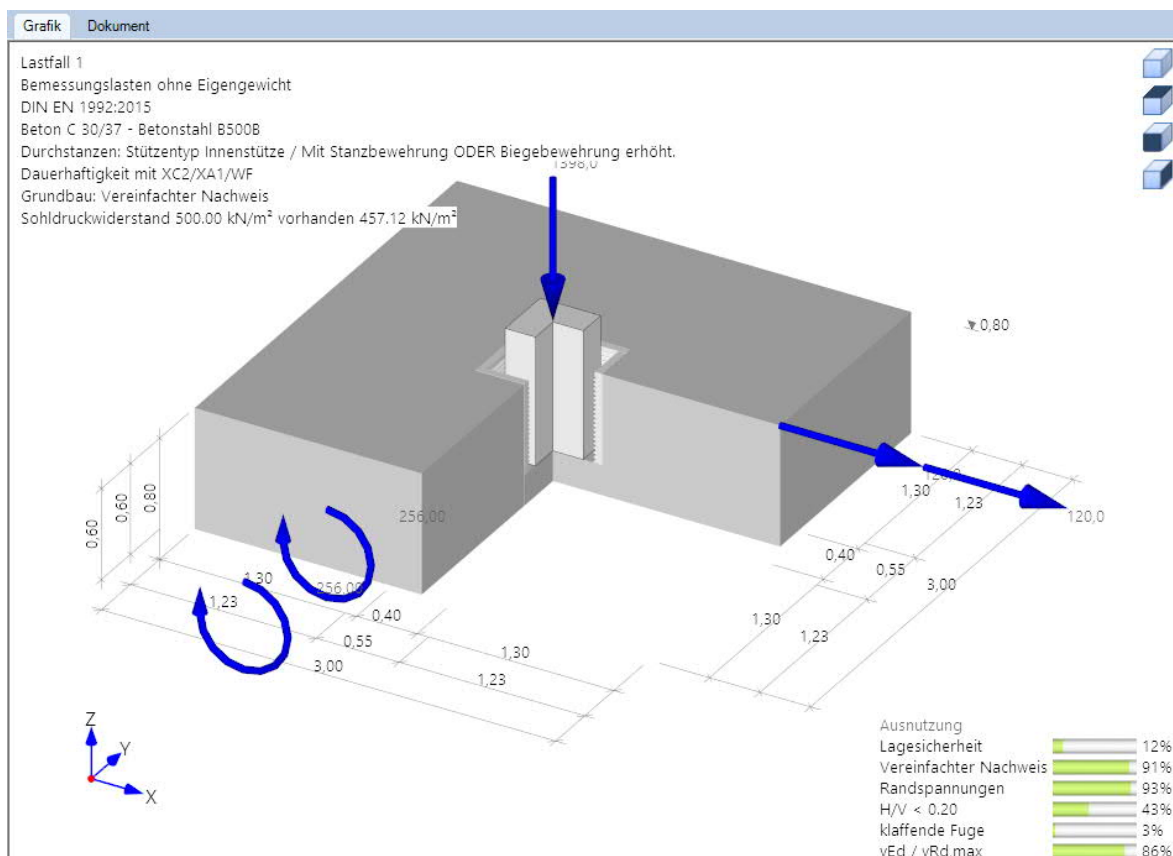


Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung	2
2. Ergebnisse	3
2.1 Programmversion	3
2.2 Eingabedaten zur Berechnung	3
2.3 Schnittgrößenermittlung	3
2.4 Bemessung in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit	5
2.4.1 Bemessung für Biegung:	5
2.4.2 Bemessung für Querkraft:	6
2.4.3 Kraftübertragung von der Stütze auf das Blockfundament:	7
3. Bewertung	9
3.1 Allgemeines	9
3.2 Stabwerkmodell nach Heft 599	9
3.3 Becherbewehrung: horizontale Bügelbewehrung	9
4. Programmausdruck FDB+ Blockfundament	10



1. Aufgabenstellung

Zu bemessen ist ein quadratisches Blockfundament für Stahlbeton-Fertigteilstützen. Die Aussparung im Blockfundament wird mit rauer (verzahnter) Schalungsfläche hergestellt. Die Bemessung ist nach DIN EN 1992-1-1/NA 1.5.2.5 und 1.5.2.6 für Einwirkungen des üblichen Hochbaus, die als vorwiegend ruhende Einwirkungen anzunehmen sind, durchzuführen.

Aus einem Baugrundgutachten ist anzunehmen: nichtbindiger Baugrund, betonangreifend, frostfrei.

Aus der Stützenbemessung werden zwei Lastfälle abgeleitet:

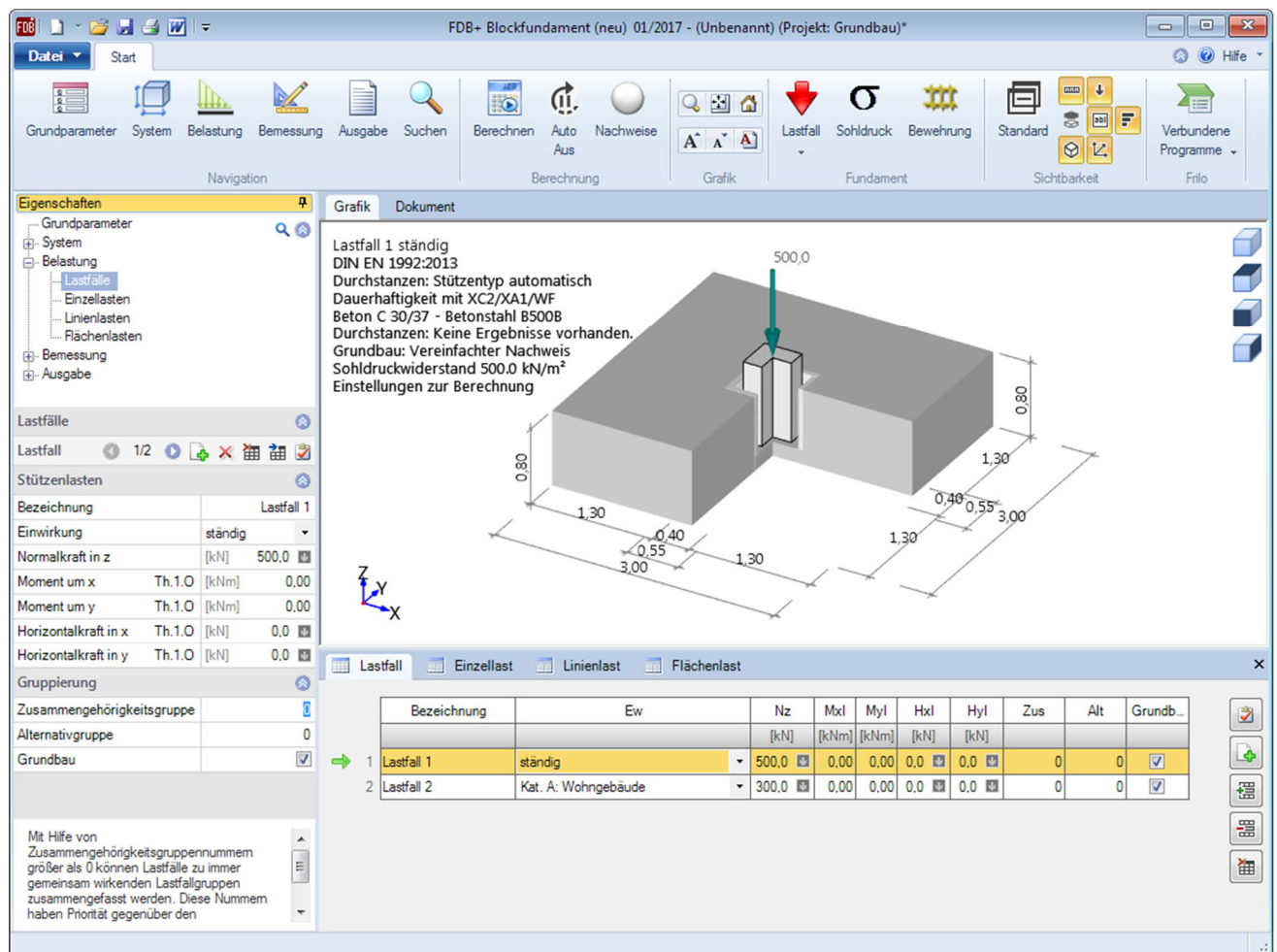
- Randstütze einachsige Biegung mit geringer Ausmitte (Montagezustand als Randstütze)
- Innenstütze planmäßige mittige Druckkraft (Endzustand als Innenstütze)

Als Baustoffe werden verwendet:

- Beton C 30/37 für das Fundament
- Beton C 40/50 für die Fertigteilstütze
- Bewehrung B500B Betonstahl (hochduktil)

Der geotechnische Nachweis der Tragfähigkeit ist nicht Gegenstand dieses Beispiels.

Dieses Beispiel ist im Übrigen auch auf der [Evaluierungsdatenbank EvaDAT](#) aufgeführt.



The screenshot shows the FDB+ Blockfundament software interface. The main window displays a 3D model of a square foundation with a central column. The foundation dimensions are 3.00m x 3.00m, and the column dimensions are 0.40m x 0.40m. The foundation height is 0.80m. The column height is 0.55m. The foundation is made of concrete C 30/37, and the column is made of concrete C 40/50. The reinforcement is B500B. The load case is Lastfall 1 ständig, with a vertical load of 500.0 kN. The software also shows a table of load cases.

Bezeichnung	Ew	Nz	Mxl	MyI	Hxl	Hyl	Zus	Alt	Grundb...
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]			
1 Lastfall 1	ständig	500.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
2 Lastfall 2	Kat. A: Wohngebäude	300.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>

2. Ergebnisse

2.1 Programmversion

Die Berechnung / Bemessung wird mit dem Programm FDB+ der FRILO Software GmbH in der Version 02/2017 durchgeführt.

2.2 Eingabedaten zur Berechnung

Das Blockfundament wird für die vorgegebenen Einwirkungen aus dem Referenzbeispiel untersucht. Im Lastfall 1 erfolgt eine Untersuchung für einachsige Biegung mit geringer Ausmitte, während im Lastfall 2 die Auswirkungen einer mittigen Druckkraft beurteilt und nachgewiesen werden. Für das Durchstanzen ist der Lastfall 2 für die Bemessung maßgebend.

2.3 Schnittgrößenermittlung

Mit den aus der Stützenberechnung bekannten Beanspruchungen werden die Schnittgrößenermittlungen im Grenzzustand der Tragfähigkeit und im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit durchgeführt. Die Ergebnisse entsprechen der Referenzlösung.

		Referenzlösung		FDB+	
N_{Ed0}	kN	1398	4073	1398	4073
V_{Ed}	kN	120	0	120	
M_{Ed0}	kNm	256	61	256	61
M_{Ed0}	kNm	352	61	352	61
$\sigma_{gd,min}$	kN/m ²	77,1	439	77.1	439
$\sigma_{gd,max}$	kN/m ²	234	466	233.6	466.1
$M_{Ed,B}$	kNm	535	1172	535	1171.61
$M_{Ed,A}$	kNm	394	1147	394	1147.23

Tabelle 1

Stützenlasten - Bemessungswerte

Nr	Bezeichnung	N kN	M_{xI} kNm	M_{xII} kNm	M_{yI} kNm	M_{yII} kNm	H_{xI} kN	H_{xII} kN	H_{yI} kN	H_{yII} kN	Red N^1	Red M_H^1	BS ²	Grundbau ³
1	Lastfall 1	1398.0	0.00	0.00	256.00	256.00	120.0	120.0	0.0	0.0	1.40	1.40	BS-P	ja
2	Lastfall 2	4073.0	0.00	0.00	61.00	61.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.40	1.40	BS-P	ja

¹ : Reduktionsfaktoren N für vertikale Lasten und MH für Momente und horizontale Lasten, verwendet für das Erzeugen charakteristischer Werte.

² : BS: Bemessungssituation P: ständig A: außergewöhnlich E: Erdbeben T: vorübergehend

³ : Berücksichtigung bei den Erd- und Sicherheitsnachweisen im Grundbau.

Eigengewicht ist bei den Nachweisen **nicht** berücksichtigt. Wichte Beton : $\rho = 25.0 \text{ kN/m}^3$. Gesamtfundament ohne Sockel bzw. Stütze $7.200 \text{ m}^3 / 180.00 \text{ kN}$. Horizontallasten greifen in der Sohlfuge an. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Bild 1

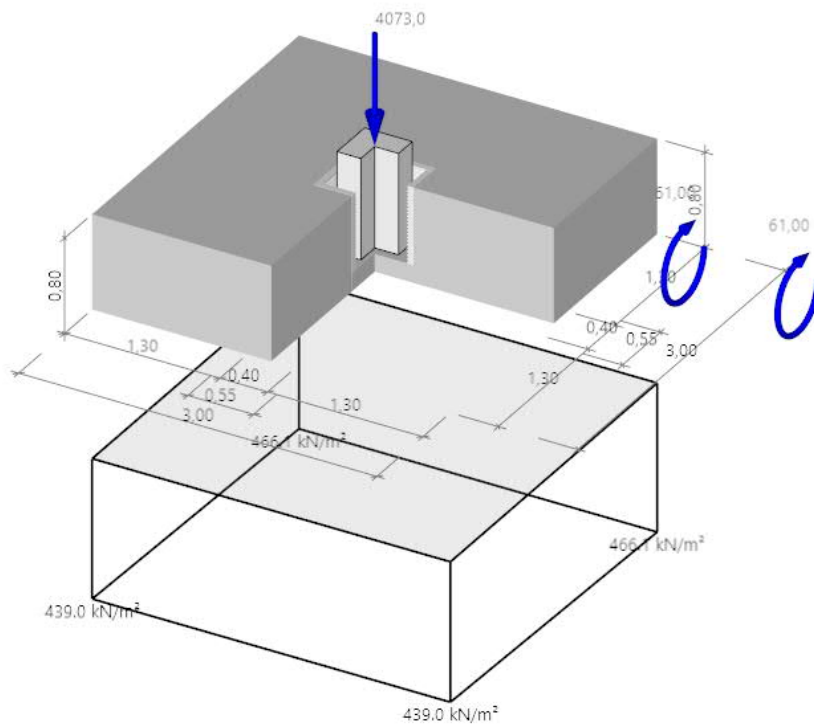


Bild 2

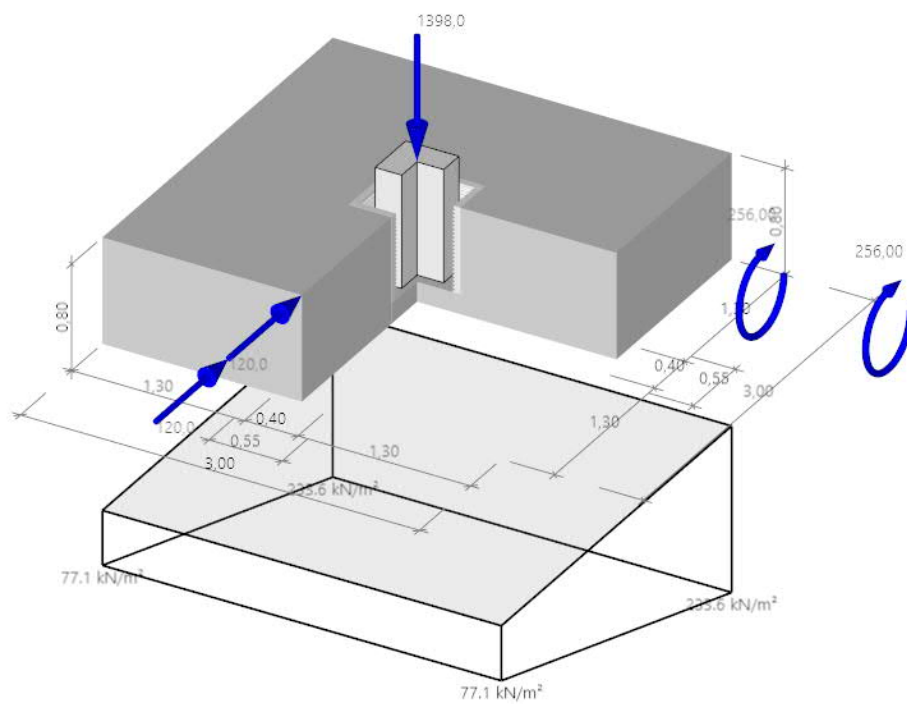


Bild 3

2.4 Bemessung in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit

2.4.1 Bemessung für Biegung:

2.4.1.1 Längsbewehrung in y- und z-Richtung

		Referenzlösung		FDB+	
erf. $A_{s(x,y)}$	cm ²	35.6	35.6	35.6	34.2

Tabelle 2

Als erforderliche Längsbewehrung (y- und z-Richtung) ergibt sich ein Referenzwert von $A_{s,y} = A_{s,z} = 35.6 \text{ cm}^2$ (bei gleichem innerem Hebelarm; tatsächlich werden die Bewehrungsseisen um einen Stabdurchmesser versetzt angeordnet). Die erforderliche Bewehrungsmenge ergibt sich daher bei genauerer Abbildung des Hebelarms geringfügig unterschiedlich – siehe Tabelle 2.

Biegebemessung Ergebnislastfälle

LF	$M_{y,u,Ed}$ kNm	$M_{x,u,Ed}$ kNm	$M_{y,o,Ed}$ kNm	$M_{x,o,Ed}$ kNm	$A_{s,xu}$ cm ²	$A_{s,yu}$ cm ²	$A_{s,xo}$ cm ²	$A_{s,yo}$ cm ²
2	1171.61	1147.23	0.00	0.00	35.6	34.2	0.0	0.0
Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung $d_{1,x} = 6.0 \text{ cm}$ Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung $d_{1,y} = 4.8 \text{ cm}$ Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze.								

Bild 4

2.4.1.2 Mindestbewehrung zur Sicherung der Querkrafttragfähigkeit

Die anzusetzende Querkraft V_{Ed} darf nur um die günstige Wirkung des Sohldrucks unter der Lasteinleitungsfläche A_{load} reduziert werden.

		Referenzlösung	FDB+
bm	m	1.44	1.44
min A_s	cm ²	22.22	21.6

Tabelle 3

Es ergibt sich mit der Verteilungsbreite von $bm = 1.44 \text{ m}$ ein $\min A_{s,y} = 21.7 \text{ cm}^2$.

Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.4.5

Mindestmoment	$M_{x,min}$	$= \eta_x \cdot V_{Ed} \cdot b_{eff,y}$	$= 0.125 \cdot 4000.6 \cdot 1.44$	$= 720.11 \text{ kNm}$
Mindestbewehrung	$A_{s,y,min}$	$=$	$=$	$= 21.6 \text{ cm}^2$
Mindestmoment	$M_{y,min}$	$= \eta_y \cdot V_{Ed} \cdot b_{eff,x}$	$= 0.125 \cdot 4000.6 \cdot 1.44$	$= 720.11 \text{ kNm}$
Mindestbewehrung	$A_{s,x,min}$	$=$	$=$	$= 22.0 \text{ cm}^2$

Bild 5

2.4.2 Bemessung für Querkraft:

Der kritische Querschnitt ist bei diesem gedruckten Fundament iterativ zu ermitteln.
Mit FDB+ werden nachfolgende Vergleichswerte berechnet.

	a_{crit}/d	U_1	A_{crit}	$V_{Rd,c}$	$V_{Rd,c}$
	-	m	m ²	kN/m ²	kN
Referenz	0.7	4.855	1.832	820	2946
FDB+	0.7	4.870	1.840	814	2973

Tabelle 4

Es sind 2 Bewehrungsreihen anzuordnen, deren erforderliche Bewehrungsmenge in Tabelle 5 mit der Referenzlösung verglichen wird. Alternativ kann die Biegebewehrung erhöht werden.

		Referenzlösung	FDB+
erf As1	cm ²	41.0	41.0
erf As2	cm ²	41.0	41.0

Tabelle 5

Bild 6 zeigt die ermittelten Werte im auszugsweisen Programmausdruck von FDB+.

Variante 1: Biegebewehrungsgrad vergrößern

erforderlicher mittlerer Bewehrungsgrad nach 6.4.4 : $0.38 \% < 1.96 \%$
Insgesamt erforderlich im Durchstanzbereich pro Richtung = $28.5 \text{ cm}^2/\text{m}$ 25Ø 12(x)/m 25Ø 12(y)/m

Variante 2: Durchstanzbewehrung anordnen (vertikale Bügel)

Reihe	s_r m	l_r m	u m	$V_{Rd,c}$ N/mm ²	V_{Ed} N/mm ²	$A_{s,w}$ cm ²
1	0.22	0.22	3.01	1.955	1.812	41.0
2	0.37	0.60	5.35	0.721	0.824	41.0
3, aussen	1.5d=1.72	1.72				
Abstand vom Stützenrand = $1.72m(l_w+1.5*dm)$ außerhalb Fundament						
*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA:2015-12 Punkt 9.4.3 (9.11)						

Bild 6

2.4.3 Kraftübertragung von der Stütze auf das Blockfundament:

Die durch die äußeren Einwirkungen im Stützenfuß hervorgerufenen inneren Kräfte müssen über Druckfelder und Zugstreben auf das Blockfundament übertragen werden. Die hierfür anzusetzende Stabwerksmodellierung erfolgt nach DAFStb-Heft 599. Für die beiden Lastfälle stellen sich dabei unterschiedliche Lastpfade ein.

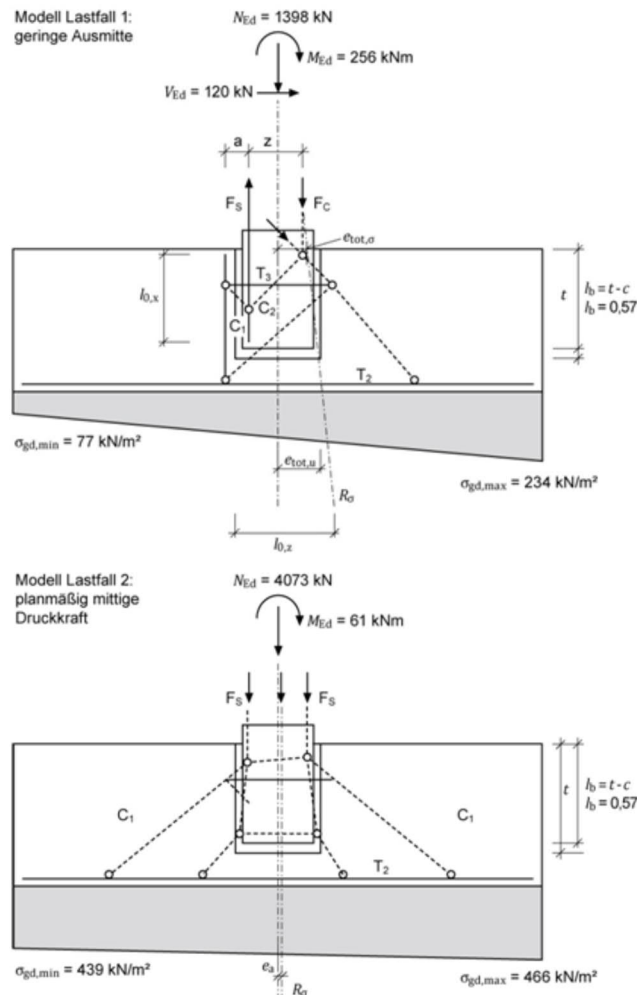


Bild 7

Vergleich der einzelnen Kraftkomponenten		Referenzlösung	FDB+
Zugkraft T_1	kN	208	209.6
Zugkraft T_3	kN	208	209.6
Stützenzugkraft F_s	kN	320	320
Bew. Standbügel erf. $A_{s,x}$	cm ²	4.78	4.8
Bew. Horizontalbügel erf. $A_{s,y}$	cm ²	4.78	4.8

Tabelle 6

Die Stützensugkraft ermittelt sich entsprechend der Referenzlösung zu:

$$F_s = \text{erf. } A_s \cdot f_y \cdot f_{yd} = 320 \text{ kN}$$

Dies entspricht der max. möglichen Zugkraft der in der Stütze je Seite (6 Ø 20 mm) eingelegten Bewehrung. Programmseitig wird standardmäßig die infolge der vorhandenen Beanspruchung max. abzudeckende Stützensugkraft angesetzt. Diese ergibt sich rechnerisch zu 311.38 kN. Daher wird die erforderliche Stützenbewehrung in das Programm eingegeben, so dass sich der Referenzwert $F_s = 320 \text{ kN}$ der Berechnung ergibt. Der Versatz der Bewehrung ergibt sich zu 16.6 cm und nicht zu 17.0 cm, wie fälschlicherweise im Referenzbeispiel errechnet. Der Fehler ist so gering, dass sich kaum ein Unterschied ergibt.

Bemessung in x-Richtung

Köcherbewehrung:

Versatz Bewehrung

$$\begin{aligned} a &= d_1 + t_F + c_{\text{nom}} + \phi/2 \\ &= 5.0 + 7.5 + 3.5 + 0.6/2 \end{aligned} \quad = \quad 16.6 \text{ cm}$$

innerer Hebelarm

$$\begin{aligned} z_{s,1} &= 0.9 \cdot (h - d_1) \\ &= 0.9 \cdot (40.0 - 5.0) \end{aligned} \quad = \quad 31.5 \text{ cm}$$

innerer Hebelarm

$$\begin{aligned} z_{s,2} &= h - 2 \cdot d_1 \\ &= 40.0 - 2 \cdot 5.0 \end{aligned} \quad = \quad 30.0 \text{ cm}$$

maßg. innerer Hebelarm

$$\begin{aligned} z &= \max(z_{s,1}, z_{s,2}) \\ &= (31.5, 30.0) \end{aligned} \quad = \quad 31.5 \text{ cm}$$

Stützensugkraft

$$\begin{aligned} F_s &= \text{erf. } A_s \cdot f_y \cdot f_{yd} \\ &= 7.4 \cdot 434.783 \end{aligned} \quad = \quad 320.0 \text{ kN}$$

Zugkraft vertikal

$$\begin{aligned} T_1 &= F_s \cdot z / (a + z) \\ &= 320.0 \cdot 31.5 / (16.6 + 31.5) \end{aligned} \quad = \quad 209.6 \text{ kN}$$

Bewehrung Standbügel

$$\begin{aligned} \text{erf. } A_{s_z} &= T_1 / f_{yd} \\ &= 209.6 / 434.783 \end{aligned} \quad = \quad 4.8 \text{ cm}^2$$

Druckstrebenwinkel vorgegeben mit 45.0°

$$\begin{aligned} \tan \theta &= \\ &= \tan 45.0 \end{aligned} \quad = \quad 1.00$$

Druckstrebe

$$\begin{aligned} C_1 &= (F_s \cdot z / (a + z)) / \tan \theta \\ &= (320.0 \cdot 31.5 / (16.6 + 31.5)) / 1.00 \end{aligned} \quad = \quad 209.6 \text{ kN}$$

Gleichgewicht

$$\begin{aligned} T_3 &= C_1 \\ &= 209.6 \end{aligned} \quad = \quad 209.6 \text{ kN}$$

Bewehrung Bügel aus Moment

$$\begin{aligned} \text{erf. } A_{s_{xy,2}} &= T_3 / f_{yd} \\ &= 209.6 / 434.783 \end{aligned} \quad = \quad 4.8 \text{ cm}^2$$

Bild 8

3. Bewertung

3.1 Allgemeines

Die Referenzergebnisse stimmen grundsätzlich sehr gut mit den rechnerisch ermittelten Ergebnissen des Programms FDB+ überein.

3.2 Stabwerkmodell nach Heft 599

Dies entspricht der max. möglichen Zugkraft der in der Stütze je Seite (6 Ø 20 mm) eingelegten Bewehrung. Programmseitig wird standardmäßig die infolge der vorhandenen Beanspruchung max. abzudeckende Stützenzugkraft angesetzt. Diese ergibt sich rechnerisch zu 311.38 kN. Daher wird die erforderliche Stützenbewehrung in das Programm eingegeben, so dass sich der Referenzwert $F_S = 320$ kN der Berechnung ergibt. Der Versatz der Bewehrung ergibt sich zu 16.6 cm und nicht zu 17.0 cm, wie fälschlicherweise im Referenzbeispiel errechnet. Der Fehler ist so gering, dass sich kaum ein Unterschied ergibt.

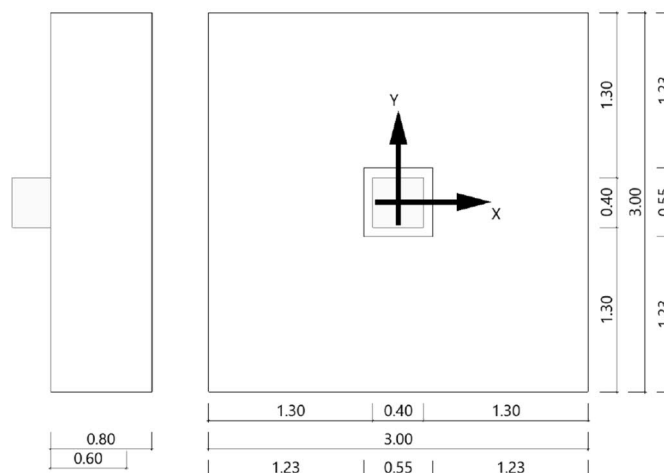
3.3 Becherbewehrung: horizontale Bügelbewehrung

Abweichend von der Referenz [4] ist die Verteilung der Horizontalbügel zu 73 gemäß dem verwendeten Stabwerkmodell nach DAfStb-Heft 599 auf die Verankerungslänge der Köcherbewehrung im oberen Bereich zu konzentrieren.

4. Programmausdruck FDB+ Blockfundament

Blockfundament (neu) FDB+ 02/2017 (Frilo alpha, 14.02.2017)

Systemgrafik



Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Systemwerte

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 30/37	B500B	3.00	3.00	0.80
Stütze	C 40/50	B500B	0.40	0.40	0.00

Einbindetiefe 0.80m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 500.0 \text{ kN/m}^2$. Fugenbreite unter dem Stützenfuß 0.05 m. Die Seitenflächen des Stützenfußes und die Innenflächen der Köcheraussparung sind mit einer gewellten oder gezahnten Schalung herzustellen, deren Profiltiefe mindestens 10 mm beträgt, siehe EC2-1-1, 6.2.5, (NCI) Bild 6.9 Verzahnung und 10.9.6.2.

Stützenlasten - Bemessungswerte

Nr	Bezeichnung	N kN	M _{xI} kNm	M _{xII} kNm	M _{yI} kNm	M _{yII} kNm	H _{xI} kN	H _{xII} kN	H _{yI} kN	H _{yII} kN	Red _N ¹	Red _{MH} ¹	BS ²	Grundbau ³
1	Lastfall 1	1398.0	0.00	0.00	256.00	256.00	120.0	120.0	0.0	0.0	1.40	1.40	BS-P	ja
2	Lastfall 2	4073.0	0.00	0.00	61.00	61.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.40	1.40	BS-P	ja

1 : Reduktionsfaktoren N für vertikale Lasten und MH für Momente und horizontale Lasten, verwendet für das Erzeugen charakteristischer Werte.

2 : BS: Bemessungssituation P: ständig A: außergewöhnlich E: Erdbeben T: vorübergehend

3 : Berücksichtigung bei den Erd- und Sicherheitsnachweisen im Grundbau.

Eigengewicht ist bei den Nachweisen **nicht** berücksichtigt. Wichte Beton : $\rho = 25.0 \text{ kN/m}^3$. Gesamtfundament ohne Sockel bzw. Stütze $7.200 \text{ m}^3 / 180.00 \text{ kN}$. Horizontallasten greifen in der Sohlfuge an. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Ergebnisübersicht Nachweise

Nachweis	Lastfall I	η_I	Lastfall II	η_{II}
Lagesicherheit	1	0.12	1	0.12
klaffende Fuge nur ständige Lasten	1	0.00	1	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten	1	0.03	1	0.03
Vereinfachter Nachweis	2	0.91	2	0.91
Neigung der Sohldruckresultierenden	1	0.43	1	0.43
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,c}$			2	1.21
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,max}$			2	0.86

Ergebnisübersicht Bewehrung

Art	Lastfall
Biegung $A_{s,x,u}$	2
Biegung $A_{s,y,u}$	2
Querkraft $A_{s,w,l}$	2
Querkraft $A_{s,w,r}$	2
Querkraft $A_{s,w,o}$	2
Querkraft $A_{s,w,u}$	2

Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden

$\tan \delta = H/V = 0.09 \leq 0.2$

Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden ermöglicht den vereinfachten Nachweis.

Grundbruch

Nachweis nicht geführt.

Setzungen

Nachweis nicht geführt.

Biegebemessung Ergebnislastfälle

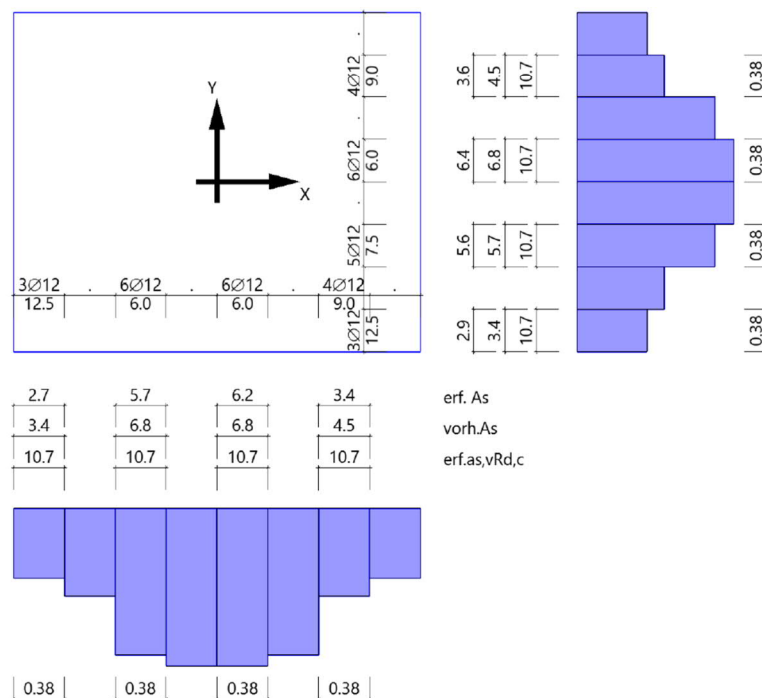
LF	$M_{y,u,Ed}$ kNm	$M_{x,u,Ed}$ kNm	$M_{y,o,Ed}$ kNm	$M_{x,o,Ed}$ kNm	$A_{s,xu}$ cm ²	$A_{s,yu}$ cm ²	$A_{s,xo}$ cm ²
2	1171.61	1147.23	0.00	0.00	35.6	34.2	0.0

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung $d_{1,x} = 6.0$ cm Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung $d_{1,y} = 4.8$ cm
Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze.

Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.4.5

Mindestmoment	$M_{x,min} = \eta_x \cdot v_{Ed} \cdot b_{eff,y}$	=	$0.125 \cdot 4000.6 \cdot 1.44$	=	720.11 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,y,min} =$	=		=	21.6 cm ²
Mindestmoment	$M_{y,min} = \eta_y \cdot v_{Ed} \cdot b_{eff,x}$	=	$0.125 \cdot 4000.6 \cdot 1.44$	=	720.11 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,x,min} =$	=		=	22.0 cm ²

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²



Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Druckstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Stützenbewehrung für Köcherbemessung

Bemessung nach	DIN EN 1992-1-1/NA:2015-12 - C 40/50 - B500B
Schnittgrößen	$M_x=0.00 \text{ kNm}$, $M_y=61.00 \text{ kNm}$, $N_z=4073.0 \text{ kN}$
erf. As	14.05 cm ²
vorg. As	14.72 cm ²
Eckeseisen	12Ø20 = 37.70 cm ²
vorh.As	37.70 cm ²
Mindestausmitte für Druckglieder nicht berücksichtigt. (DIN EN 1992-1-1 6.1 (4))	
Mindestbewehrung für Druckglieder berücksichtigt.	
Bewehrungslage d ₁ = 5.0 cm → Bemessung in x-Richtung A _{s,1} = A _{s,2}	
γ _c =1,35 und γ _s =1,15	
→ bestimmte oder garantierte Betonfestigkeit nach A2.3(1)	
1 : Vorgegebene erforderliche Bewehrung für die Köcherbemessung.	

Durchstanznachweis Montagezustand Lastfall 2

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA:2015-12

Berechnungsgrundlagen:

Profiptionen sind aktiviert. Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

β direkt vorgegeben / Innenstütze (direkt vorgegeben)

Bewehrungsgrad, vorhanden $\rho_{\text{vorh}} = 1.50 \%$
 Beiwert Rotationssymmetrie $\beta = 1.10$
 Schubspannung $V_{\text{Ed}} = 0.000 \text{ N/mm}^2$ mit β
 Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung $V_{\text{Rd,c}} = 0.711 \text{ N/mm}^2$
 Keine zusätzliche Stanzbewehrung erforderlich.

Durchstanznachweis Lastfall 2

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA:2015-12

Berechnungsgrundlagen:

Profiptionen sind aktiviert. Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

β direkt vorgegeben / Innenstütze (direkt vorgegeben)

Bewehrungsgrad, vorhanden $\rho_{\text{vorh}} = 0.20 \%$
 Beiwert Rotationssymmetrie $\beta = 1.10$
 Schubspannung $V_{\text{Ed}} = 0.981 \text{ N/mm}^2$ mit β
 Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung $V_{\text{Rd,c}} = 0.814 \text{ N/mm}^2$
 Tragwiderstand Druckstrebe ¹⁾ $V_{\text{Rd,max}} = 1.140 \text{ N/mm}^2$

1) $V_{\text{Rd,max}} > V_{\text{Ed}}$ kritischer Rundschnitt = 0.981 N/mm²

Variante 1: Biegebewehrungsgrad vergrößern

erforderlicher mittlerer Bewehrungsgrad nach 6.4.4 : 0.38 % < 1.96 %
 Insgesamt erforderlich im Durchstanzbereich pro Richtung = 28.5 cm²/m 25Ø 12(x)/m 25Ø 12(y)/m

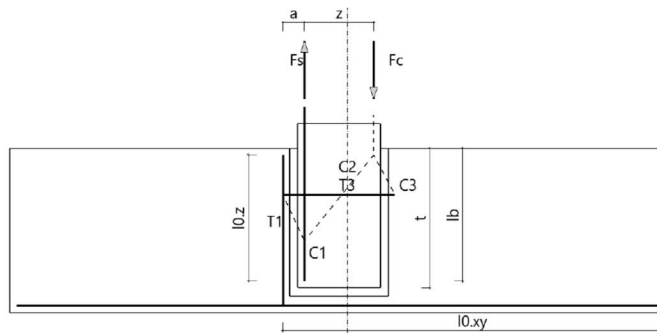
Variante 2: Durchstanzbewehrung anordnen (vertikale Bügel)

Reihe	s_r m	l_r m	u m	$V_{\text{Rd,c}}$ N/mm ²	V_{Ed} N/mm ²	$A_{s,w}$ cm ²
1	0.22	0.22	3.01	1.955	1.812	41.0
2	0.37	0.60	5.35	0.721	0.824	41.0
3, aussen	1.5d=1.72	1.72				
Abstand vom Stützenrand = 1.72m($l_w+1.5 \cdot d_m$) außerhalb Fundament						
*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA:2015-12 Punkt 9.4.3 (9.11)						

Querkraftnachweis - Bemessung als Platte

Nr	Seite	bei	m	V_{Ed} kN/m	$A_{s,l}$ cm ² /m	$V_{\text{Rd,c}}$ kN/m	$V_{\text{Rd,max}}$ kN/m	$A_{s,w}$ cm ² /m	$S_{w,max}$ cm
2	links	x =	-0.95	244.59	0.0	211.64	2496.77	5.6	¹ 56.0
2	rechts	x =	0.95	256.84	0.0	211.64	2496.77	5.6	¹ 56.0
2	oben	y =	0.95	250.72	0.0	211.64	2496.77	5.6	¹ 56.0
2	unten	y =	-0.95	250.72	0.0	211.64	2496.77	5.6	¹ 56.0
1 : Mindestbewehrung									

Tragmodell Blockfundament



Köchergeometrie

Köchergeometrie mit verzahnter Schalung	X m	Y m	Z m
Montageplatte innen	0.40 0.55	0.40 0.55	0.60

erforderliche Einbindetiefe 0.60 m = gewählte Einbindetiefe 0.60 m. Fugenbreite unter dem Stützenfuß 0.05 m. Die Köchertiefe ergibt sich aus Einbindetiefe zuzüglich Fugenbreite. Die Seitenflächen des Stützenfußes und die Innenflächen der Köcheraussparung sind mit einer gewellten oder gezahnten Schalung herzustellen, deren Profiltiefe mindestens 10 mm beträgt, siehe EC2-1-1, 6.2.5, (NCI) Bild 6.9 Verzahnung und 10.9.6.2.

Köcherbemessung

LF	Richtung	Bügel	Gewählt	Bezeichnung	F _{Ed} kN	erf. A _s cm ²	vorh. A _s cm ²	
2	x	Standbügel	2*6Ø12	T1	209.6	4.8	6.8	1
2	y	Standbügel	2*3Ø12	T1	0.0	0.0	3.4	2
2	x	Ringbügel	2*2*4Ø10	T3	209.6	4.8	6.3	
2	y	Ringbügel	2*2*4Ø10	T3	0.0	0.0	6.3	

1 : Standbügel des Köchers in den Seiten in x-Richtung
2 : Standbügel des Köchers in den Seiten in y-Richtung

Berechnung nach Schlaich/Schäfer, Konstruieren im Stahlbetonbau BK:2001/2 4.7.3. und 'Beispiele zur Bemessung nach Eurocode 2:2011'. Druckstrebenwinkel $\theta = 45.0^\circ$.