

Statische Berechnung

Bauvorhaben: Sanierung und Erweiterung Otto-Pankok-Schule

Bauort: Von-Bock-Straße 81
45468 Mülheim an der Ruhr

Bauherr: Immobilienservice der Stadt Mülheim an der Ruhr
Hans-Böckler-Platz 5
45468 Mülheim an der Ruhr

Architekt: Hütténes GmbH Architekten
Reichspräsidentenstraße 21 - 25
45470 Mülheim an der Ruhr

Projekt-Nr.: T-161123

Inhaltsverzeichnis

Position	Beschreibung	Seite
TB	Titelblatt	1
	Inhalt	2
VB	Vorbemerkungen	3
5.11-1	U\↔ã^*→á\\æ^b\~ßÁÒÓRÁGH€	6
5.21-1	U\↔ã^*→á\\æ^b\~ßÁÒÓÑÁGH€	9
4.41-1	U\↔ã^*→á\\æ^b\~ßÁÒÓNÁGH€	12
5.42-1	U\↔ã^*→á\\æ^b\~ßÁÒÓNÁGG€	15
4.11-1	U\↔ã^*→á\\æ^b\~ßÁÒÓRÁGG€	17
4.21-1	U\↔ã^*→á\\æ^b\~ßÁÒÓNÁFÎ€	20
4.31-1	U\↔ã^*→á\\æ^b\~ßÁÒÓNÁG€€	22
4.71-1	U\↔ã^*→á\\æ^b\~ßÁÒÓÑÁGJ€	24
3.11-1	U\↔ã^*→á\\æ^b\~ßÁÒÓÑÁGG€	27
3.71-1	U\↔ã^*→á\\æ^b\~ßÁÒÓÑÁHI€	30
3.101-1	U\↔ã^*→á\\æ^b\~ßÁÒÓÑÁG€€	33
E.11-1	U\↔ã^*→á\\æ^b\~ßÁÒÓÑÁH€€	36
E.21-1	U\↔ã^*→á\\æ^b\~ßÁÒÓÑÁGÎ€	39
E.91-1	U\↔ã^*→á\\æ^b\~ßÁÒÓRÁW€€	42

Vorbemerkungen

Allgemeines

Gegenstand dieser statischen Berechnung ist der Standsicherheitsnachweis für den geplanten Umbau des Otto-Pankok-Gymnasiums in Mülheim an der Ruhr.

Im Zuge der Sanierung werden in den aufgehenden Geschossen des Bestandsgebäudes (Bauteile A1 und A2) verschiedene Umbaumaßnahmen notwendig. Bauteil A1 bildet den nördlichen Teil des Bestands von Achse B/1 - N/11 und ist unterkellert. Das südliche Bauteil A2 im Bereich B/12 - N/20 gründet auf Erdgeschossniveau.

Bei den Umbaumaßnahmen handelt es sich größtenteils um neue Türdurchbrüche in tragenden und nichttragenden Wänden sowie um Rückbau ganzer Wandabschnitte.

Zusätzlich wird das außenliegende Fluchttreppenhaus am Bauteil A1 baulich verändert und an den geplanten Neubau angeschlossen, um einen Übergang beider Gebäude in das Treppenhaus zu schaffen.

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Maßnahmen ist der Berechnung vorangestellt.

Die Planung und die Standsicherheitsberechnung berücksichtigt eine Nutzung als Schulgebäude.

Die Standsicherheit und der Erhaltungszustand der vorhandenen Bauteile des Bestandsgebäudes werden als einwandfrei vorausgesetzt und sind örtlich im Zuge der Baumaßnahme zu überprüfen. Für die Güte der einzubauenden Materialien und die Standsicherheit der Bauzustände haften die ausführenden Unternehmer.

Im Zuge von Rückbau- und Durchbruchsarbeiten ist grundsätzlich darauf zu achten, ob im Bestand bereits Wandöffnungen im Bereich der Maßnahme existieren. Hierüber ist der Aufsteller umgehend zu informieren.

Zur Sicherung von Nachbar- und Bestandsgebäuden ist im Bereich von neuen Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen DIN 4123 zu beachten.

In dieser Statik werden die Trägerstöße und Auflager bemessen.

Stand: 10.07.2023 STA01

Grundlagen für die statische Berechnung

Die zur Zeit gültigen DIN-Normen des Eurocodes (DIN EN 1990ff.), insbesondere:

Eurocode EC 1	Lastannahmen
Eurocode EC 2	Stahlbetonbau
Eurocode EC 3	Stahlhochbauten
Eurocode EC 5	Holzbau
Eurocode EC 6	Mauerwerksbau
Eurocode EC 7	Grundbau

in Ergänzung dazu: die letztgültigen DIN-Normen, insbesondere:

DIN 1045-1	Beton- und Stahlbeton
DIN 1052	Holzbau
DIN 1053	Mauerwerksbau
DIN 1054	Grundbau
DIN 1055	Lastannahmen
DIN 18800	Stahlbau

Unterlagen:

Grundrisse, Ansichten, Schnitte (Architektenpläne Hütténes Architekten)

Literatur

Schneider Bautabellen, 23. Auflage 2018, Werner-Verlag Düsseldorf

Software

mb Baustatik Programme 2023

Baustoffe

Stahlbeton	Bn 250 im Bestand, entspricht C20/25 nach aktueller Klassifizierung
Betonstahl	III k im Bestand mit $f_{yk} = 42 \text{ kN/cm}^2$
Profilstahl	S 235 JRG
Mauerwerk	KS 12 - 1,8 / IIa (wenn nicht anders nachgewiesen) KS 12 - 2,2 / IIa (Wohnungstrennwände, Treppenhauswände mit vermörtelten Stoß- und Lagerfugen) Bei Verwendung von Flachstürze: Übermauerung mit Vollsteine nach DIN V 106:2005-10 bzw. DIN EN 771-2:2005-05 in Verb. mit DIN V 20000-402:2005-06 ausschließlich mit vermörtelten Stoß- und Lagerfugen! Normalmörtel (mind. MG IIa) oder DM à verstärktes Mauerwerk lt. Angabe im Positionsplan

Leichte Trennwände:

Max. Wandgewicht einschließlich Putz $g \leq 1,0 \text{ kN/m}^2$

$g \leq 3,0 \text{ kN/m}$

Nichttragende Wände:
Nach dem Ausschalen der Decken 3 Schichten untermauern.

Baugrund

Die Umbauten im Dachgeschoss haben marginale Auswirkungen für die Gründung

Bewehrungshinweis

Zulagen an freien Rändern : $A_{sl} = 2 \text{ } \varnothing 12$, Steck-Bügel $\varnothing 8 / 25\text{cm}$
Rand- und Abreißbewehrung konstruktiv vorsehen.

Brandschutzanforderungen

F90

Wichtige Hinweise

Bei Abweichungen der statischen Berechnung oder der Positionspläne von den o.g. Eingabeplänen sind für die Ausführung der tragenden Bauteile die Angaben der statischen Unterlagen maßgebend.

Bei der Bearbeitung der Werk- und Detailpläne sind die Angaben der bauphysikalischen Nachweise zu beachten.

Die Statik berücksichtigt nur den Endzustand. Für den Bauzustand sind gegebenenfalls gesonderte Berechnungen erforderlich. Für alle nicht nachgewiesenen Bauzustände während der Baumaßnahme ist von den ausführenden Unternehmen die Stabilität aller Bauteile durch entsprechende Abstützung und Versteifungen sicherzustellen.

Hierauf ist besonders bei nicht verschlossenen Wandöffnungen und bereits eingedektem Dach zu achten (Abheben der Dacheindeckung). Sämtliche Montageunterstützungen sind erst nach dem vollständigen Erhärten des Betons bzw. bei Stahlträgern nach dem Einbau und kraftschlüssigem Verbinden mit den anderen Bauteilen zu entfernen.

Für die Güte der einzubauenden Materialien und die Standsicherheit der Bauzustände haften die ausführenden Unternehmer.

Sämtliche in der Statischen Berechnung berücksichtigten bauaufsichtlichen Zulassungen sind zu beachten. Die bauaufsichtlichen Zulassungen müssen dem ausführenden Unternehmer auf der Baustelle vorliegen.

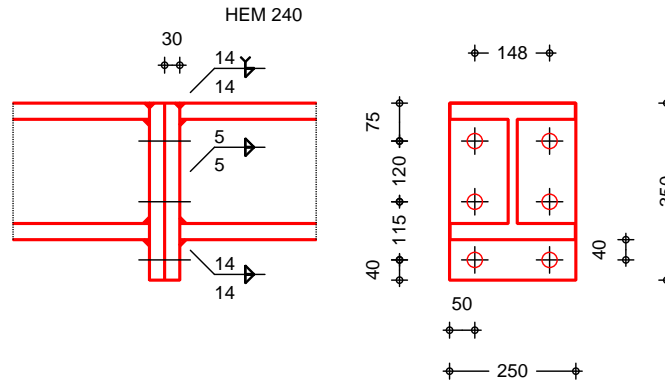
Pos. 5.11-1

Stirnplattenstoß HEM 240

Geometrie

M 1:15

Übersicht über die Geometrie des Stirnplattenstoßes HEM 240.



Mat./Querschnitt

Bauteil	Material	Querschnitt [mm]
Profil	S 235	HEM 240
Stirnplatte	S 235	b/h/t = 250/350/30

Verbindungsmittel

Verbindung	Schraube/ U'ä^↔\ \&ã=ßä^	n	d ₀ /l _w [mm]	a _w [mm]
Stirnplatten	M27-10.9	2x3	30.0	-
Steg	Kehlnaht	2	164.0	5.0
Oberflansch	Kehlnaht	-	436.0	14.0
Ü'ä^↔→ÈÁá ßä^	Y-Naht	-	248.0	14.0
Unterfl. innen	Kehlnaht	-	188.0	14.0

Belastungen

Belastungen auf das System

Ü'ä^↔\ \&ã=ßä^

Komm.	N _x [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]
Einw. Ed.1 (a) 5.11-1	0.00	51.20	171.53
Einw. Ed.2 (a) 5.11-1	0.00	83.11	278.41
Einw. Ed.3 (a) 5.11-1	0.00	51.20	171.53
Einw. Ed.4 (a) 5.11-1	0.00	83.11	278.41

(a) aus Pos. '5.11.', Ort '5.11-1'

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
 Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Ek	(* *EW)
2	1.00*Ed.2

Nachweise (GZT)

Sá'á}↔↔bä^↔↔↑ÁÖãä^~ | b\á^ä^Ääãä^Üäá&à†↔↔↔↔\Á^á'á^ÆØSÁ
 EN 1993-1-1 und DIN EN 1993-1-8

Nachweis E-E

EK	Ort	$N_{x,d}$	$M_{y,d}$	$V_{z,d}$	$\sigma_{v,d}$	
		[kN]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[-]
2			278.4	83.1	154.7	0.66
					20.1	
					154.9	

EK	Bauteil	$\sigma_{t,d}$	$\sigma_{w,d}$	$\sigma_{vw,d}$	$f_{vw,d}$	
		[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[-]
2	Flansch	-	205.74	205.74	207.85	0.99
	Steg	50.68	-	50.68	207.85	0.24

EK	Bauteil	$F_{t,Ed}$	$F_{t,Rd}$	
		[kN]	[kN]	[-]
2	Schrauben unten	292.45	330.48	0.88

EK	Bauteil	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	
		[kN]	[kN]	[-]
2	Schrauben oben	41.55	274.83	0.15

EK	Bauteil	$F_{zb,d}$	b_{z1}	k_{1z}	$F_{zb,Rd}$	
		[kN]			[kN]	[-]
2	Pl. oben	41.55	0.83	2.50	486.00	0.09

Platte unten
 plastische Momente $M_{II} = 14.54$ kNm
 $M_{III} = -4.26$ kNm

****** ACHTUNG **** Die Schrauben versagen bevor der Zugflansch durchplastiziert ist.**

$$M_{II}/M_{II,pl} = -4.26 / 11.05 = -0.39 \leq 1$$

rechnerische Hebelarme $c_1 = 1.34$ cm
 $V_{pl,d} = 1017.6$ kN

$$M_{II}/(V_{pl,d} \cdot e_1) = -4.26 / 40.7 = -0.10 \leq 1$$

Grenztragkraft $Z_{R,d} = 1534.8$ kN
 Minimale Grenztragkraft $\min Z_{R,d} = 1534.8$ kN

$$M_{y,Ed} / (h_t - t_t) + N_{x,Ed} / 2 = 1169.8$$

$$M_{y,Ed} / (h_t - t_t) + N_{x,Ed} / 2 / Z_{R,d} = 1169.81 / 1534.79 = 0.76 \leq 1$$

Zusammenfassung Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT) Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Bauteil		[-]
Nachweis E-E		OK	0.66
$\sigma_{t,d}$	Flansch	OK	0.99
Schraubenzug	Schrauben unten	OK	0.88
Abscheren	Schrauben oben	OK	0.15

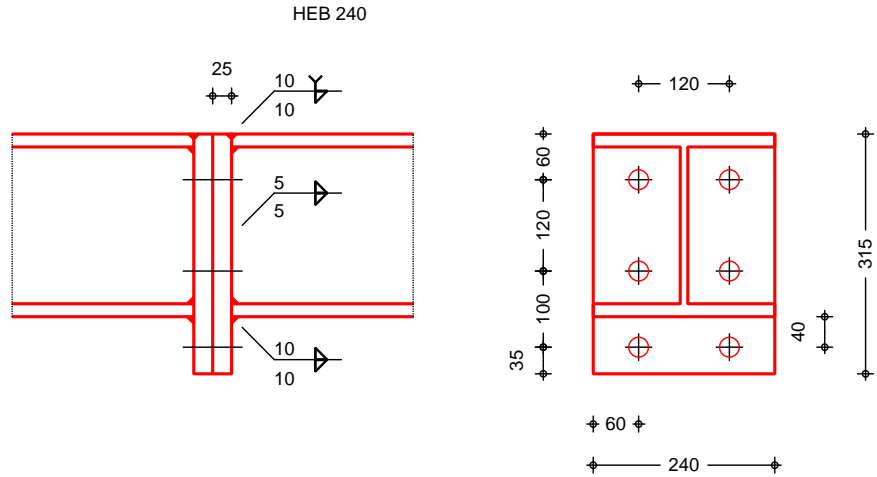
Nachweis	Bauteil		[-]
Lochleibung	Stirnpl. oben	OK	0.09
Stirnplatte	Stirnpl.	OK	0.76

Pos. 5.21-1

Stirnplattenstoß HEB 240

Geometrie
 M 1:10

Übersicht



Mat./Querschnitt

Bauteil	Material	Querschnitt [mm]
Profil	S 235	HEB 240
Stirnplatte	S 235	b/h/t = 240/315/25

Verbindungsmittel

Verbindung	Schraube/ U'á}æ↔β^áá\	n	d ₀ /l _w [mm]	a _w [mm]
Stirnplatten	M24-10.9	2x3	26.0	-
Steg	Kehlnaht	2	164.0	5.0
Oberflansch	Kehlnaht	-	428.0	10.0
Ü'á}æ↔→ÉÁá βæ^	Y-Naht	-	240.0	10.0
Unterfl. innen	Kehlnaht	-	188.0	10.0

Belastungen

Belastungen auf das System

U'á}æ↔\&ã=βæ^

Komm.	N _x [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]
Einw. Ed.1 (a) 5.21-1	0.00	33.89	110.14
Einw. Ed.2 (a) 5.21-1	0.00	58.04	188.63
Einw. Ed.3 (a) 5.21-1	0.00	33.89	110.14
Einw. Ed.4 (a) 5.21-1	0.00	58.04	188.63

(a) aus Pos. '5.21.', Ort '5.21-1'

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
 Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Ek	(* *EW)
2	1.00*Ed.2

Nachweise (GZT)

Sá'á}æ↔bæÁ↔↑ÁÖãæ^~ | b\á'ääããÁÜää&à†á↔&←æ↔\Á'á'áÁØSÁ
 EN 1993-1-1 und DIN EN 1993-1-8

Nachweis E-E

EK	Ort	$N_{x,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$V_{z,d}$ [kN]	$a_{v,d}$ [N/mm ²]	d [-]
2			188.6	58.0	201.1	0.86
					27.2	
					201.5	

$U'_{\hat{a}}\} \hat{\beta}^{\hat{a}} \backslash$

EK	Bauteil	σ_d [N/mm ²]	w_d [N/mm ²]	$w_{v,d}$ [N/mm ²]	$f_{v,d}$ [N/mm ²]	d [-]
2	Flansch	-	207.46	207.46	207.85	1.00
	Steg	35.39	-	35.39	207.85	0.17

Zug

EK	Bauteil	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{t,Rd}$ [kN]	d [-]
2	Schrauben unten	211.47	254.16	0.83

Abscheren

EK	Bauteil	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]	d [-]
2	Schrauben oben	29.02	217.15	0.13

Lochleibung

EK	Bauteil	$F_{zb,d}$ [kN]	b_z	k_{1z}	$F_{zb,Rd}$ [kN]	d [-]
2	Pl. oben	29.02	0.77	2.50	332.31	0.09

Platte unten

plastische Momente $M_{II} = 9.69$ kNm
 $M_{III} = -0.35$ kNm

**** ACHTUNG ****

Die Schrauben versagen bevor der Zugflansch durchplastiziert ist.

$M_{II,pl} = 7.59$ kNm
 $M_{II}/M_{II,pl} = -0.35 / 7.59 = -0.05 \leq 1$

rechnerische Hebelarme $c_1 = 1.80$ cm
 $U'_{\hat{a}}\} \hat{\beta}^{\hat{a}} \backslash$ $V_{pl,d} = 814.06$ kN

$M_{II}/(V_{pl,d} \cdot e_1) = -0.35 / 28.49 = -0.01 \leq 1$

Grenztragkraft $Z_{R,d} = 1036.5$ kN
 Minimale Grenztragkraft $\min Z_{R,d} = 1036.5$ kN

$N^{\hat{b}' \hat{a}} \rightarrow | b \hat{b} \uparrow \sim \uparrow \hat{\alpha} \backslash \hat{A} | \hat{\alpha} \hat{A} Q \uparrow \hat{\alpha} \& b \leftarrow \hat{\alpha} \hat{a} \hat{a} \backslash \hat{E}$
 $M_{y,Ed} / (h_t - t_t) + N_{x,Ed} / 2 = 845.89$ kN
 $M_{y,Ed} / (h_t - t_t) + N_{x,Ed} / 2 / Z_{R,d} = 845.89 / 1036.46 = 0.82 \leq 1$

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Bauteil	d [-]
Nachweis E-E		OK 0.86
$U'_{\hat{a}}\} \hat{\beta}^{\hat{a}} \backslash$	Flansch	OK 1.00
Schraubenzug	Schrauben unten	OK 0.83

Nachweis	Bauteil		[-]
Abscheren	Schrauben oben	OK	0.13
Lochleibung	Stirnpl. oben	OK	0.09
Stirnplatte	Stirnpl.	OK	0.82

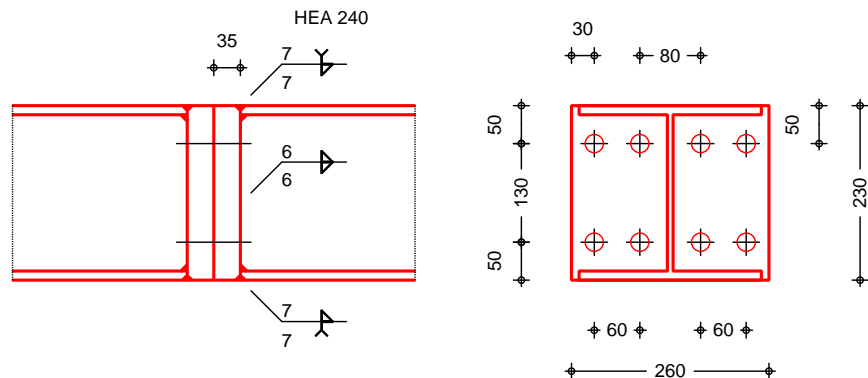
Pos. 4.41-1

Stirnplattenstoß HEA 240

Geometrie

M 1:10

Übersicht über die Verbindung



Mat./Querschnitt

Bauteil	Material	Querschnitt [mm]
Profil	S 235	HEA 240
Stirnplatte	S 235	b/h/t = 260/230/35

Verbindungsmittel

Verbindung	Schraube/ U'ä}æ↔ß^ää\	n	d ₀ /l _w [mm]	a _w [mm]
Stirnplatten	M22-10.9	4x2	24.0	-
Steg	Kehlnaht	2	164.0	6.0
Šâæãâ→ÈÁá ßæ^	Y-Naht	-	240.0	7.0
Oberfl. innen	Kehlnaht	-	190.5	7.0
Û^ \æãâ→ÈÁá ßæ^	Y-Naht	-	240.0	7.0
Unterfl. innen	Kehlnaht	-	190.5	7.0

Belastungen

Belastungen auf das System

U'ä^↔\ \&ã=ßæ^

Komm.	N _x [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]
Einw. Ed.1 (a) 4.41-1	0.00	17.30	45.85
Einw. Ed.2 (a) 4.41-1	0.00	47.73	126.48
Einw. Ed.3 (a) 4.41-1	0.00	17.30	45.85
Einw. Ed.4 (a) 4.41-1	0.00	47.73	126.48

(a) aus Pos. '4.41.', Ort '4.41-1'

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
 Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Ek	(* *EW)
2	1.00*Ed.2

Nachweise (GZT)

Sá' á}æ↔bæÁ↔↑ÁÖãæ^~ | b\á^ääæãÁÜää&ã†ã↔&←æ↔\Á'á'áÁØSÁ
 EN 1993-1-1 und DIN EN 1993-1-8

Nachweis E-E

EK Ort	$N_{x,d}$	$M_{y,d}$	$V_{z,d}$	$\sigma_{v,d}$	
	[kN]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[-]
2		126.5	47.7	187.4	0.80
				30.5	
				187.9	

EK Bauteil	$\sigma_{v,d}$	$\sigma_{w,d}$	$\sigma_{vw,d}$	$f_{vw,d}$	
	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
2 Flansch	-	199.90	199.90	207.85	0.96
Steg	24.25	-	24.25	207.85	0.12

Zug	EK Bauteil	$F_{t,Ed}$	$F_{t,Rd}$	
		[kN]	[kN]	[-]
2	Schrauben unten	201.92	218.16	0.93

Abscheren	EK Bauteil	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	
		[kN]	[kN]	[-]
2	Schrauben oben	11.93	182.46	0.07

Lochleibung	EK Bauteil	$F_{zb,d}$	b_z	k_{1z}	$F_{zb,Rd}$	
		[kN]			[kN]	[-]
2	Pl. oben	11.93	0.69	1.80	277.20	0.04

Platte unten	plastische Momente	$M_{II} =$	0.00	kNm
		$M_{II} =$	7.84	kNm
		$M_{II,pl} =$	12.98	kNm
	$M_{II}/M_{II,pl}$	7.84 / 12.98 =	0.60	1

rechnerische Hebelarme	$c_1 =$	1.08	cm
	$c_2 =$	5.45	cm
$U'_{\sigma} \sigma_{pl,d}$	$V_{pl,d} =$	1234.7	kN
$X \sigma_{pl,d}$	$Z_{pl,d} =$	676.80	kN
	$=$	0.00	[-]

$$M_{II} / (V_{pl,d} \cdot c_2) = 7.84 / 67.29 = 0.12 \quad 1$$

Grenztragkraft	$Z_{R,d} =$	723.94	kN
Minimale Grenztragkraft	$\min Z_{R,d} =$	676.80	kN

$$X | \sigma_{pl,d} \cdot c_2 = 676.80 \cdot 5.45 = 3670.74 \text{ kNm}$$

$$N \cdot b' \cdot \sigma_{pl,d} = 676.80 \cdot 1.08 = 730.94 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} / (h_t - t_t) + N_{x,Ed} / 2 = 580.20 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} / (h_t - t_t) + N_{x,Ed} / 2 / Z_{R,d} = 580.2 / 676.8 = 0.86 \quad 1$$

Zusammenfassung	Zusammenfassung der Nachweise
<u>Nachweise (GZT)</u>	Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit
Nachweis	Bauteil
Nachweis E-E	OK 0.80

Nachweis	Bauteil		[-]
U' á }æ↔ß^áá\	Flansch	OK	0.96
Schraubenzug	Schrauben unten	OK	0.93
Abscheren	Schrauben oben	OK	0.07
Lochleibung	Stirnpl. oben	OK	0.04
Stirnplatte	Stirnpl.	OK	0.86

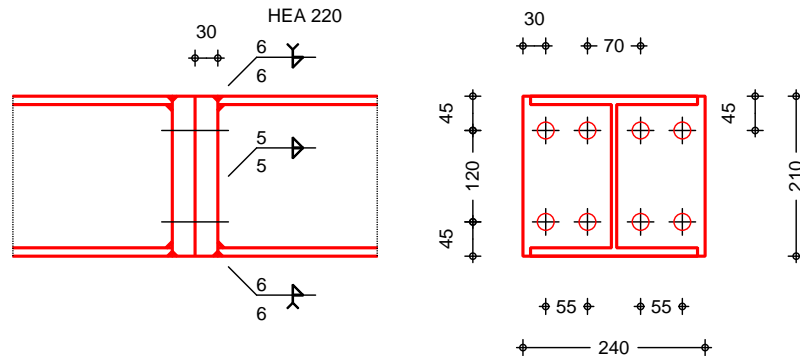
Pos. 5.42-1

Stirnplattenstoß HEA 220

Geometrie

M 1:10

Übersicht über die Geometrie der Verbindung



Mat./Querschnitt

Bauteil	Material	Querschnitt [mm]
Profil	S 235	HEA 220
Stirnplatte	S 235	b/h/t = 240/210/30

Verbindungsmittel

Verbindung	Schraube/ U'ä}æ↔ß^ää\	n	d ₀ /l _w [mm]	a _w [mm]
Stirnplatten	M20-10.9	4x2	22.0	-
Steg	Kehlnaht	2	152.0	5.0
Šâæää→ÈÁá ßæ^	Y-Naht	-	220.0	6.0
Oberfl. innen	Kehlnaht	-	177.0	6.0
Û^ \æää→ÈÁá ßæ^	Y-Naht	-	220.0	6.0
Unterfl. innen	Kehlnaht	-	177.0	6.0

Belastungen

Belastungen auf das System

U'ä}æ↔\ \&ã=ßæ^

Komm.	N _x [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]
Einw. Ed.1 (a) 5.42-1	0.00	0.00	45.57
Einw. Ed.2 (a) 5.42-1	0.00	0.00	90.20

(a) aus Pos. '5.42', Ort '5.42-1'

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
 Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Ek	(* *EW)
2	1.00*Ed.2

Nachweise (GZT)

Sá' á}æ↔bæÁ↔↑ÁÖãæ^ ~ | b\á^äÁäæãÁÛää&ã†ä↔&←æ↔\Á^á'áÁÆØSÁ
 EN 1993-1-1 und DIN EN 1993-1-8

Nachweis E-E

EK Ort	N _{x,d} [kN]	M _{y,d} [kNm]	V _{z,d} [kN]	d [N/mm ²]	[-]
Ûã†&æã 2		90.2		175.2	0.75

σ_{\perp}	EK Bauteil	$\sigma_{\perp,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{w,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{vw,d}$ [N/mm ²]	$f_{vw,d}$ [N/mm ²]	
	2 Flansch	-	197.76	197.76	207.85	0.95

Zug	EK Bauteil	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{t,Rd}$ [kN]	
	2 Schrauben unten	157.10	176.40	0.89

Platte unten	plastische Momente	M_{I}	M_{II}	$M_{II,p1}$	$M_{II}/M_{II,p1}$	
		0.00	5.73	8.84	5.73 / 8.84	0.65 í 1
	rechnerische Hebelarme	c_1	c_2			0.98 cm 4.85 cm
	U_{\perp}	$V_{pl,d}$				976.88 kN
	X_{\perp}	$Z_{pl,d}$				568.70 kN = 0.00 [-]
	$M_{II}/(V_{pl,d} \cdot c_2)$		5.73 / 47.38			= 0.12 í 1
	Grenztragkraft	$Z_{R,d}$				= 585.70 kN
	Minimale Grenztragkraft	min $Z_{R,d}$				= 568.70 kN

$$X_{\perp} \cdot \sigma_{\perp} \cdot A_{\perp} \leq F_{t,Rd} \quad \text{oder} \quad X_{\perp} \cdot \sigma_{\perp} \cdot A_{\perp} \leq F_{t,Rd} \cdot \eta$$

$$N_{\perp} \cdot A_{\perp} \leq N_{t,Rd} \quad \text{oder} \quad \frac{M_{y,Ed} / (h_t - t_t) + N_{x,Ed} / 2}{M_{y,Ed} / (h_t - t_t) + N_{x,Ed} / 2} \cdot Z_{pl,d} \leq Z_{R,d}$$

$$453.29 / 568.7 = 0.80 \quad \text{í} \quad 1$$

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Bauteil		
			[-]
Nachweis E-E		OK	0.75
σ_{\perp}	Flansch	OK	0.95
Schraubenzug	Schrauben unten	OK	0.89
Stirnplatte	Stirnpl.	OK	0.80

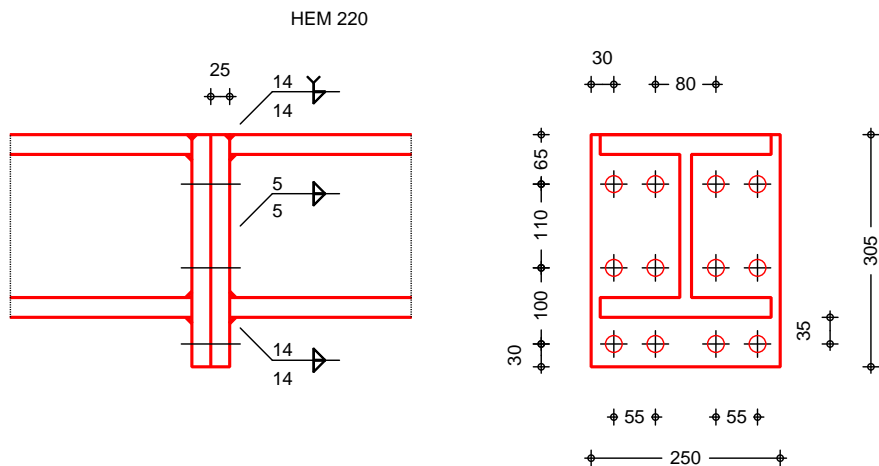
Pos. 4.11-1

Stirnplattenstoß HEM 220

Geometrie

M 1:10

Übersicht über die Geometrie des HEM 220 Profils.



Mat./Querschnitt

Bauteil	Material	Querschnitt [mm]
Profil	S 235	HEM 220
Stirnplatte	S 235	b/h/t = 250/305/25

Verbindungsmittel

Verbindung	Schraube/ U'ä}æ↔ß^ää\	n	d ₀ /l _w [mm]	a _w [mm]
Stirnplatten	M20-10.9	4x3	22.0	-
Steg	Kehlnaht	2	152.0	5.0
Oberflansch	Kehlnaht	-	400.5	14.0
Ü'ä}æãà→ÈÁÁ ßæ^	Y-Naht	-	226.0	14.0
Unterfl. innen	Kehlnaht	-	174.5	14.0

Belastungen

Belastungen auf das System

U'ä}æ↔\&ã=ßæ^

Komm.	N _x [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]
Einw. Ed.1 (a) 4.11-1	0.00	47.90	122.06
Einw. Ed.2 (a) 4.11-1	0.00	89.23	224.60
Einw. Ed.3 (a) 4.11-1	0.00	47.90	122.06
Einw. Ed.4 (a) 4.11-1	0.00	89.23	224.60

(a) aus Pos. '4.11.', Ort '4.11-1'

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
 Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Ek	(* *EW)
2	1.00*Ed.2

Nachweise (GZT)

Sá'á}æ↔bæÁ↔↑ÁÖãæ^~ | b\á^ääããÁÜää&à†ã↔&←æ↔\Á'á'áÁØSÁ
 EN 1993-1-1 und DIN EN 1993-1-8

Nachweis E-E

EK	Ort	$N_{x,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$V_{z,d}$ [kN]	$\sigma_{v,d}$ [N/mm ²]	$\tau_{v,d}$ [-]
2			224.6	89.2	184.1	0.79
					28.0	
					184.5	

U'á}æ↔ß^ää\

EK	Bauteil	$\sigma_{t,d}$ [N/mm ²]	$w_{t,d}$ [N/mm ²]	$w_{v,d}$ [N/mm ²]	$f_{v,d}$ [N/mm ²]	
2	Flansch	-	200.30	200.30	207.85	0.96
	Steg	58.71	-	58.71	207.85	0.28

Zug

EK	Bauteil	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{t,Rd}$ [kN]	
2	Schrauben unten	145.77	176.40	0.83

Abscheren

EK	Bauteil	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]	
2	Schrauben oben	22.31	150.80	0.15

Lochleibung

EK	Bauteil	$F_{zb,d}$ [kN]	b_z	k_{1z}	$F_{zb,Rd}$ [kN]	
2	Pl. oben	22.31	0.98	1.80	255.27	0.09

Platte unten

plastische Momente $M_I = 10.10$ kNm
 $M_{II} = -0.70$ kNm

**** ACHTUNG ****

Die Schrauben versagen bevor der Zugflansch durchplastiziert ist.

$M_{II}/M_{II,pl} = -0.7 / 6.54 = -0.11$ í 1

rechnerische Hebelarme $c_1 = 1.29$ cm
 $V_{pl,d} = 847.98$ kN

$M_{II} / (V_{pl,d} \cdot e_1) = -0.7 / 25.44 = -0.03$ í 1

Grenztragkraft $Z_{R,d} = 1457.6$ kN
 Minimale Grenztragkraft $\min Z_{R,d} = 1457.6$ kN

$N^b \hat{a} \rightarrow |bb \uparrow \sim \uparrow \hat{a} \backslash \hat{A} | \hat{a} \hat{A} Q \uparrow \hat{a} \& b \leftarrow \hat{a} \hat{a} \hat{a} \backslash \hat{E}$
 $M_{y,Ed} / (h_t - t_t) + N_{x,Ed} / 2 = 1049.5$ kN
 $M_{y,Ed} / (h_t - t_t) + N_{x,Ed} / 2 / Z_{R,d} = 1049.53 / 1457.59 = 0.72$ í 1

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Bauteil		[-]
Nachweis E-E		OK	0.79
U'á}æ↔ß^ää\	Flansch	OK	0.96
Schraubenzug	Schrauben unten	OK	0.83

Nachweis	Bauteil		[-]
Abscheren	Schrauben oben	OK	0.15
Lochleibung	Stirnpl. oben	OK	0.09
Stirnplatte	Stirnpl.	OK	0.72

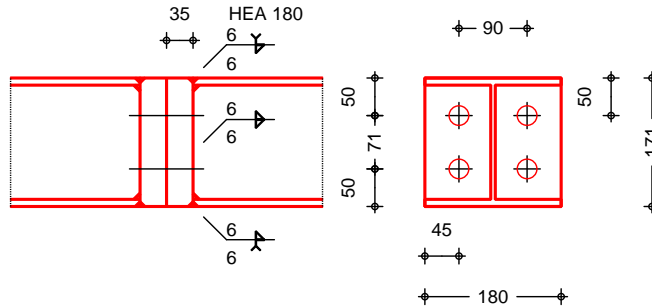
Pos. 4.21-1

Stirnplattenstoß HEA 180

Geometrie

M 1:10

Übersicht über die Geometrie des Stirnplattenstoßes HEA 180.



Mat./Querschnitt

Bauteil	Material	Querschnitt [mm]
Profil	S 235	HEA 180
Stirnplatte	S 235	b/h/t = 180/171/35

Verbindungsmittel

Verbindung	Schraube/ U'ä}æ↔ß^ää\	n	d ₀ /l _w [mm]	a _w [mm]
Stirnplatten	M24-10.9	2x2	26.0	-
Steg	Kehlnaht	2	122.0	6.0
Šâæãâ→ÈÁá ßæ^	Y-Naht	-	180.0	6.0
Oberfl. innen	Kehlnaht	-	144.0	6.0
Û^\æãâ→ÈÁá ßæ^	Y-Naht	-	180.0	6.0
Unterfl. innen	Kehlnaht	-	144.0	6.0

Belastungen

Belastungen auf das System

U'ä^↔\ \&ã=ßæ^

Komm.	N _x [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]
Einw. Ed.1 (a) 4.21-1	0.00	0.00	20.78
Einw. Ed.2 (a) 4.21-1	0.00	0.00	57.69

(a)

aus Pos. '4.21.', Ort '4.21-1'

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
 Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Ek	(* *EW)
2	1.00*Ed.2

Nachweise (GZT)

Sá'á}æ↔bæÁ↔↑ÁÖãæ^~ | b\á^ääæãÁÛää&ã†ã↔&←æ↔\Á^á'áÁÆØSÁ
 EN 1993-1-1 und DIN EN 1993-1-8

Nachweis E-E

EK Ort	N _{x,d} [kN]	M _{y,d} [kNm]	V _{z,d} [kN]	d [N/mm ²]	[-]
Û†ã&ã	2	57.7	196.2	0.83	

σ_{\perp}	EK Bauteil	$\sigma_{\perp,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{w,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{wv,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{vw,d}$ [N/mm ²]	
	2 Flansch	-	191.27	191.27	207.85	0.92

Zug	EK Bauteil	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{t,Rd}$ [kN]	
	2 Schrauben unten	248.12	254.16	0.98

Platte unten	plastische Momente	M_I	M_{II}	$M_{II,p1}$	
		= 0.00	= 5.04	= 10.13	kNm
	$M_{II}/M_{II,p1}$	5.04 / 10.13	=	0.50	í 1
	rechnerische Hebelarme	c_1	c_2		
		= 1.20	= 5.70		cm
	U_{\perp}	$V_{p1,d}$			
		= 854.77			kN
	X_{\perp}	$Z_{p1,d}$			
		= 401.85			kN
		=	0.00		[-]
	$M_{II}/(V_{p1,d} \cdot c_2)$	5.04 / 48.72	=	0.10	í 1
	Grenztragkraft	$Z_{R,d}$			
		= 418.62			kN
	Minimale Grenztragkraft	min $Z_{R,d}$			
		= 401.85			kN

$$X_{\perp} = \frac{M_{II}}{V_{p1,d} \cdot c_2} = \frac{5.04}{854.77 \cdot 5.70} = 0.10 \quad \text{í} \quad 1$$

$$N_{\perp} = \frac{M_{y,Ed} / (h_t - t_t) + N_{x,Ed} / 2}{Z_{R,d}} = \frac{357.21}{401.85} = 0.89 \quad \text{í} \quad 1$$

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Bauteil		[-]
Nachweis E-E		OK	0.83
σ_{\perp}	Flansch	OK	0.92
Schraubenzug	Schrauben unten	OK	0.98
Stirnplatte	Stirnpl.	OK	0.89

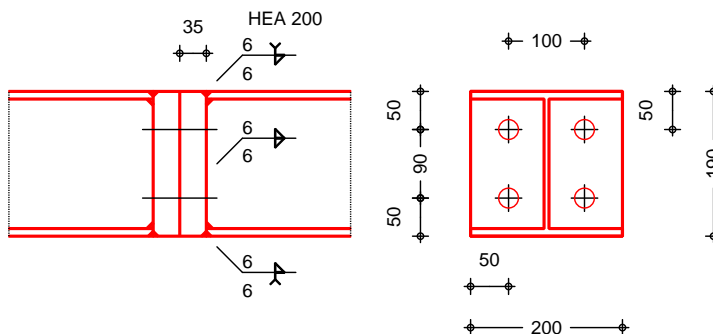
Pos. 4.31-1

Stirnplattenstoß HEA 200

Geometrie

M 1:10

Übersicht über die Geometrie der Verbindung



Mat./Querschnitt

Bauteil	Material	Querschnitt [mm]
Profil	S 235	HEA 200
Stirnplatte	S 235	b/h/t = 200/190/35

Verbindungsmittel

Verbindung	Schraube/ U'ä}æ↔ß^ää\	n	d ₀ /l _w [mm]	a _w [mm]
Stirnplatten	M24-10.9	2x2	26.0	-
Steg	Kehlnaht	2	134.0	6.0
Šâæãà→ÈÁá ßæ^	Y-Naht	-	200.0	6.0
Oberfl. innen	Kehlnaht	-	157.5	6.0
Û^ \æãà→ÈÁá ßæ^	Y-Naht	-	200.0	6.0
Unterfl. innen	Kehlnaht	-	157.5	6.0

Belastungen

Belastungen auf das System

U'ä}æ↔\ \&ã=ßæ^

Komm.	N _x [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]
Einw. Ed.1 (a) 4.31-1	0.00	0.00	23.63
Einw. Ed.2 (a) 4.31-1	0.00	0.00	65.50

(a) aus Pos. '4.31.', Ort '4.31-1'

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
 Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Ek	(* *EW)
2	1.00*Ed.2

Nachweise (GZT)

Sá' á}æ↔bæÁ↔↑ÁÖãæ^ ~ | b\á^ääÄæãÁÛää&à†á↔&←æ↔\Á^á'áÁÆØSÁ
 EN 1993-1-1 und DIN EN 1993-1-8

Nachweis E-E

EK Ort	N _{x,d} [kN]	M _{y,d} [kNm]	V _{z,d} [kN]	d [N/mm ²]	[-]
Ûã†&æã 2		65.5		168.4	0.72

σ	EK	Bauteil	$\sigma_{t,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{w,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{vw,d}$ [N/mm ²]	$f_{vw,d}$ [N/mm ²]	
	2	Flansch	-	176.09	176.09	207.85	0.85

<u>Zug</u>	EK	Bauteil	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{t,Rd}$ [kN]	
	2	Schrauben unten	242.58	254.16	0.95

Platte unten	plastische Momente	M_{I}	=	0.23	kNm
		M_{II}	=	4.67	kNm
		$M_{II,p1}$	=	11.72	kNm
	$M_{II}/M_{II,p1}$	4.67 / 11.72	=	0.40	í 1

rechnerische Hebelarme	c_1	=	1.15	cm
	c_2	=	5.70	cm
U	$V_{pl,d}$	=	949.74	kN
X	$Z_{pl,d}$	=	470.00	kN
		=	0.18	[-]

$M_{II}/(V_{pl,d} \cdot c_2) = 4.67 / 54.14 = 0.09 \quad \checkmark \quad 1$

Grenztragkraft	$Z_{R,d}$	=	426.33	kN
Minimale Grenztragkraft	min $Z_{R,d}$	=	426.33	kN

$N \cdot b' \rightarrow |bb \sim \uparrow \alpha \backslash \hat{A} | \hat{a} \hat{A} Q \uparrow \wedge \& b \leftarrow \hat{a} \hat{a} \hat{a} \backslash \hat{E}$

$M_{y,Ed} / (h_t - t_t) + N_{x,Ed} / 2 = 363.86 \quad \text{kN}$

$M_{y,Ed} / (h_t - t_t) + N_{x,Ed} / 2 / Z_{R,d} = 363.86 / 426.33 = 0.85 \quad \checkmark \quad 1$

Zusammenfassung Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT) Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Bauteil			[-]
Nachweis E-E		OK		0.72
σ	Flansch	OK		0.85
Schraubenzug	Schrauben unten	OK		0.95
Stirnplatte	Stirnpl.	OK		0.85

mb-Viewer Version 2023 - Copyright 2022 - mb-AEC Software GmbH

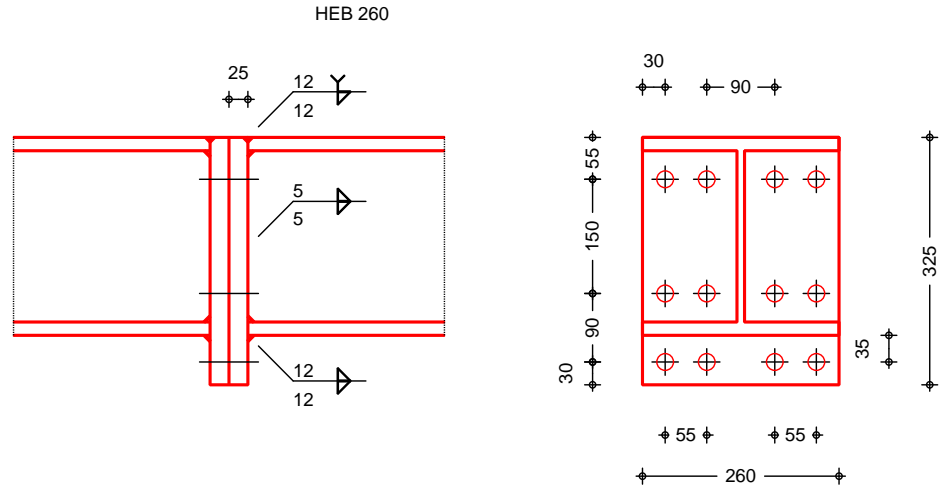
Pos. 4.71-1

Stirnplattenstoß HEB 260

Geometrie

M 1:10

Übersicht über den Bereich des Stirnplattenstoßes



Mat./Querschnitt

Bauteil	Material	Querschnitt [mm]
Profil	S 235	HEB 260
Stirnplatte	S 235	b/h/t = 260/325/25

Verbindungsmittel

Verbindung	Schraube/ U'á}æ↔ß^áá\	n	d ₀ /l _w [mm]	a _w [mm]
Stirnplatten	M20-10.9	4x3	22.0	-
Steg	Kehlnaht	2	177.0	5.0
Oberflansch	Kehlnaht	-	462.0	12.0
Ü'á}æ↔ß^áá\ ßæ^	Y-Naht	-	260.0	12.0
Unterfl. innen	Kehlnaht	-	202.0	12.0

Belastungen

Belastungen auf das System

Ü'á}æ↔ß^áá\

Komm.	N _x [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]
Einw. Ed.1 (a) 4.71-1	0.00	-45.92	240.90
Einw. Ed.2 (a) 4.71-1	0.00	-28.30	111.33
Einw. Ed.3 (a) 4.71-1	0.00	-28.30	111.33
Einw. Ed.4 (a) 4.71-1	0.00	-45.92	240.90

(a) aus Pos. '4.71.', Ort '4.71-1'

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
 Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Ek	(* *EW)
1	1.00*Ed.1

Nachweise (GZT)

Sá'á}æ↔ßæ^á↔↑ÁÖãæ^~ | b\á^áÄããÁÜää&à†á↔&←æ↔\Á^á'áÄØSÁ
 EN 1993-1-1 und DIN EN 1993-1-8

Nachweis	Bauteil		[-]
Abscheren	Schrauben oben	OK	0.08
Lochleibung	Stirnpl. oben	OK	0.05
Stirnplatte	Stirnpl.	OK	0.69

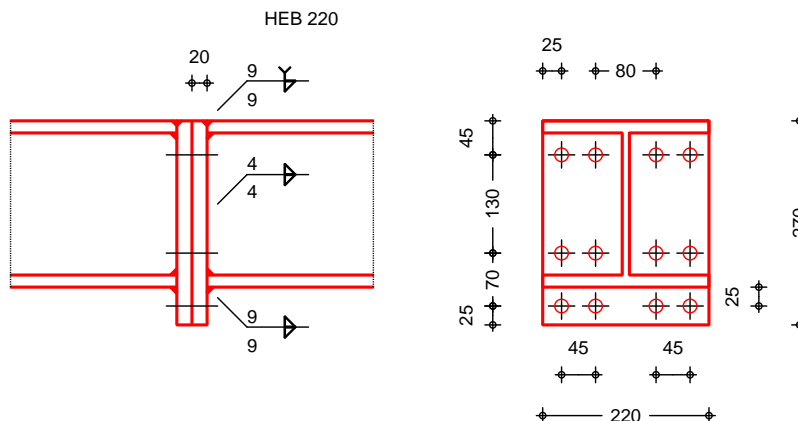
Pos. 3.11-1

Stirnplattenstoß HEB 220

Geometrie

M 1:10

Übersicht über die Geometrie des HEB 220 Profils.



Mat./Querschnitt

Bauteil	Material	Querschnitt [mm]
Profil	S 235	HEB 220
Stirnplatte	S 235	b/h/t = 220/270/20

Verbindungsmittel

Verbindung	Schraube/ U'ä}æ↔ß^ää\	n	d ₀ /l _w [mm]	a _w [mm]
Stirnplatten	M16-10.9	4x3	18.0	-
Steg	Kehlnaht	2	152.0	4.0
Oberflansch	Kehlnaht	-	394.5	9.0
Ü'ä}æ↔→ÈÁÁ ßæ^	Y-Naht	-	220.0	9.0
Unterfl. innen	Kehlnaht	-	174.5	9.0

Belastungen

Belastungen auf das System

U'ä}æ↔\ \&ã=ßæ^

Komm.	N _x [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]
Einw. Ed.1 (a) 3.11-1	0.00	18.22	48.85
Einw. Ed.2 (a) 3.11-1	0.00	50.04	133.76
Einw. Ed.3 (a) 3.11-1	0.00	18.22	48.85
Einw. Ed.4 (a) 3.11-1	0.00	50.04	133.76

(a) aus Pos. '3.11.', Ort '3.11-1'

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
 Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Ek	(* *EW)
2	1.00*Ed.2

Nachweise (GZT)

Sá'á}æ↔bæÁ↔↑ÁÖöæ^~ | b'á^ääæääÁÜää&à†á↔&←æ↔\ Á'á' áÁØSÁ
 EN 1993-1-1 und DIN EN 1993-1-8

Nachweis E-E

EK Ort	$N_{x,d}$	$M_{y,d}$	$V_{z,d}$	$\sigma_{v,d}$	
	[kN]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[-]
2		133.8	50.0	181.7	0.78
				27.0	
				182.1	

EK Bauteil	$\sigma_{t,d}$	$\sigma_{w,d}$	$\sigma_{vw,d}$	$f_{vw,d}$	
	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
2 Flansch	-	194.26	194.26	207.85	0.93
Steg	41.15	-	41.15	207.85	0.20

Zug	EK Bauteil	$F_{t,Ed}$	$F_{t,Rd}$	
		[kN]	[kN]	[-]
2	Schrauben unten	91.06	113.04	0.81

Abscheren	EK Bauteil	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	
		[kN]	[kN]	[-]
2	Schrauben oben	12.51	96.51	0.13

Lochleibung	EK Bauteil	$F_{zb,d}$	b_{bz}	k_{1z}	$F_{zb,Rd}$	
		[kN]			[kN]	[-]
2	Pl. oben	12.51	0.83	1.80	138.24	0.09

Platte unten

plastische Momente $M_{II} = 5.69$ kNm
 $M_{III} = -1.47$ kNm

****** ACHTUNG **** Die Schrauben versagen bevor der Zugflansch durchplastiziert ist.**

$$M_{III}/M_{III,pl} = -1.47 / 3.83 = -0.38 \quad \checkmark \quad 1$$

rechnerische Hebelarme $c_1 = 0.83$ cm
 $V_{pl,d} = 596.98$ kN

$$M_{III}/(V_{pl,d} \cdot e_1) = -1.47 / 14.92 = -0.10 \quad \checkmark \quad 1$$

Grenztragkraft $Z_{R,d} = 1021.8$ kN
 Minimale Grenztragkraft $\min Z_{R,d} = 1021.8$ kN

$$M_{y,Ed} / ((h_t - t_t) + N_{x,Ed} / 2) = 655.66 \quad \text{kN}$$

$$M_{y,Ed} / ((h_t - t_t) + N_{x,Ed} / 2) / Z_{R,d} = 655.66 / 1021.79 = 0.64 \quad \checkmark \quad 1$$

Zusammenfassung Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT) Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Bauteil		[-]
Nachweis E-E		OK	0.78
U'á}æ↔ß^ää\	Flansch	OK	0.93
Schraubenzug	Schrauben unten	OK	0.81
Abscheren	Schrauben oben	OK	0.13

Nachweis	Bauteil		[-]
Lochleibung	Stirnpl. oben	OK	0.09
Stirnplatte	Stirnpl.	OK	0.64

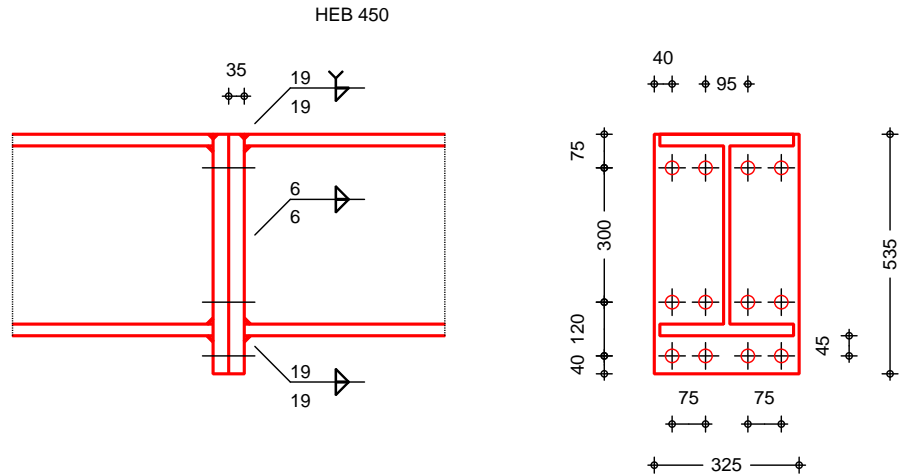
Pos. 3.71-1

Stirnplattenstoß HEB 450

Geometrie

M 1:17

Übersicht über die Geometrie der Verbindung



Mat./Querschnitt

Bauteil	Material	Querschnitt [mm]
Profil	S 235	HEB 450
Stirnplatte	S 235	b/h/t = 325/535/35

Verbindungsmittel

Verbindung	Schraube/ U'á}æ↔β^áá\	n	d ₀ /l _w [mm]	a _w [mm]
Stirnplatten	M27-10.9	4x3	30.0	-
Steg	Kehlnaht	2	344.0	6.0
Oberflansch	Kehlnaht	-	532.0	19.0
Ü'á}æ↔→ÉÁá βæ^	Y-Naht	-	300.0	19.0
Unterfl. innen	Kehlnaht	-	232.0	19.0

Belastungen

Belastungen auf das System

U'á}æ↔\&ã=βæ^

Komm.	N _x [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]
Einw. Ed.1 (a) 3.71-1	0.00	-168.26	813.03
Einw. Ed.2 (a) 3.71-1	0.00	-86.37	422.09
Einw. Ed.3 (a) 3.71-1	0.00	-86.37	422.09
Einw. Ed.4 (a) 3.71-1	0.00	-168.26	813.03

(a) aus Pos. '3.71', Ort '3.71-1'

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
 Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Ek	(* *EW)
1	1.00*Ed.1

Nachweise (GZT)

Sá'á}æ↔bæÁ↔↑ÁÖãæ^~ | b\á'áÄããÁÜää&ã†ã↔&←æ↔\Á'á'áÄØSÁ
 EN 1993-1-1 und DIN EN 1993-1-8

Nachweis E-E

EK	Ort	$N_{x,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$V_{z,d}$ [kN]	a d v,d [N/mm ²]	$[-]$
1		813.0	-168.3	229.0	229.3	0.98

U'á}æ↔ß^ää\

EK	Bauteil	$f_{v,d}$ [N/mm ²]	w,d [N/mm ²]	wv,d [N/mm ²]	$f_{vw,d}$ [N/mm ²]	$[-]$
1	Flansch	-	197.31	197.31	207.85	0.95
	Steg	40.76	-	40.76	207.85	0.20

Zug

EK	Bauteil	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{t,Rd}$ [kN]	$[-]$
1	Schrauben unten	266.32	330.48	0.81

Abscheren

EK	Bauteil	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]	$[-]$
1	Schrauben oben	42.06	274.83	0.15

Lochleibung

EK	Bauteil	$F_{zb,d}$ [kN]	bz	k_{1z}	$F_{zb,Rd}$ [kN]	$[-]$
1	Pl. oben	42.06	0.83	1.80	408.24	0.10

Platte unten

plastische Momente $M_I = 25.73$ kNm
 $M_{II} = -4.51$ kNm

**** ACHTUNG ****

Die Schrauben versagen bevor der Zugflansch durchplastiziert ist.

$M_{II,pl} = 16.23$ kNm
 $M_{II}/M_{II,pl} = -4.51 / 16.23 = -0.28$ í 1

rechnerische Hebelarme $c_1 = 1.48$ cm
 $U'á|â\ãä&à†â&←æ↔\$ $V_{pl,d} = 1543.3$ kN

$M_{II}/(V_{pl,d} \cdot e_1) = -4.51 / 61.73 = -0.07$ í 1

Grenztragkraft $Z_{R,d} = 2869.2$ kN
 Minimale Grenztragkraft $\min Z_{R,d} = 2869.2$ kN

$N^b'â \rightarrow |bb \uparrow \sim \uparrow æ^ \backslash \hat{A} | ^ \hat{a} \hat{A} Q \uparrow ^ \& b \leftarrow \hat{a} \hat{a} \hat{a} \backslash \hat{E}$
 $M_{y,Ed} / (h_t - t_t) + N_{x,Ed} / 2 = 1917.5$ kN
 $M_{y,Ed} / (h_t - t_t) + N_{x,Ed} / 2 / Z_{R,d} = 1917.53 / 2869.17 = 0.67$ í 1

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Bauteil	$[-]$
Nachweis E-E		OK 0.98
U'á}æ↔ß^ää\	Flansch	OK 0.95
Schraubenzug	Schrauben unten	OK 0.81

Nachweis	Bauteil		[-]
Abscheren	Schrauben oben	OK	0.15
Lochleibung	Stirnpl. oben	OK	0.10
Stirnplatte	Stirnpl.	OK	0.67

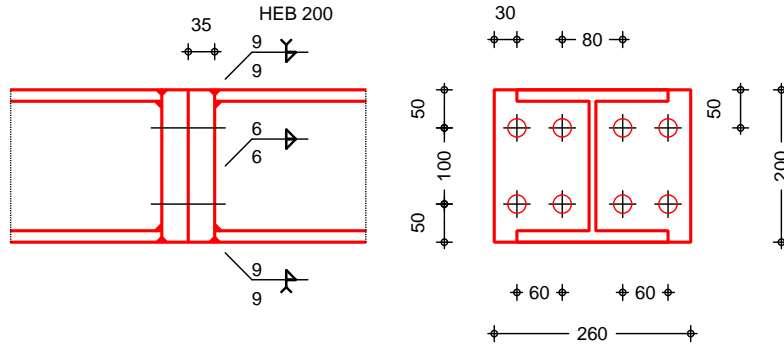
Pos. 3.101-1

Stirnplattenstoß HEB 200

Geometrie

M 1:10

Übersicht über die Geometrie des Stirnplattenstoßes.



Mat./Querschnitt

Bauteil	Material	Querschnitt [mm]
Profil	S 235	HEB 200
Stirnplatte	S 235	b/h/t = 260/200/35

Verbindungsmittel

Verbindung	Schraube/ U'ä}æ↔β^ää\	n	d ₀ /l _w [mm]	a _w [mm]
Stirnplatten	M22-10.9	4x2	24.0	-
Steg	Kehlnaht	2	134.0	6.0
Šâæää→ÈÁá βæ^	Y-Naht	-	200.0	9.0
Oberfl. innen	Kehlnaht	-	155.0	9.0
Û^ \æää→ÈÁá βæ^	Y-Naht	-	200.0	9.0
Unterfl. innen	Kehlnaht	-	155.0	9.0

Belastungen

Belastungen auf das System

U'ä^↔\ \&ã=βæ^

Komm.	N _x [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]
Einw. Ed.1 (a) 3.101-1	0.00	15.54	38.50
Einw. Ed.2 (a) 3.101-1	0.00	42.88	106.15
Einw. Ed.3 (a) 3.101-1	0.00	15.54	38.50
Einw. Ed.4 (a) 3.101-1	0.00	42.88	106.15

(a) aus Pos. '3.101', Ort '3.101-1'

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
 Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Ek	(* *EW)
2	1.00*Ed.2

Nachweise (GZT)

Sá'á}æ↔bæÁ↔↑ÁÖãæ^~ | b\á^ääÄæääÜää&à†á↔&←æ↔\Á'á'ääØSÁ
 EN 1993-1-1 und DIN EN 1993-1-8

Nachweis E-E

EK Ort	$N_{x,d}$	$M_{y,d}$	$V_{z,d}$	$\sigma_{v,d}$	
	[kN]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[-]
2		106.2	42.9	186.2	0.79
				26.8	
				186.6	

EK Bauteil	$\sigma_{t,d}$	$\sigma_{w,d}$	$\sigma_{vw,d}$	$f_{vw,d}$	
	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
2 Flansch	-	188.82	188.82	207.85	0.91
Steg	26.67	-	26.67	207.85	0.13

Zug	EK Bauteil	$F_{t,Ed}$	$F_{t,Rd}$	
		[kN]	[kN]	[-]
2	Schrauben unten	206.92	218.16	0.95

Abscheren	EK Bauteil	$F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$	
		[kN]	[kN]	[-]
2	Schrauben oben	10.72	182.46	0.06

Lochleibung	EK Bauteil	$F_{zb,d}$	b_z	k_{1z}	$F_{zb,Rd}$	
		[kN]			[kN]	[-]
2	Pl. oben	10.72	0.69	1.80	277.20	0.04

Platte unten	plastische Momente	$M_I = 0.00$	kNm
		$M_{II} = 5.92$	kNm
		$M_{II,pl} = 12.98$	kNm
	$M_{II}/M_{II,pl}$	$5.92 / 12.98 = 0.46$	1

rechnerische Hebelarme	$c_1 = 0.78$	cm
	$c_2 = 5.45$	cm
$U'_{\sigma} \sigma_{pl,d}$	$V_{pl,d} = 1234.7$	kN
$X \sigma_{pl,d}$	$Z_{pl,d} = 705.00$	kN
	$= 0.00$	[-]

$M_{II} / (V_{pl,d} * c_2) = 5.92 / 67.29 = 0.09$ 1 1

Grenztragkraft	$Z_{R,d} = 756.87$	kN
Minimale Grenztragkraft	$\min Z_{R,d} = 705.00$	kN

$X | \sigma_{pl,d} \leq \sigma_{yk} \rightarrow \sigma_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{yk} \leq \sigma_{yk} \rightarrow \sigma_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$

$N^{b'} \rightarrow | \sigma_{t,d} | \leq \sigma_{yk} \rightarrow \sigma_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$
 $M_{y,Ed} / (h_t - t_t) + N_{x,Ed} / 2 = 573.79$ kN
 $M_{y,Ed} / (h_t - t_t) + N_{x,Ed} / 2 / Z_{R,d} = 573.79 / 705 = 0.81$ 1 1

<u>Zusammenfassung</u>	Zusammenfassung der Nachweise
<u>Nachweise (GZT)</u>	Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit
Nachweis	Bauteil
	[-]
Nachweis E-E	OK 0.79

Nachweis	Bauteil		[-]
U' á}æ↔ß^áá\	Flansch	OK	0.91
Schraubenzug	Schrauben unten	OK	0.95
Abscheren	Schrauben oben	OK	0.06
Lochleibung	Stirnpl. oben	OK	0.04
Stirnplatte	Stirnpl.	OK	0.81

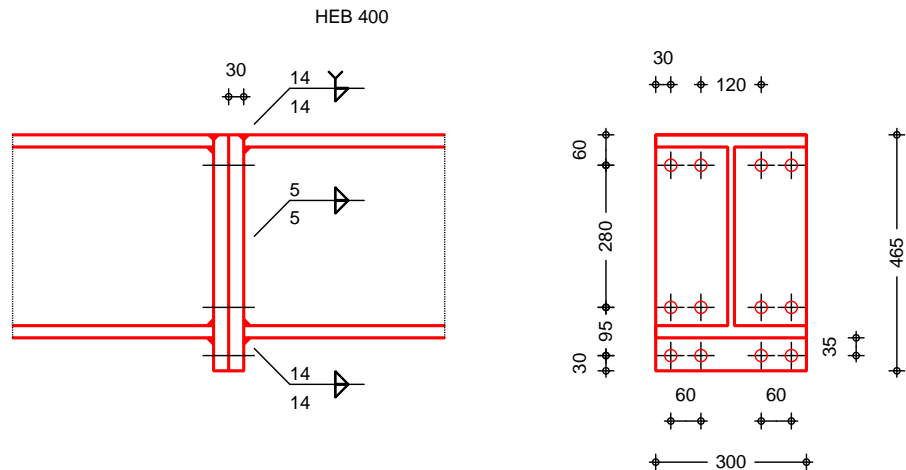
Pos. E.11-1

Stirnplattenstoß HEB 400

Geometrie

M 1:15

Übersicht über die Geometrie des HEB 400 Profils.



Mat./Querschnitt

Bauteil	Material	Querschnitt [mm]
Profil	S 235	HEB 400
Stirnplatte	S 235	b/h/t = 300/465/30

Verbindungsmittel

Verbindung	Schraube/ U'á}æ↔β^áá\	n	d ₀ /l _w [mm]	a _w [mm]
Stirnplatten	M22-10.9 (P)	4x3	24.0	-
Steg	Kehlnaht	2	298.0	5.0
Oberflansch	Kehlnaht	-	532.5	14.0
Ü'á}æ↔→ÉÁÁ βæ^	Y-Naht	-	300.0	14.0
Unterfl. innen	Kehlnaht	-	232.5	14.0

Belastungen

Belastungen auf das System

U'á}æ↔\&ã=βæ^

Komm.	N _x [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]
Einw. Ed.1 (a) E.11	0.00	51.24	215.15
Einw. Ed.2 (a) E.11	0.00	122.64	513.80
Einw. Ed.3 (a) E.11	0.00	51.24	215.15
Einw. Ed.4 (a) E.11	0.00	122.64	513.80

(a) aus Pos. 'E.11', Ort 'E.11'

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
 Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Ek	(* *EW)
2	1.00*Ed.2

Nachweise (GZT)

Sá'á}æ↔bæÁ↔↑ÁÖãæ^~|b\á'áÄããÁÜää&ã†ã↔&←æ↔\Á'á'áÄØSÁ
 EN 1993-1-1 und DIN EN 1993-1-8

Nachweis E-E

EK	Ort	$N_{x,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$V_{z,d}$ [kN]	$\sigma_{v,d}$ [N/mm ²]	$\tau_{v,d}$ [-]
2		513.8	122.6	178.4	0.76	
				25.5		
				178.7		

U'á}æ↔ß^áá\

EK	Bauteil	$\sigma_{t,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{w,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{v,d}$ [N/mm ²]	$f_{vw,d}$ [N/mm ²]	[-]
2	Flansch	-	191.00	191.00	207.85	0.92
	Steg	41.15	-	41.15	207.85	0.20

Zug

EK	Bauteil	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{t,Rd}$ [kN]	[-]
2	Schrauben unten	189.79	218.16	0.87

Abscheren

EK	Bauteil	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]	[-]
2	Schrauben oben	30.66	199.43	0.15

Lochleibung

EK	Bauteil	$F_{zb,d}$ [kN]	b_z	k_{1z}	$F_{zb,Rd}$ [kN]	[-]
2	Pl. oben	30.66	0.83	1.80	298.08	0.10

Platte unten

plastische Momente $M_{II} = 17.45$ kNm
 $M_{III} = -5.63$ kNm

**** ACHTUNG ****

Die Schrauben versagen bevor der Zugflansch durchplastiziert ist.

$M_{II,pl} = 11.87$ kNm
 $M_{II}/M_{II,pl} = -5.63 / 11.87 = -0.47$ í 1

rechnerische Hebelarme $c_1 = 1.12$ cm
 $U'á|\hat{a}\ddot{a}\&\hat{a}\leftrightarrow\&\leftarrow\&\leftrightarrow\$
 $V_{pl,d} = 1221.1$ kN

$M_{II}/(V_{pl,d} \cdot e_1) = -5.63 / 36.63 = -0.15$ í 1

Grenztragkraft $Z_{R,d} = 2120.4$ kN
 Minimale Grenztragkraft $\min Z_{R,d} = 2120.4$ kN

$N^b\acute{a}\rightarrow|bb\uparrow\sim\uparrow\&\^{\acute{A}}|\^{\acute{a}}\acute{Q}\uparrow\^{\&b}\leftarrow\acute{a}\acute{a}\acute{a}\^{\hat{E}}$
 $M_{y,Ed}/(h_t - t_t) + N_{x,Ed}/2 = 1366.5$ kN
 $M_{y,Ed}/(h_t - t_t) + N_{x,Ed}/2 / Z_{R,d} = 1366.48 / 2120.42 = 0.64$ í 1

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Bauteil	[-]
Nachweis E-E		OK 0.76
U'á}æ↔ß^áá\	Flansch	OK 0.92
Schraubenzug	Schrauben unten	OK 0.87

Nachweis	Bauteil		[-]
Abscheren	Schrauben oben	OK	0.15
Lochleibung	Stirnpl. oben	OK	0.10
Stirnplatte	Stirnpl.	OK	0.64

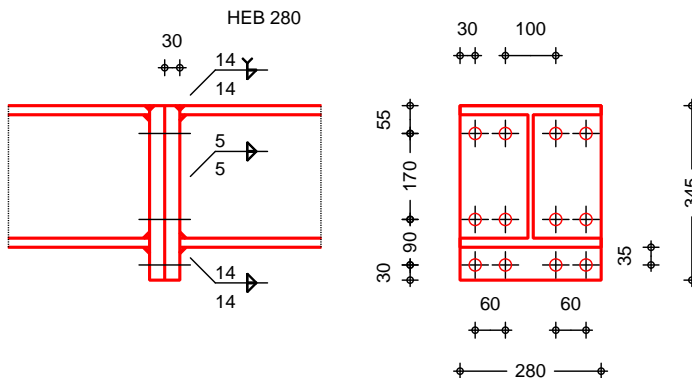
Pos. E.21-1

Stirnplattenstoß HEB 280

Geometrie

M 1:15

Übersicht über die Geometrie des HEB 280 Profils.



Mat./Querschnitt

Bauteil	Material	Querschnitt [mm]
Profil	S 235	HEB 280
Stirnplatte	S 235	b/h/t = 280/345/30

Verbindungsmittel

Verbindung	Schraube/ U'ä↔\&ã=ßä^	n	d ₀ /l _w [mm]	a _w [mm]
Stirnplatten	M22-10.9	4x3	24.0	-
Steg	Kehlnaht	2	196.0	5.0
Oberflansch	Kehlnaht	-	501.5	14.0
Ü'ä↔→ÈÁá ßä^	Y-Naht	-	280.0	14.0
Unterfl. innen	Kehlnaht	-	221.5	14.0

Belastungen

Belastungen auf das System

Ü'ä↔\&ã=ßä^

Komm.	N _x [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]
Einw. Ed.1 (a) E.21-1	0.00	-37.34	338.81
Einw. Ed.2 (a) E.21-1	0.00	-6.20	140.04
Einw. Ed.3 (a) E.21-1	0.00	-6.20	140.04
Einw. Ed.4 (a) E.21-1	0.00	-37.34	338.81

(a) aus Pos. 'E.21.', Ort 'E.21-1'

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
 Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Ek (* *EW)
1 1.00*Ed.1

Nachweise (GZT)

Sá'ä}↔↔bÄ↔↔↑ÁÖã^~ | b\á^ääÄããÁÜää&†á↔↔↔↔\Á^á'áÄØSÁ
 EN 1993-1-1 und DIN EN 1993-1-8

Nachweis E-E

EK	Ort	$N_{x,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$V_{z,d}$ [kN]	a d $v_{,d}$ [N/mm ²]	[-]
1	Vt@igt		338.8	-37.3	245.5 14.2 245.6	1.05

****** FEHLER **** Fkg"Cwupwv | wpi"ywtfg"Ädgtuejtkkvvgp0**

EK	Bauteil	$\sigma_{,d}$ [N/mm ²]	$w_{,d}$ [N/mm ²]	$w_{v,d}$ [N/mm ²]	$f_{vw,d}$ [N/mm ²]	[-]
1	Flansch	-	192.58	192.58	207.85	0.93
	Steg	19.05	-	19.05	207.85	0.09

Zug	EK	Bauteil	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{t,Rd}$ [kN]	[-]
	1	Schrauben unten	179.61	218.16	0.82

Abscheren	EK	Bauteil	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]	[-]
	1	Schrauben oben	9.34	182.46	0.05

Lochleibung	EK	Bauteil	$F_{zb,d}$ [kN]	b_z	k_{1z}	$F_{zb,Rd}$ [kN]	[-]
	1	Pl. oben	9.34	0.76	1.80	261.36	0.04

Platte unten
 plastische Momente $M_{II} = 16.29$ kNm
 $M_{III} = -4.78$ kNm

****** ACHTUNG **** Die Schrauben versagen bevor der Zugflansch durchplastiziert ist.**

$$M_{II}/M_{II,p1} = -4.78 / 10.7 = -0.45 \leq 1$$

rechnerische Hebelarme $c_1 = 1.12$ cm
 $V_{pl,d} = 1139.7$ kN

$$M_{II}/(V_{pl,d} \cdot e_1) = -4.78 / 34.19 = -0.14 \leq 1$$

Grenztragkraft $Z_{R,d} = 2063.9$ kN
 Minimale Grenztragkraft $\min Z_{R,d} = 2063.9$ kN

$$M_{y,Ed} / ((h_t - t_t) + N_{x,Ed} / 2) = 1293.2$$

$$M_{y,Ed} / ((h_t - t_t) + N_{x,Ed} / 2) / Z_{R,d} = 1293.17 / 2063.88 = 0.63 \leq 1$$

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Bauteil	[-]
Nachweis E-E		n.OK 1.05
$\sigma_{,d}$	Flansch	OK 0.93
	Schraubenzug	OK 0.82

Nachweis	Bauteil		[-]
Abscheren	Schrauben oben	OK	0.05
Lochleibung	Stirnpl. oben	OK	0.04
Stirnplatte	Stirnpl.	OK	0.63

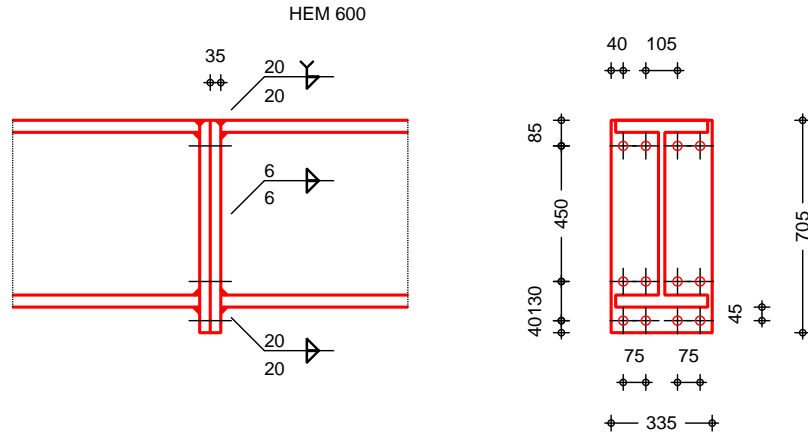
Pos. E.91-1

Stirnplattenstoß HEM 600

Geometrie

M 1:25

Übersicht über den Bereich des Stirnplattenstoßes HEM 600.



Mat./Querschnitt

Bauteil	Material	Querschnitt [mm]
Profil	S 235	HEM 600
Stirnplatte	S 235	b/h/t = 335/705/35

Verbindungsmittel

Verbindung	Schraube/ U'ä}æ↔β^ää\	n	d ₀ /l _w [mm]	a _w [mm]
Stirnplatten	M27-10.9	4x3	30.0	-
Steg	Kehlnaht	2	486.0	6.0
Oberflansch	Kehlnaht	-	535.0	20.0
Ü'ä}æ↔→ÈÁÁ βæ^	Y-Naht	-	305.0	20.0
Unterfl. innen	Kehlnaht	-	230.0	20.0

Belastungen

Belastungen auf das System

U'ä}æ↔\ \&ã=βæ^

Komm.	N _x [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]
Einw. Ed.1 (a) E.91-1	0.00	146.26	431.48
Einw. Ed.2 (a) E.91-1	0.00	413.72	1220.49
Einw. Ed.3 (a) E.91-1	0.00	146.26	431.48
Einw. Ed.4 (a) E.91-1	0.00	413.72	1220.49

(a) aus Pos. 'E.91', Ort 'E.91-1'

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
 Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Ek	(* *EW)
b\†^ä↔&D{~ãfiâæã&È	2 1.00*Ed.2

Nachweise (GZT)

Sá'ä}æ↔bæÁ↔↑ÁÖãæ^~ | b\á^äÄæãÁÜää&à†ä↔&←æ↔\ Á^á^áÁØSÁ
 EN 1993-1-1 und DIN EN 1993-1-8

Nachweis E-E

EK	Ort	$N_{x,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$V_{z,d}$ [kN]	$\sigma_{v,d}$ [N/mm ²]	$\tau_{v,d}$ [N/mm ²]
2			1220.5	413.7	159.3	0.68
					36.4	
					159.9	

EK	Bauteil	$\sigma_{t,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{w,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{vw,d}$ [N/mm ²]	$\tau_{vw,d}$ [N/mm ²]	
2	Flansch	-	205.17	205.17	207.85	0.99
	Steg	70.94	-	70.94	207.85	0.34

EK	Bauteil	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{t,Rd}$ [kN]	
2	Schrauben unten	292.26	330.48	0.88

EK	Bauteil	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]	
2	Schrauben oben	103.43	274.83	0.38

EK	Bauteil	$F_{zb,d}$ [kN]	b_{z1}	k_{1z}	$F_{zb,Rd}$ [kN]	
2	Pl. oben	103.43	0.94	1.80	462.67	0.22

Platte unten
 plastische Momente
 $M_{II} = 26.52$ kNm
 $M_{III} = -5.59$ kNm

****** ACHTUNG **** Die Schrauben versagen bevor der Zugflansch durchplastiziert ist.**

$$M_{II}/M_{II,pl} = -5.59 / 17.02 = -0.33 \quad \text{í} \quad 1$$

rechnerische Hebelarme
 $c_1 = 1.43$ cm
 $V_{pl,d} = 1590.8$ kN

$$M_{II}/(V_{pl,d} \cdot e_1) = -5.59 / 63.63 = -0.09 \quad \text{í} \quad 1$$

Grenztragkraft $Z_{R,d} = 2923.2$ kN
 Minimale Grenztragkraft $\min Z_{R,d} = 2923.2$ kN

$$M_{y,Ed} / (h_t - t_t) + N_{x,Ed} / 2 = 2104.3$$

$$M_{y,Ed} / (h_t - t_t) + N_{x,Ed} / 2 / Z_{R,d} = 2104.29 / 2923.21 = 0.72 \quad \text{í} \quad 1$$

Zusammenfassung Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT) Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Bauteil		
			[-]
Nachweis E-E		OK	0.68
U'á}æ↔ß^áá\	Flansch	OK	0.99
Schraubenzug	Schrauben unten	OK	0.88
Abscheren	Schrauben oben	OK	0.38

Nachweis	Bauteil		[-]
Lochleibung	Stirnpl. oben	OK	0.22
Stirnplatte	Stirnpl.	OK	0.72

Weitere Nachweise sind nicht erforderlich!

Bearbeiter:

Volker Scheffers, Master of Science

Aufgestellt:



12.07.2023

Datum Dipl.-Ing. Tobias Wiesenkämper

Ripkens Wiesenkämper Beratende Ingenieure PartGmbH
Zweigertstraße 14
45130 Essen