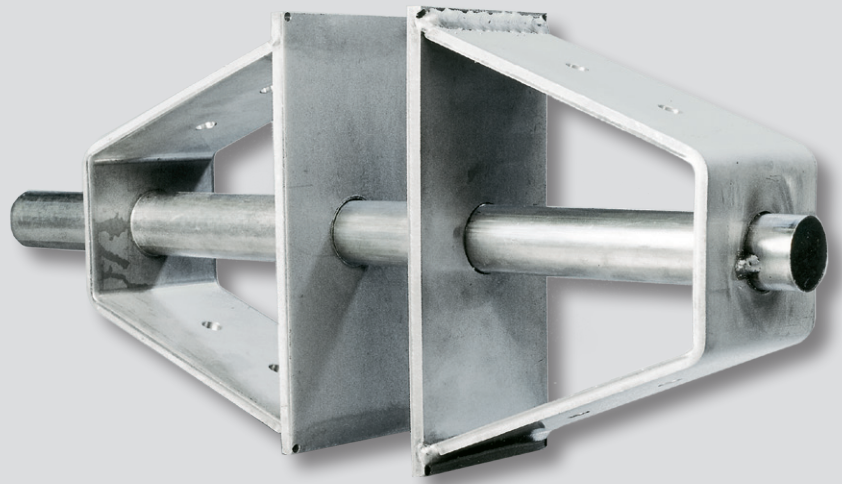


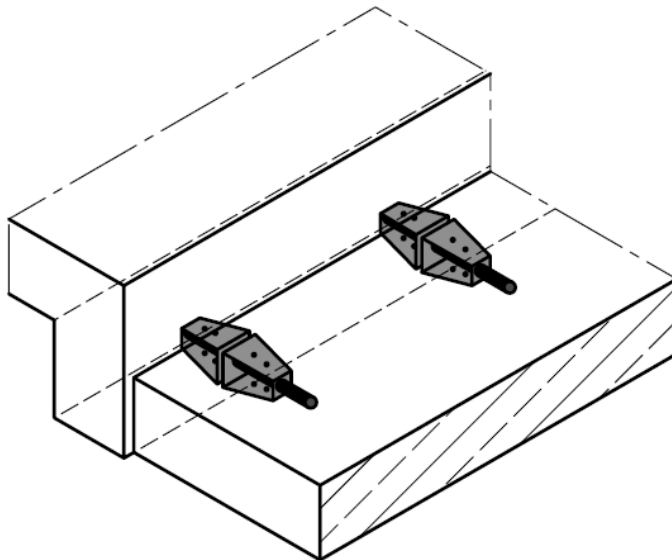
Egcodorn | Bemessungsbeispiel

Zulassung nach DIBt Z-15.7-252



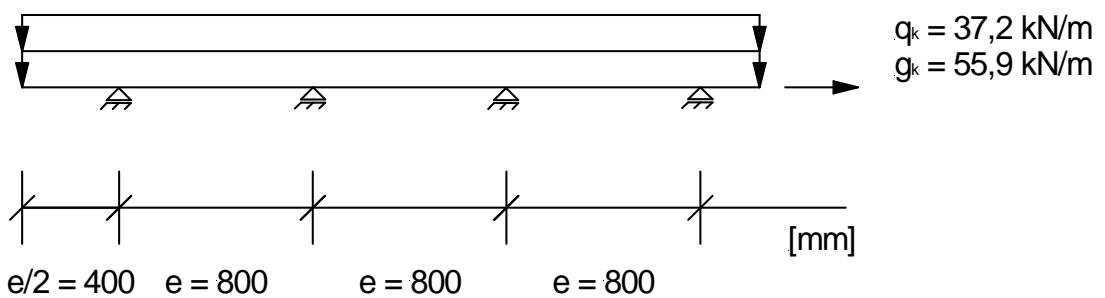
1 Anschluss Platte an Unterzugflanke mittels einer Querkraftdornreihe

1.1 Einbausituation



1.2 Randbedingungen

1.2.1 Belastung und statisches System:



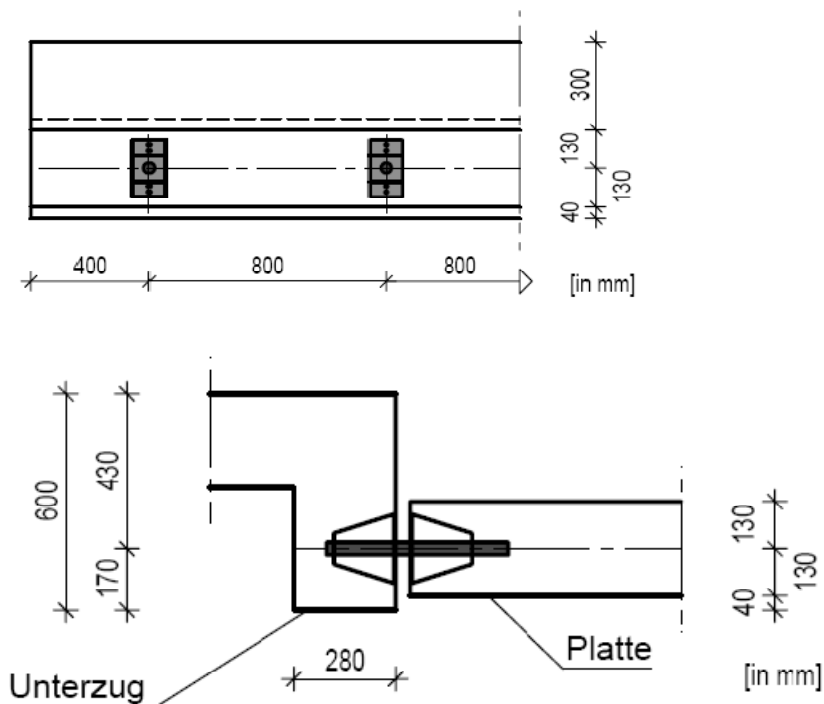
Ermittlung der einwirkenden Querkraft je Dorn mittels Lasteinzugsflächen

$$G_k = 55,9 \text{ kN/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 44,7 \text{ kN}$$

$$Q_k = 37,2 \text{ kN/m} \cdot 0,80 \text{ m} = 29,8 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 1,35 \cdot 44,7 + 1,5 \cdot 29,8 = \mathbf{105,1 \text{ kN}}$$

1.2.2 Querschnitt



Material: C25/30
 BSt 500 S
 $c_{nom} = 30 \text{ mm}$
 $z_{max} = 40 \text{ mm}$ (maximale Fugenbreite während der Nutzungsdauer)

1.2.3 Bauteilabmessungen:

Platte $h = 260 \text{ mm}$

Unterzug $h = 600 \text{ mm}$

$b = 280 \text{ mm}$

Anschluss der Platte 40 mm über der Unterkante des Unterzugs

Anforderung zweidimensionale horizontale Verschieblichkeit.

Gewählt:	Egcodorn DQB 120, Achsabstand $e = 80 \text{ cm}$
----------	---------------------------------------------------

1.3 Bemessung

1.3.1 Allgemeines

Die Bemessung wird in Anlehnung an die Zulassung Z-15.7-252 vorgenommen. Die konstruktive Durchbildung erfolgt ingenieurmäßig.

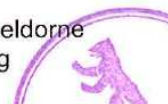
1.3.2 Überprüfung der Rand- und Achsabstände

Mindestbauteildicke	$h_{\min} = 240 \text{ mm} < 260 \text{ mm} = h_{\text{vorh}}$	✓
Mindestrandabstand in Beanspruchungsrichtung	$a_{R1} = 120 \text{ mm} < 130 \text{ mm} = c_{1,\text{vorh}}$	✓
Mindestachsabstand in UZ Längsrichtung	$e_{\min} = 360 \text{ mm} < 800 \text{ mm} = e_{\text{vorh}}$	✓
Seitlicher Mindestachsabstand in UZ Längsrichtung	$a_r = 180 \text{ mm} < 400 \text{ mm} = a_{r,\text{vorh}}$	✓

Querverschiebliche Typen DQB

	Achsabstand der Aufhängebewehrung l_c	Mindestdicke der zu verbindenden Bauteile h_{\min}	Mindestrandabstand in Beanspruchungsrichtung $a_{R1} = 0,5 \cdot h_{\min}$	Erforderlicher Achsabstand $e = 3,0 \cdot d_m + l_c$	Mindestachsabstand in plattenartigen Bauteilen $e_{\min} = 1,5 \cdot h_{\min}$	seitlicher Mindeststrandabstand $a_r = 0,75 \cdot h_{\min}$
Dorntyp	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
DQB-40	11,2	16,0	8,0	47,2	24,0	12,0
DQB-50	11,9	16,0	8,0	47,3	24,0	12,0
DQB-70	12,4	18,0	9,0	53,8	27,0	13,5
DQB-95	14,6	20,0	10,0	61,4	30,0	15,0
DQB-100	15,5	22,0	11,0	68,3	33,0	16,5
DQB-120	16,6	24,0	12,0	74,8	36,0	18,0
DQB-150	17,5	26,0	13,0	80,5	39,0	19,5
DQB-170	19,5	28,0	14,0	88,5	42,0	21,0
DQB-210	18,5	30,0	15,0	92,0	45,0	22,5
DQB-300	22,0	32,0	16,0	101,5	48,0	24,0
DQB-350	22,5	35,0	17,5	111,0	52,5	26,3

e minimaler Dornachsabstand ohne gegenseitige Beeinflussung der Einzeldorne
 a_r seitlicher Mindeststrandabstand rechtwinklig zur Beanspruchungsrichtung
 d_m mittlere statische Nutzhöhe



1.3.3 Stahltragfähigkeit nach Zulassung Z-15.7-252, Anlage 8, siehe unten

$$V_{Rd,s} = 119,2 \text{ kN}$$

Nachweis

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,s}} = \frac{105,1}{119,2} = 0,88 \leq 1,0 \quad \checkmark$$

Bemessungswerte der Stahltragfähigkeit $V_{Rd,s}$ Typ DQB

$z \leq$	[mm]	40	50	60
$V_{Rd,s}$ [kN]	DQB 40	36,8	29,5	24,6
	DQB 50	48,1	39,2	32,7
	DQB 70	71,0	57,5	47,9
	DQB 95	96,0	80,8	67,4
	DQB 100	103,5	99,4	82,8
	DQB 120	119,2	116,8	100,5
	DQB 150	148,1	144,5	131,8
	DQB 170	173,2	169,3	165,5
	DQB 210	209,8	205,2	196,3
	DQB 300	301,6	296,3	291,1
	DQB 350	356,0	349,6	343,5



1.3.4 Betontragfähigkeit nach Zulassung Z-15.7-252, Anlage 12, siehe unten

1.3.4.1 Platte

Die Betontragfähigkeit nach Zulassung wird als das Minimum aus Betonkantenbruch, Durchstanzen und der maximalen Stahltragfähigkeit bei der minimalen rechnerischen Fugenbreite von 40 mm gebildet.

$$V_{Rd,c} = \min \begin{cases} V_{Rd,ce} \\ V_{Rd,ct} \\ \max V_{Rd,s} \end{cases}$$

$$V_{Rd,c} = 119,2 \text{ kN} \quad (\text{Stahltragfähigkeit gerade maßgebend})$$

Nachweis

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,s}} = \frac{105,1}{119,2} = 0,88 \leq 1,0 \quad \checkmark$$

DQB 120 Bauteildicke	Bemessungswerte ¹ Betontragfähigkeit $V_{Rd,c}$			A_{Sx}		A_{Sy} (je obere und untere Lage)	
	h	C20/25	C25/30	C30/37	A_{Sx1}	A_{Sx2}	A_{Sy1}
[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[-]	[-]	[-]
240	98,8	113,2	119,2 ²	6 Ø 16	2 Ø 16	1 Ø 16	2 Ø 16
260	105,9	119,2 ²	119,2 ²	6 Ø 16	2 Ø 16	1 Ø 16	2 Ø 16
280	112,8	119,2 ²	119,2 ²	6 Ø 16	2 Ø 16	1 Ø 16	2 Ø 16
300	119,2 ²	119,2 ²	119,2 ²	6 Ø 16	2 Ø 16	1 Ø 16	2 Ø 16
320	119,2 ²	119,2 ²	119,2 ²	6 Ø 16	2 Ø 16	1 Ø 16	2 Ø 16

Erläuterung:

A_{Sx1} und A_{Sy1} sind für den Nachweis des Betonkantenbruchs erforderlich. Zusätzlich ist die lokale Lastweiterleitung in Form eines Durchstanz- oder eines Querkraftnachweises zu führen. Die in der Zulassung angegebene Bewehrung A_{Sx2} und A_{Sy2} ist zusätzlich zu A_{Sx1} und A_{Sy1} anzuordnen um den Durchstanznachweis führen zu können.

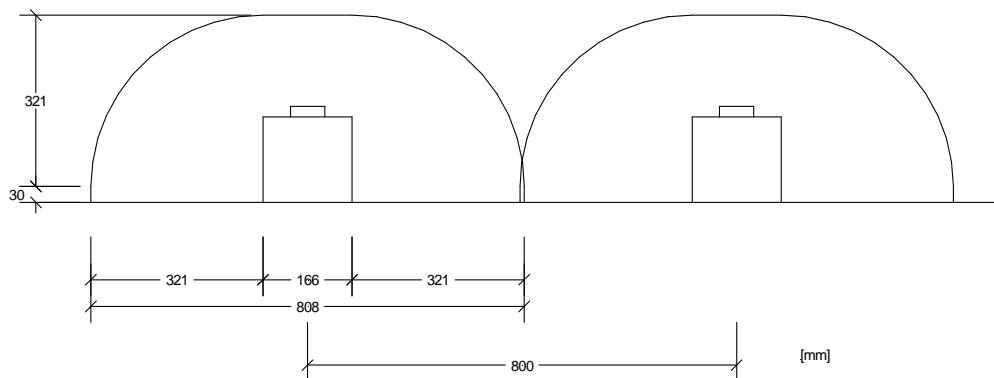
Der Durchstanznachweis ist in der Regel nur in plattenartigen Bauteilen zu führen. Bei geringen Dornabständen ist gegebenenfalls der Querkraftnachweis zu führen.

Überprüfung ob sich die Durchstanzkegel überschneiden.

	Achsabstand der Aufhängebewehrung l_c	Mindestdicke der zu verbindenden Bauteile h_{min}	Mindestrandabstand in Beanspruchungsrichtung $a_{R1} = 0,5 \cdot h_{min}$	Erforderlicher Achsabstand $e = 3,0 \cdot d_m + l_c$	Mindestachsabstand in plattenartigen Bauteilen $e_{min} = 1,5 \cdot h_{min}$	seitlicher Mindeststrandabstand $a_r = 0,75 \cdot h_{min}$
Dorntyp	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
DQB-40	11,2	16,0	8,0	47,2	24,0	12,0
DQB-50	11,9	16,0	8,0	47,3	24,0	12,0
DQB-70	12,4	18,0	9,0	53,8	27,0	13,5
DQB-95	14,6	20,0	10,0	61,4	30,0	15,0
DQB-100	15,5	22,0	11,0	68,3	33,0	16,5
DQB-120	16,6	24,0	12,0	74,8	36,0	18,0
DQB-150	17,5	26,0	13,0	80,5	39,0	19,5
DQB-170	19,5	28,0	14,0	88,5	42,0	21,0
DQB-210	18,5	30,0	15,0	92,0	45,0	22,5
DQB-300	22,0	32,0	16,0	101,5	48,0	24,0
DQB-350	22,5	35,0	17,5	111,0	52,5	26,3

$$d_m = h - c_{nom} - d_s = 260 - 30 - 16 = 214 \text{ mm} \quad (d_{Asx} = d_{Asy})$$

Skizze der Durchstanzkegel nach Zulassung Z-15.7-252, Anlage 16



$$erf e \geq 3,0 \cdot d_m + l_c = 3,0 \cdot 214 + 166 = 808 \text{ mm} > 800 \text{ mm}$$

Die Durchstanzkegel überschneiden sich um 8 mm.

⇒ Der Querkraftnachweis ist erforderlich, da sich die Durchstanzkegel überschneiden.

Querkraftnachweis für die Platte

Der Querkraftnachweis wird je Dorn geführt.

Gewählt:	Aufhängebewehrung:	$A_{Sx1} = 6\emptyset16 + A_{Sy1} = 1\emptyset16$
	Längsbewehrung Querkraft:	$A_{Sx2} = 4\emptyset16$
	Längsbewehrung Rand UZ:	$A_{Sy2} = 2\emptyset16$ (konstruktiv)
	Bewehrung Gesamt:	$A_{Sx} = 10\emptyset16 + A_{Sy} = 3\emptyset16$ oben und unten

$$V_{Rd,ct} = \frac{0,15}{\gamma_c} \cdot \kappa \cdot \eta_1 \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b_w \cdot d$$

$$d = h - c_{nom} - d_s/2260 - 30 - 16/2 = 222 \text{ mm}$$

$$\kappa = 1 + \sqrt{\frac{200}{222}} = 1,949 \leq 2,0$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$b_w = 800 \text{ mm} \quad (\text{entspricht Dornabstand } e)$$

$$\text{erf } \rho_l = \frac{\left(\frac{V_{Rd,ct}}{0,1 \cdot \kappa \cdot b_w \cdot d}\right)^3}{100 \cdot f_{ck}} = \frac{\left(\frac{105,1 \cdot 1000}{0,1 \cdot 1,949 \cdot 800 \cdot 222}\right)^3}{100 \cdot 25} = 0,011 \leq 0,02$$

$$\text{erf } A_s = 800 \cdot 222 \cdot 0,011/100 = 19,5 \text{ cm}^2$$

$$\text{vorh } A_s = 10\emptyset16 = 10 \cdot 2,01 = 20,1 \text{ cm}^2 > 19,5 \text{ cm}^2$$

Plattenlängsbewehrung ausreichend.

1.3.4.2 Unterzug

Da der Randabstand in Beanspruchungsrichtung größer ist als bei der zuvor nachgewiesenen Platte, tritt Betonkantenbruch später auf. Der Durchstanznachweis wird durch den Nachweis des Querkraftbewehrten Bauteils ersetzt.

$$V_{Rd,c} = 119,2 \text{ kN} \quad (\text{Stahltragfähigkeit erheblich geringer als Betonkantenbruch})$$

⇒ Daher Bemessung der Aufhängebewehrung nach Zulassung Z-15.7-252, Anlage 15 zur Reduktion des Betonstahlquerschnitts

$$V_{Rd,ce} = f_{\mu} \cdot (V_{Rd,1} + V_{Rd,2})$$

Gewählt:	$A_{Sx1} = 6\emptyset 14 + A_{Sy1} = 1\emptyset 14$
----------	-----------------------------------------------------

Ermittlung des Hakentraganteils

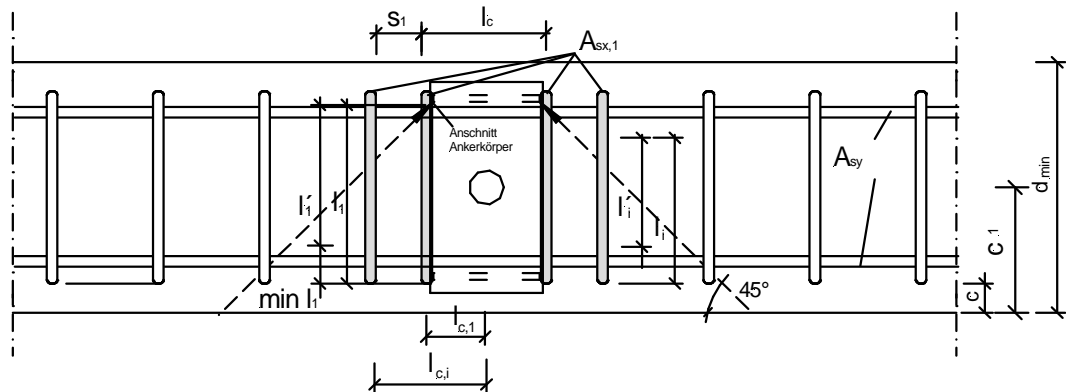
$$V_{Rd,1} = \frac{0,206 \cdot f_{yk}}{\gamma_{Mc}} \cdot \sqrt{\frac{f_{ck}}{30}} \cdot \sum \Psi_i \cdot A_{Sx1,i}$$

$$V_{Rd,1} = \frac{0,206 \cdot 500}{1,5} \cdot \sqrt{\frac{25}{30}} \cdot \sum \Psi_i \cdot 2 \cdot 154$$

$$V_{Rd,1} = 19307 \cdot \sum \Psi_i$$

$$\Psi_i = 1 - 0,2 \cdot \left(\frac{l_{c,i}}{c_1}\right)$$

Ermittlung der Bügelabstände von der Dornachse



$c_1 = 170 \text{ mm}$ (Randabstand des Dorns in Beanspruchungsrichtung)

$b_2 = 150 \text{ mm}$ (Breite des Ankerkörpers nach Zulassung Z-15.7-252, Anlage 4)

$$l_{c1} = \frac{b_2 + d_s}{2} = \frac{150 + 14}{2} = 82,0 \text{ mm}$$

für $h \geq 300 \text{ mm}$ beträgt der Stabachsabstand 50 mm.

$$l_{c2} = l_{c1} + 50 = 82 + 50 = 132,0 \text{ mm}$$

$$l_{c3} = l_{c2} + 50 = 132 + 50 = 182,0 \text{ mm}$$

$$\Psi_1 = 1 - 0,2 \cdot \left(\frac{82}{170}\right) = 0,90$$

$$\Psi_2 = 1 - 0,2 \cdot \left(\frac{132}{170}\right) = 0,85$$

$$\Psi_3 = 1 - 0,2 \cdot \left(\frac{182}{170}\right) = 0,79$$

$$V_{Rd,1} = \frac{19307 \cdot (0,90 + 0,85 + 0,79)}{1000} = 49,0 \text{ kN}$$

Ermittlung des Verbundanteils

$$V_{Rd,2} = \sum \pi \cdot d_s \cdot l'_{1,i} \cdot f_{bd}$$

$$V_{Rd,2} = \pi \cdot 2 \cdot 14 \cdot 2,7 \cdot \sum l'_{1,i}$$

$$V_{Rd,2} = 237,5 \cdot \sum l'_{1,i}$$

Ermittlung der Verbundlängen

$$l'_1 = c_1 - c_{nom} - 3 \cdot d_s + \frac{h_2}{2} - t_2 - \frac{d_s}{2}$$

$$l'_1 = 170 - 30 - 3 \cdot 14 + \frac{180}{2} - 5 - \frac{14}{2} = 176 \text{ mm}$$

$$l'_2 = l'_1 - 50$$

$$l'_2 = 176 - 50 = 126 \text{ mm}$$

$$l'_3 = l'_2 - 50$$

$$l'_3 = 126 - 50 = 76 \text{ mm}$$

$$V_{Rd,2} = \frac{237,5 \cdot (176 + 126 + 76)}{1000} = 89,8 \text{ kN}$$

Widerstand gegen Betonkantenbruch

$$V_{Rd,ce} = f_{\mu} \cdot (V_{Rd,1} + V_{Rd,2})$$

$$f_{\mu} = 0,9 \quad \text{Reibungsbeiwert zur Berücksichtigung der Querverschiebung}$$

$$V_{Rd,ce} = 0,9 \cdot (49,0 + 89,8) = 124,9 \text{ kN} < 6 \cdot 154 \cdot 43,5 = 401,9 \text{ kN}$$

Nachweis

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,ce}} = \frac{105,1}{124,9} = 0,84 \leq 1,0 \quad \checkmark$$

Aufhängebewehrung im Unterzug

$$\text{erf } A_s = \frac{105,1}{43,5} = 2,42 \text{ cm}^2$$

$$\text{vorh } A_s = 3,08 \text{ cm}^2 > 2,42 \text{ cm}^2$$

Gewählt:	Bü Ø 14 zweischnittig
----------	-----------------------

1.4 Konstruktive Durchbildung

1.4.1 Platte

Das erste Bügelpaar wird nach Zulassung direkt an den Dornkörper gelegt.

Das zweite Bügelpaar wird mit dem nach DIN 1045-1 minimalen zulässigen lichten Abstand $s = 20 \text{ mm}$ verlegt.

Das dritte Bügelpaar wird nach Zulassung mit einem Achsabstand von $e = 50 \text{ mm}$ verlegt.

Die zusätzlich für den Querkraftnachweis erforderliche Längsbewehrung wird gleichmäßig zwischen den Dornen verteilt angeordnet.

Zur Aufnahme von Spaltzugkräften ist längs des Plattenrandes konstruktiv oben und unten $A_{sy1} = 1\emptyset 16$ einzulegen.

1.4.2 Unterzug

Das erste Bügelpaar wird als Querkraftbügel für den Unterzug ausgebildet und an den Dornkörper gelegt.

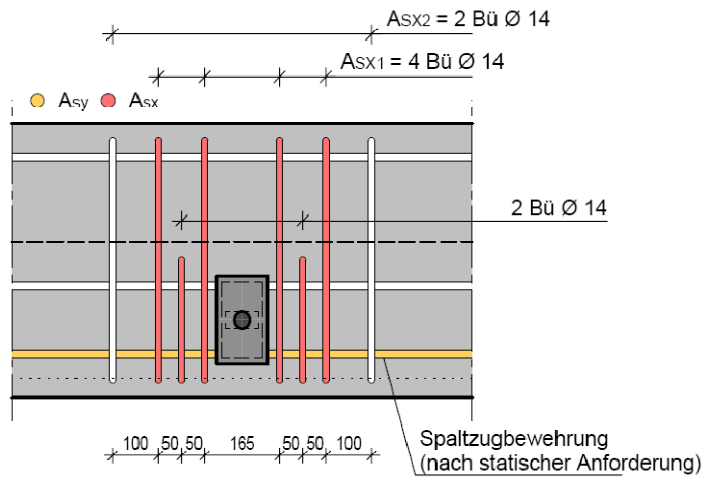
Das zweite und dritte Bügelpaar wird mit einem Achsabstand von $e = 50 \text{ mm}$ verlegt. Der zweite Bügel wird bezogen auf die Dornachse symmetrisch ausgebildet, um Horizontalkräfte aus einer Rotationsbewegung des Dorns um die Längsachse des Unterzuges aufnehmen zu können.

Um die gesamte durch den Dorn eingeleitete Last im Unterzug hochzuhängen, ist mindestens ein Querkraftbügel $\emptyset 14$ anzuordnen.

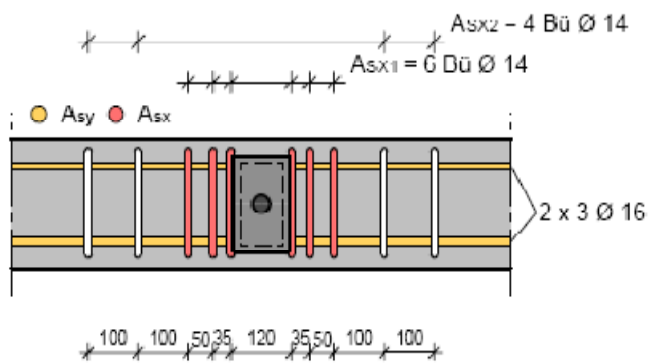
Zur Aufnahme von Spaltzugkräften ist konstruktiv $A_{sy1} = 1\emptyset 14$ einzulegen.

1.5 Bewehrungsdetail

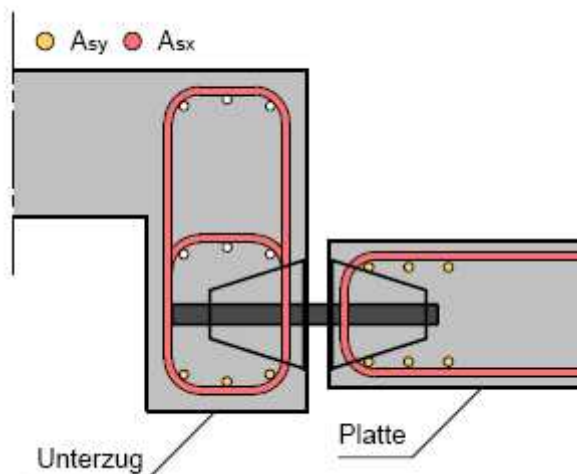
Bewehrung Unterzug



Bewehrung Platte



Schnitt Unterzug - Platte



1.6 Weiterleitung der Kräfte

Die Bemessung der Platte und des Unterzugs sowie die Weiterleitung der lokal durch die Querkraftdorne eingeleiteten Kräfte muss durch den Planer erfolgen. Insbesondere sind die Torsionsmomente aus dem exzentrischen Anschluss der Querkraftdorne bezogen auf die Unterzuglängsachse zu berücksichtigen.



Max Frank GmbH & Co. KG | Technologien für die Bauindustrie

Mitterweg 1
D-94339 Leiblging

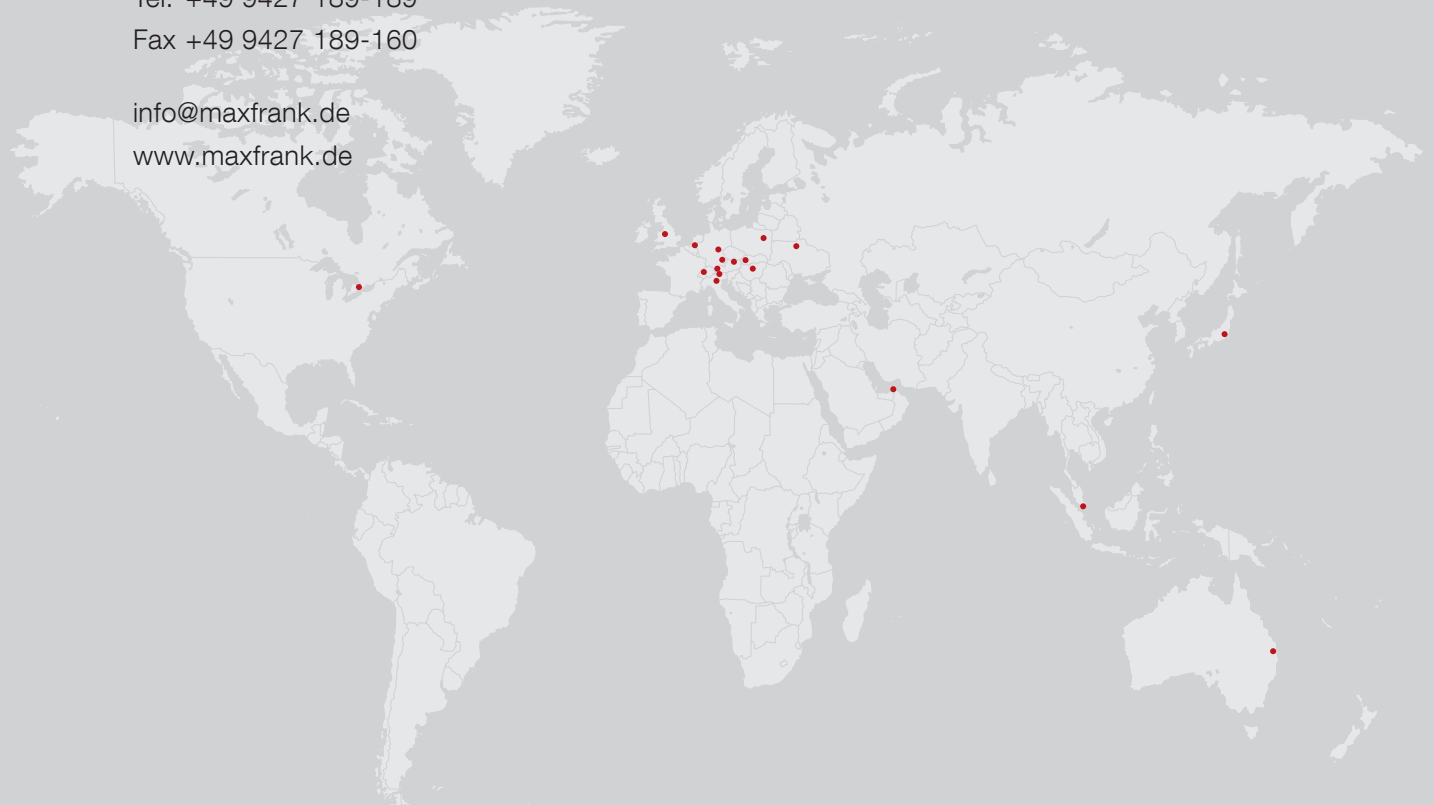
Verkauf

Tel. +49 9427 189-0
Fax +49 9427 1588

Technische Beratung

Tel. +49 9427 189-189
Fax +49 9427 189-160

info@maxfrank.de
www.maxfrank.de



www.maxfrank.de