgeglichen und verifiziert werden.

Allgemeine Hinweise

Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von fischer-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz und Montageanleitungen usw. von fischer, die vom Anwender genau eingehalten werden müssen.

Die Anzahl, der Hersteller, die Art und die Geometrie der Befestigungselemente dürfen nicht geändert werden wenn dies nicht vom verantwortlichen Tragwerksplaner nachgewiesen und gestattet ist.

Sämtliche enthaltenen Werte sind Durchschnittswerte; daher sind vor Anwendung des jeweiligen fischer-Produkts stets einsatzspezifische Tests durchzuführen. Die Ergebnisse der mittels der Software durchgeführten Berechnungen beruhen maßgeblich auf den von Ihnen einzugebenden Daten. Sie tragen daher die alleinige Verantwortung für die Fehlerfreiheit,

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen. Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.



Vollständigkeit und Relevanz der von Ihnen einzugebenden Daten. Sie sind weiterhin alleine dafür verantwortlich, die erhaltenen Ergebnisse der Berechnung vor der Verwendung für Ihre spezifische(n) Anlage(n) durch einen Fachmann überprüfen und freigeben zu lassen, insbesondere hinsichtlich der Konformität mit geltenden Normen und Zulassungen. Das Bemessungsprogramm dient lediglich als Hilfsmittel zur Auslegung von Normen und Zulassungen ohne jegliche Gewährleistung auf Fehlerfreiheit, Richtigkeit und Relevanz der Ergebnisse oder Eignung für eine bestimmte Anwendung. Sie haben alle erforderlichen und zumutbaren Maßnahmen zu ergreifen, um Schäden durch das Bemessungsprogramm zu verhindern oder zu begrenzen. Insbesondere müssen Sie für die regelmäßige Sicherung von Programmen und Daten sorgen sowie regelmäßig ggf. von fischer angebotene Updates des Bemessungsprogramms durchführen. Sofern Sie nicht die automatische Update-Funktion der Software nutzen, müssen Sie durch manuelle Updates über die fischer Internetseite sicherstellen, dass Sie jeweils die aktuelle und somit gültige Version des Bemessungsprogramms verwenden. Soweit Sie diese Verpflichtung schuldhaft verletzen, haftet fischer nicht für daraus entstehende Folgen, insbesondere nicht für die Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten oder Programme.



3 Schlussblatt zur Statischen Berechnung

Heft 1 – Stahlbau Fortsetzung 2

Leistungsphase 4 - Genehmigungsplanung

Seiten 1.317 bis 1.397

Anlagen

Bearbeitet von Hauke Seger
Wolfgang Keen
Leo Daniel Diedrich

WvS-Projektnr.

Hamburg 26.06.23

WETZEL & VON SEHT 
Ingenieurbüro für Bauwesen Friesenweg 5E 22763 Hamburg
Beratende Ingenieure Gutenbergstraße 4 10587 Berlin
Prüfingenieure für Bautechnik VPI info@wvs.eu www.wvs.eu

i. A. 