IBH INGENIEURBÜRO
THORSTEN HENNING
DIPLOM-INGENIEUR
DINGSTÄTTE 31
25421 PINNEBERG

T +49 4101 8048662
F +49 4101 8048663
E-MAIL BUERO@IB-HENNING.COM
WWW.IB-HENNING.COM

Statische Berechnung

für den Erweiterungsbau
der Johann-Comenius-Schule

Genehmigungsphase für den 2. Entwurf

Bauherr:	Stadt Pinneberg Bismarckstraße 8 25421 Pinneberg
Bauort:	Horn 5 , 25421 Pinneberg
Architekt:	Rimpf Architekten Holländischer Brook 1 20457 Hamburg
Tragwerksplaner:	Thorsten Henning Diplom-Ingenieur VBI VDI Dingstätte 31 25421 Pinneberg

Diese Berechnung enthält -157- Seiten und 87 Anlagen

Aufgestellt:
Pinneberg im März 2019

Inhaltsverzeichnis:

		Seite
1.	Vorbemerkung	3
2.	Vorschriften	3
3.	Baustoffe	3
4.	Lastannahmen	3
5.	Tragwerksentwurf	4
6.	Weitere Angaben	5
7.	Positionsplan :	5.1-5.3
8.	Position 1: Wind- und Schneelasten	6
9.	Position 2: Decken über OG/EG	8
10.	Position 3.1: Mittelträger OG/Delta Beam	17
11.	Position 3.2: Randträger OG/Delta Beam	27
12.	Position 3.3: Mittelträger EG/Delta Beam	38
13.	Position 3.4: Randträger EG/Delta Beam	49
14.	Position 4.1: Mittelstütze	59
15.	Position 4.2: Randstütze	69
16.	Position 4.3: Eckstütze	87
17.	Position 5.1: Treppe 1	98
18.	Position 5.2: Treppe 2	104
19.	Position 6.1: Unterzug Treppe 1	110
20.	Position 6.2: Unterzug Treppe 2	116
21.	Position 7.1: Decke Treppe 2	122
22.	Position 7.2: Decke Treppe 1	123
23.	Position 8: Wand Treppenhaus	124
24.	Position 9.1: Einzelfundament Mitte	129
25.	Position 9.2: Einzelfundament Rand	134
26.	Position 9.3: Streifenfundament Wand	140
27.	Position 9.4: Sohle	142
28.	Position 10: Gebäudesteifigkeit	148
29.	Anhang Dimensionierung für System Peikko	

1. Vorbemerkungen:
   Stadt Pinneberg plant einen Erweiterungsbau an die bestehende Johann-Comenius Schule in Pinneberg.
   Das geplante Gebäude ist zwei geschossig und soll flach gegründet werden.
   Die Tragkonstruktion soll aus Spannbetonholhdielen und Verbundträgern erfolgen. Der Auflagerkräfte werden über Betonstützen, alternativ Betonverbundstützen, in die Einzelfundament abgeleitet. Die Sohle besteht aus einer Stahlbetonsohle mit umlaufender Fertigteilfrostschürze in Stahlbeton.
   Die Treppenhauswände sind in Stahlbeton geplant. Für die Treppen sind Fertigteiltreppen vorgesehen.

2. Vorschriften:
   EC 1 – NA Deutschland
   EC 2 - NA Deutschland
   EC 3 – NA Deutschland
   EC 7 – NA Deutschland
   DIN EN ISO 14688-1
   DIN EN 1610
   DIN 4123
   DIN 18196
   DIN 4085
   DIN 1054

3. Baustoffe
   - Stahl SR235J
   - Beton C20/25 bzw. C 25/30
   - Baustahl BSt 550 S/M
   - Fertigteile Spannbetonhohldielen Brespa o.glw.

4. Lastannahmen:

   - Windlasten gem. EC1 NA Deutschland: we,k= 1,44kN/m^2;
   - we,k =0.96kN/m^2
   - Schneelasten gem. EC1 1-3 qs = 0,68 kN/m^2
   - Verkehrslast DIN EN 1991-1-1/NA qp = 3,0 kN/m^2
   - Verkehrslast Treppen qt = 5.0 kN/m^2
   - Baugrundgutachten 1. Bericht Eickhoff & Partner

5. Tragwerkskonstruktion

5.1. Dachkonstruktion:

- Abdichtung gem. DIN 18195
- Wärmedämmung gem. DIN 4109 und EnEV
- Spannbetonhohldielen Brespa o.glw.d = 200mm
- Gründach extensiv, System Bauda Light

5.2. Wandkonstruktion:

- Porenbetonelemente175cm (s.h. Fassade)
- Innenwände Treppenhaus Betonwände d=20cm
- Innenwände EG/OG LB 120mm
- Wärmedämmung gem. DIN 4109 und EnEV
- Vorhangfassade (nicht Gegenstand dieser Vordimensionierung)

5.2.1 Wandkonstruktion Gebäudeaussteifung:

- Umlaufender Randträger Verbundsträger System Peikko

5.3. Geschossdecken:

- Spannbetonhohldielen Brespa o.glw. d = 260mm bzw. 265mm
- umlaufender Verbundträger System Peikko

5.4. Treppen:

- StB-Treppen C20/25 D = 20cm als Fertigteile

5.5. Stützen:

- StB-Stützen 30/30 bzw. d=30cm alternativ Verbundstützen d=25/25cm, System Peikko d=25cm/30cm

5.6. Gündung:

- Flachgründung mit StB- Sohle d=25cm -C20/25
- Wärmedämmung XPS 100mm
- Streifenfundamente StB C20/25 - 60/80cm
- Einzelfundamente StB C20/25 - 150/150/80cm bzw. 220/220/80

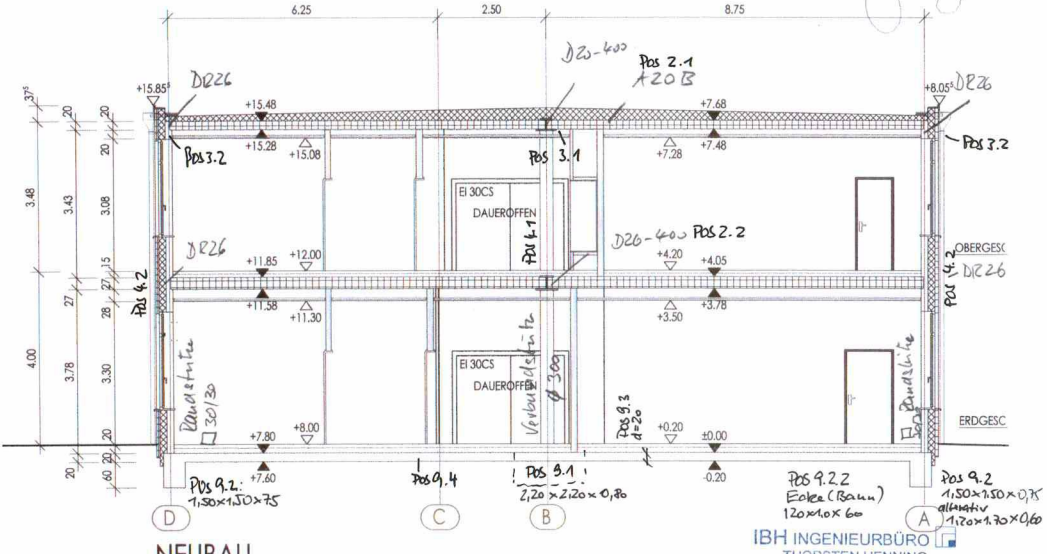
5.9 Aussenfassade:

- Die Aussenfassade wird innenseitig aus Beton- bzw. Porenbetonelementen d=17,5cm ausgebildet; davor Dämmung 16cm und Fassadenelement (Trespa o. Eternit)

6. Weitere Angaben:

- Die Wärmebedarfsberechnung ist nicht Gegenstand dieser Vordimensionierung
- Die Schallschutzberechnung ist nicht Gegenstand dieser Vordimensionierung

Aufgestellt:
Thorsten Henning
Diplomingenieur



NEUBAU

IBH INGENIEURBÜRO
THORSTEN HENNING
Diplom-Ingenieur
Beratender Ingenieur VBI VDI
Dingstätte 31 25421 Pinneberg
04101 / 80 48 662 buero@ib-henning.com

Decken

Lastannahme

2.1.: Decke ü OG

so = 0,68 kN/m²

neuer Dachaufbau mit Gründach

- Dachabdichtung, 2-lagig, Folie System Banda

1. Lage	0,01 kN/m²	
2. Lage	0,015 kN/m²	
	0,025 kN/m²	0,03 kN/m²

- Gründach, System Banda light

75 kg/m²	0,75 kN/m²

- Dämmung, System Banda, d_{im} = 16cm

16,0 × 0,01 =	0,16 kN/m²

- abgehängte Decke, System Knauf 0,25 kN/m²

1,19 kN/m²

+ Kleber + Spachtel g = 1,20 kN/m²

Pos 2.1 - a
Decke ü. OG

CONSOLIS
DW SYSTEMBAU

DW SYSTEMBAU GMBH
Stockholmer Straße 1
29640 Schneverdingen

Fon +49(0) 5193 85 0

www.dw-systembau.de
info@dw-systembau.de

Statischer Nachweis für BRESPA®-Decken (Vorbemessung)
BV: Neubau JCS in Pinneberg - Position: BRESPA®-Decke 2.1 a

Grundlagen

Statik erstellt nach DIN EN 1168, DIN EN 1992-1-1, DIN EN 1992-1-1/NA für Deutschland, DIN EN 13369, DIN EN 206-1 zusätzlich gelten folgende Merkblätter: Industrierichtlinie und Merkblatt „biegeweiche Auflagerung" vom Bundesverband Spannbeton-Fertigdecken

Vorbemerkungen:

Schnittkräfte im Bereich von Einzellasten, Linienlasten und Aussparungen:

Die mitwirkende Lastverteilungsbreite bei Spannbeton-Fertigdecken darf wie bei monolithischen Betonplatten gemäß DAfStb Heft 240 berechnet werden.

Torsion wird am freien Rand eines Deckenfeldes (vertikal und horizontal nicht unterstützt) berücksichtigt, indem b_{m5} auf max. 1,00 m reduziert wird.

Diagramme zur Ermittlung der Fugenquerkräfte bzw. der anteiligen Lasten benachbarter Platten in einem Deckenfeld für bestimmte Einzel- und Linienlaststellungen sind in DIN EN 1168, Anhang C (informativ) angegeben.

Die Breite von Aussparungen wird von der mitwirkenden Lastverteilungsbreite abgezogen.

Da es sich um eine Vorbemessung handelt, kann eine Überschreitung von bis zu 3 % der Ausnutzung toleriert werden.

Hinweis zur Querkraftbemessung:

Nach DIN EN 1168 muss bei biegeweicher Lagerung der abmindernde Einfluss auf die Querkrafttragfähigkeit berücksichtigt werden. Die genaue Berechnung ist im Merkblatt „Biegeweiche Auflagerung" des Bundesverbandes Spannbeton-Fertigdecken zu entnehmen. Dieser Nachweis ist zu führen, wenn die Ausnutzung der Querkraft nach DIN EN 1168 Abs. 4.3.3.2.2.2 größer als 50% ist.

CONSOLIS
DW SYSTEMBAU

DW SYSTEMBAU GMBH
Stockholmer Straße 1
29640 Schneverdingen

Fon +49(0) 5193 85 0

www.dw-systembau.de
info@dw-systembau.de

BV: Neubau JCS in Pinneberg - Position: BRESPA®-Decke

Systemmaße

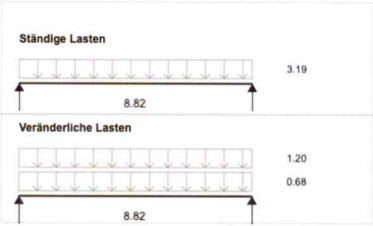
Feld	Feldbreite	1.20	m	**Auflager**	A		B	
	Lichte Weite	8.75	m	Auflagertiefe	0.10	m	0.10	m
	Stützweite	8.82	m	Typ	Biegesteif		Biegesteif	

Einwirkungen

Kategorie	A. - Wohn- und Aufenthaltsräume				
Feld	Verkehrslast q_1:	0.68	kN/m²		
	LW-Zuschlag q_2:	1.20	kN/m²		
	Zus. Auflast g_1:			0.00	kN/m²
	Eigenlast Decke g			3.19	kN/m²
	Belastung q/g	1.88	kN/m²	3.19	kN/m²

Zusatzlasten

Lastart Abstand Länge F_0 F_G



CONSOLIS
DW SYSTEMBAU

DW SYSTEMBAU GMBH
Stockholmer Straße 1
29640 Schneverdingen

Fon +49(0) 5193 85 0

www.dw-systembau.de
info@dw-systembau.de

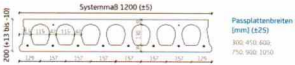
BV: Neubau JCS in Pinneberg - Position: BRESPA®-Decke

Teilsicherheitsbeiwerte	gamma q:	1.50	gamma g:	1.35
Kombinationsbeiwerte	phi_1	0.50	phi_2	0.30
Expositionsklasse	XC1			
Feuerwiderstandsklasse	F90			

Bemessung

Bewehrung A20B/X4S4-D4

A20B 200 mm



Deckenart:	Standarddecke
Deckentyp:	A20B
Deckendicke:	20cm
az,oben(mm²/m):	65.00
az,unten(mm²/m):	483.00

Nachweis der Biegetragfähigkeit

Feldmoment M_{Ed} 69.25 kNm/m <= M_{Rd} 98.12 kNm/m = Ausnutzung 70.6%

Nachweis der Querkraftfähigkeit

Auflager A	$V_{Ed,ct1}$	31.42 kN/m	<=	$V_{Rd,ct1}$	68.2 kN/m	=	Ausnutzung	46.1% ***
	$V_{Ed,fl}$	16.55 kN/m	<=	$V_{Rd,fl}$	32.03 kN/m	=	Ausnutzung	51.7%
	$V_{Ed,ct2}$	17.16 kN/m	<=	$V_{Rd,ct2}$	51.26 kN/m	=	Ausnutzung	33.5%
Auflager B	$V_{Ed,ct1}$	31.42 kN/m	<=	$V_{Rd,ct1}$	68.2 kN/m	=	Ausnutzung	46.1% ***
	$V_{Ed,fl}$	16.55 kN/m	<=	$V_{Rd,fl}$	32.03 kN/m	=	Ausnutzung	51.7%
	$V_{Ed,ct2}$	17.16 kN/m	<=	$V_{Rd,ct2}$	51.26 kN/m	=	Ausnutzung	33.5%

Durchbiegung

vorhandene Durchbiegung (L/601) = 14.68 mm zul. Durchbiegung L/500 = 17.63 mm

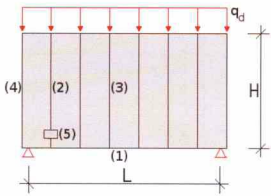
***Es wurde ein biegesteifes Auflager angenommen.

Pos. 2.1.1

Scheibennachweis

CONSOLIS
DW SYSTEMBAU

Projekt	Neubau JCS Pinneberg	
Position		
Beschreibung	Decke ü. OG	
Werk	Schneverdingen	
Plattentyp	- 20.0 cm	
System	Einfeldscheibe	
Plattenausrichtung	quer zur Scheibenspannrichtung	
Scheibenlänge	**L =**	45.0 m
Scheibenhöhe	**H =**	17.0 m
Abstand Zugpfosten	$\mathbf{a_z}$ **=**	1.20 m
Scheibenbelastung	$\mathbf{q_d}$ **=**	1.90 kN/m
Max. Scheibenmoment	$\mathbf{M_d}$ **=**	480.90 kNm
Auflagerkraft	$\mathbf{V_d}$ **=**	42.80 kN



1. Bemessung Zuggurt und Druckstrebe

Hebelarm Scheibe	$\mathbf{z}$ **=**	12.75 m		
Druck-/Zuggurtkraft	$\mathbf{F_{Ed} = M_d/z}$ **=**	37.72 kN	$\leq \mathbf{F_{Ed,min}}$ **=**	70.00 kN
Ringankerbewehrung	$\mathbf{erf\ A_{sd,1}}$ **=**	1.61 cm²		
Druckstrebe	$\mathbf{cot\theta = a_z/z}$ **=**	0.09 -		
Nachweis Druckstrebe	$\mathbf{V_{Rd,max}}$ **=**	650.46 kN		
Fugenbeton (mind. C20/25)	$\mathbf{V_d/V_{Rd}}$ **=**	0.07 -		

2. Bemessung Zugpfosten

Max. Pfostenkraft	$\mathbf{F_{Ed}}$ **=**	40.47 kN	$> \mathbf{F_{Ed,min}}$ **=**	20.00 kN
Zugpfostenbewehrung	$\mathbf{erf\ A_{sd,2}}$ **=**	0.93 cm²		

3. Bemessung Fugen

Fugenkraft	$\mathbf{F_{Ed}}$ **=**	2.86 kN	$\leq \mathbf{F_{Ed,min}}$ **=**	24.00 kN
Fugenbewehrung	$\mathbf{erf\ A_{sd,3}}$ **=**	0.55 cm²		

4. Anschluss an aussteifendes Bauteil

Anschlusskraft	$\mathbf{F_{Ed}}$ **=**	42.75 kN	$\leq \mathbf{F_{Ed,min}}$ **=**	70.00 kN
Ringankerbewehrung	$\mathbf{erf\ A_{sd,4}}$ **=**	1.61 cm²		

5. Querkraftübertragung

Maximale Querkraft	$\mathbf{v_{Ed}}$ **=**	2.51 kN/m
Max. Querkraft ohne Verdübelung	$\mathbf{v_{Rd,ct}}$ **=**	24.00 kN/m
Dübelbewehrung	$\mathbf{erf\ A_{sd,5}}$ **=**	0.00 cm²

(ggf. konstruktiv 2 Bü@12 anordnen)

© 2004-2014 DW Systembau GmbH

S 13.1

CONSOLIS
DW SYSTEMBAU

DW SYSTEMBAU GMBH
Stockholmer Straße 1
29640 Schneverdingen

Fon +49(0) 5193 85 0

www.dw-systembau.de
info@dw-systembau.de

Statischer Nachweis für BRESPA®-Decken (Vorbemessung)

BV: Neubau JCS Pinneberg - Position: Pos 2.2 Decke ü EG

Grundlagen

Statik erstellt nach DIN EN 1168, DIN EN 1992-1-1, DIN EN 1992-1-1/NA für Deutschland, DIN EN 13369, DIN EN 206-1 zusätzlich gelten folgende Merkblätter: Industrierichtlinie und Merkblatt „biegeweiche Auflagerung" vom Bundesverband Spannbeton-Fertigdecken

Vorbemerkungen:

Schnittkräfte im Bereich von Einzellasten, Linienlasten und Aussparungen:

Die mitwirkende Lastverteilungsbreite bei Spannbeton-Fertigdecken darf wie bei monolithischen Betonplatten gemäß DAfStb Heft 240 berechnet werden.

Torsion wird am freien Rand eines Deckenfeldes (vertikal und horizontal nicht unterstützt) berücksichtigt, indem b_{mg} auf max. 1,00 m reduziert wird.

Diagramme zur Ermittlung der Fugenquerkräfte bzw. der anteiligen Lasten benachbarter Platten in einem Deckenfeld für bestimmte Einzel- und Linienlaststellungen sind in DIN EN 1168, Anhang C (informativ) angegeben.

Die Breite von Aussparungen wird von der mitwirkenden Lastverteilungsbreite abgezogen.

Da es sich um eine Vorbemessung handelt, kann eine Überschreitung von bis zu 3 % der Ausnutzung toleriert werden.

Hinweis zur Querkraftbemessung:

Nach DIN EN 1168 muss bei biegeweicher Lagerung der abmindernde Einfluss auf die Querkrafttragfähigkeit berücksichtigt werden. Die genaue Berechnung ist im Merkblatt „Biegeweiche Auflagerung" des Bundesverbandes Spannbeton-Fertigdecken zu entnehmen. Dieser Nachweis ist zu führen, wenn die Ausnutzung der Querkraft nach DIN EN 1168 Abs. 4.3.3.2.2.2 größer als 50% ist.

CONSOLIS
DW SYSTEMBAU

DW SYSTEMBAU GMBH
Stockholmer Straße 1
29640 Schneverdingen

Fon +49(0) 5193 85 0

www.dw-systembau.de
info@dw-systembau.de

BV: Neubau JCS Pinneberg - Position: Pos 2.2 Decke ü EG

Systemmaße

Feld	Feldbreite	1.20	m	**Auflager**	A		B	
	Lichte Weite	8.75	m	Auflagertiefe	0.10	m	0.10	m
	Stützweite	8.82	m	Typ	Biegesteif		Biegesteif	

Einwirkungen

Kategorie	A. - Wohn- und Aufenthaltsräume				
Feld	Verkehrslast q_1:	3.00	kN/m²		
	LW-Zuschlag q_2:	1.50	kN/m²		
	Zus. Auflast g_1:			2.50	kN/m²
	Eigenlast Decke g			3.83	kN/m²
	Belastung q/g	4.50	kN/m²	6.33	kN/m²

Zusatzlasten

Lastart Abstand Länge F_Q F_G

CONSOLIS
DW SYSTEMBAU

DW SYSTEMBAU GMBH
Stockholmer Straße 1
29640 Schneverdingen

Fon +49(0) 5193 85 0

www.dw-systembau.de
info@dw-systembau.de

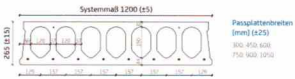
BV: Neubau JCS Pinneberg - Position: Pos 2.2 Decke ü EG

Teilsicherheitsbeiwerte	gamma g:	1.50	gamma g:	1.35
Kombinationsbeiwerte	phi_1	0.50	phi_2	0.30
Expositionsklasse	XC1			
Feuerwiderstandsklasse	F90			

Bemessung

Bewehrung A26B/X6S2-D4

A26B 265 mm



Deckenart:	Standarddecke
Deckentyp:	A26B
Deckendicke:	26cm
$a_{z,oben}$(mm²/m):	65.00
$a_{z,unten}$(mm²/m):	552.00

Nachweis der Biegetragfähigkeit

Feldmoment M_{Ed} 148.62 kNm/m <= M_{Rd} 162.75 kNm/m = Ausnutzung 91.3%

Nachweis der Querkraftfähigkeit

Auflager A	$V_{Ed,ct1}$	67.43 kN/m	<=	$V_{Rd,ct1}$	85.43 kN/m	=	Ausnutzung	78.9% ***
	$V_{Ed,fl}$	33.86 kN/m	<=	$V_{Rd,fl}$	37.89 kN/m	=	Ausnutzung	89.3%
	$V_{Ed,ct2}$	45.25 kN/m	<=	$V_{Rd,ct2}$	60.18 kN/m	=	Ausnutzung	75.2%
Auflager B	$V_{Ed,ct1}$	67.43 kN/m	<=	$V_{Rd,ct1}$	85.43 kN/m	=	Ausnutzung	78.9% ***
	$V_{Ed,fl}$	33.86 kN/m	<=	$V_{Rd,fl}$	37.89 kN/m	=	Ausnutzung	89.3%
	$V_{Ed,ct2}$	45.25 kN/m	<=	$V_{Rd,ct2}$	60.18 kN/m	=	Ausnutzung	75.2%

Durchbiegung

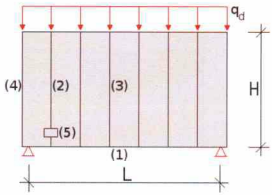
vorhandene Durchbiegung (L/845) = 10.43 mm zul. Durchbiegung L/500 = 17.63 mm

***Es wurde ein biegesteifes Auflager angenommen.

Scheibennachweis

CONSOLIS
DW SYSTEMBAU

Projekt	Neubau JCS Pinneberg	
Position	2,2	
Beschreibung	Decke ü. OG	
Werk	Schneverdingen	
Plattentyp	- 26.50 cm	
System	Einfeldscheibe	
Plattenausrichtung	quer zur Scheibenspannrichtung	
Scheibenlänge	**L =**	45.0 m
Scheibenhöhe	**H =**	17.0 m
Abstand Zugpfosten	a_z =	1.20 m
Scheibenbelastung	q_d =	3.40 kN/m
Max. Scheibenmoment	M_d =	860.60 kNm
Auflagerkraft	V_d =	76.50 kN



1. Bemessung Zuggurt und Druckstrebe

Hebelarm Scheibe	z =	12.75 m		
Druck-/Zuggurtkraft	$F_{Ed} = M_d/z$ =	67.50 kN	$\leq F_{Ed,min}$ =	70.00 kN
Ringankerbewehrung	erf $A_{sd,1}$ =	1.61 cm²		
Druckstrebe	$\cot\theta = a_z/z$ =	0.09 -		
Nachweis Druckstrebe	$V_{Rd,max}$ =	743.38 kN		
Fugenbeton (mind. C20/25)	V_d/V_{Rd} =	0.10 -		

2. Bemessung Zugpfosten

Max. Pfostenkraft	F_{Ed} =	72.42 kN	$> F_{Ed,min}$ =	20.00 kN
Zugpfostenbewehrung	erf $A_{sd,2}$ =	1.66 cm²		

3. Bemessung Fugen

Fugenkraft	F_{Ed} =	5.11 kN	$\leq F_{Ed,min}$ =	24.00 kN
Fugenbewehrung	erf $A_{sd,3}$ =	0.55 cm²		

4. Anschluss an aussteifendes Bauteil

Anschlusskraft	F_{Ed} =	76.50 kN	$> F_{Ed,min}$ =	70.00 kN
Ringankerbewehrung	erf $A_{sd,4}$ =	1.76 cm²		

5. Querkraftübertragung

Maximale Querkraft	v_{Ed} =	4.50 kN/m
Max. Querkraft ohne Verdübelung	$v_{Rd,ct}$ =	31.80 kN/m
Dübelbewehrung	erf $A_{sd,5}$ =	0.00 cm²

(ggf. konstruktiv 2 Bü∅12 anordnen)

© 2004-2014 DW Systembau GmbH

S. 17.1

Pos 4.1 Mittelstütze, $a = 6.25$ m
$a_2 = 8,77$ m

Belastung

Dach $s_0 = 0,68 \cdot 8.77 = 5,96$ kN/m
$g = 1,20 \cdot 8.77 = 10,52$ kN/m
$g_{Brsp.} = 3,19 \cdot 8.77 = 27,98$ kN/m

$g = 38,50$ kN/m

$q_s = 5,96 \cdot 6,25 = 37,25$ kN
$g = 38,50 \cdot 6.25 = 240,63$ kN

Decke EG (bleibt) $q = 164,44$ kN
$g = 415,50$ kN

Pos 4.2 Randstütze

Dach $q_s = 37,25/2 = 18,63$ kN
$g = 240,63/2 = 120,31$ kN
g_f 3,28 kN
10,55 kN
134,14 kN

Decke EG (bleibt) $q = 82,19$ kN
$g = 218,24$ kN

neu

Pos. 4.3 Eckstütze $q_s = 37,25/4 = 9,31$ kN
$g = 240,63/4 = 60,16$ kN
3,28 kN
10,55 kN
73,99 kN

Decke EG $q = 82,19/2 = 41,10$ kN
$g = 218,24/2 = 109,12$ kN

POS 4.1: Mittelstütze, $a = 6{,}25$ m

Belastung,

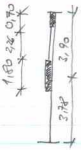
DG	q_s	$= 5{,}96 \cdot 6{,}25$	=	37,25	kN
	g	$= 32{,}36 \cdot 6{,}25$	=	202,25	kN
+ Gründa	g	$= 1{,}50 \cdot 8{,}77 \cdot 6{,}25$	=	82,22	
				284,46	
EG	q	$= 26{,}31 \cdot 6{,}25$	=	164,44	kN
	g	$= 66{,}48 \cdot 6{,}25$	=	415,50	kN

POS 4.2: Randstütze, $a = 6{,}25$

DG	q_s	$= 2{,}98 \cdot 6{,}25$	=	18,63	kN
	g	$= 16{,}18 \cdot 6{,}25$	=	101,13	kN
	g_F	$= 0{,}75 \cdot 6{,}25 \cdot 0{,}7$	=	3,28	kN
+ Grundach		$= 1{,}5 \cdot 8{,}77/2 \cdot 6{,}25$		104,41	kN
				41,11	145,52
EG	q	$= 13{,}15 \cdot 6{,}25$	=	82,19	kN
	g	$= 33{,}23 \cdot 6{,}25$	=	207,69	kN
	g_F	$= 0{,}75 \cdot 6{,}25 \cdot 2{,}26$	=	10,55	kN
				218,24	kN
				145,52	
				364,76	

Fenster + Fassade

Gasbeton $0{,}16 \cdot 7{,}2 = 1{,}15$
Dämmung $0{,}16 \cdot 0{,}01 = 0{,}16$
Platte $0{,}02 \cdot 10{,}0 = 0{,}02$
$1{,}33\,kN/m^2$



Fenster
$3 \times 0{,}01 \cdot 25 = 0{,}75$

Position: 4.1 Mittelstütze - neu Mittelstütze

Stahlbetonstütze (neu) B5+ 01/19E (FRILO R-2019-1/P11)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- allgemeine Mehrfeldstütze, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

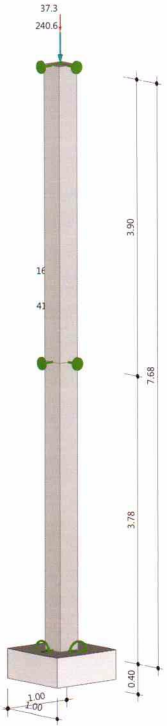
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

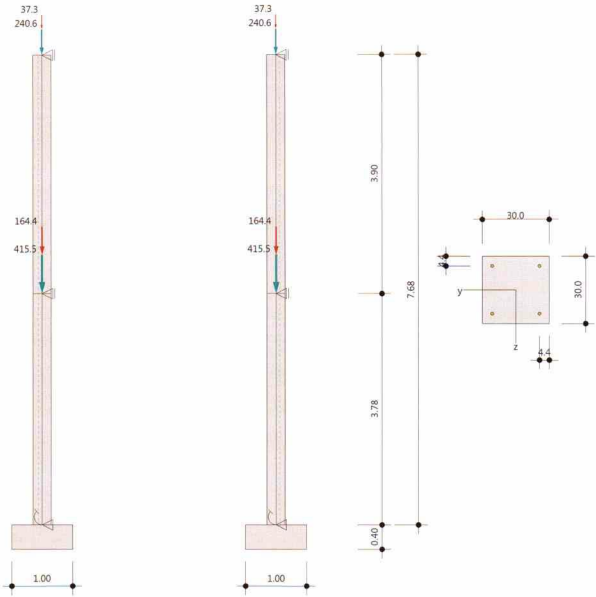
Systemgrafik 3D

Maßstab 1 : 50



Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 62.8



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	14	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:
Luftfeuchte LU = 50 % Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter t_0 = 28 Tage

Resultierende Endkriechzahlen:
Abschnitt 1 $\phi(t_0,\infty)$ = 2.76
Abschnitt 2 $\phi(t_0,\infty)$ = 2.76

Materialauswahl

Beton C 25/30 f_{ck} = 25.00 N/mm² E_{cm} = 31000 N/mm²
Betonstahl B500A f_{yk} = 500.00 N/mm² E_s = 200000 N/mm²
$k(f_t/f_y)$ = 1.05 ε_{uk} = 25.0 ‰ Bügel und Längsbewehrung

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	0.10	1.15	434.78	456.52

Stützenabschnitte

Abschn.	Länge [m]	Querschnitt	e_y [cm]	e_z [cm]	b_y [cm]	d_z [cm]	$b_{i,y}$ [cm]	$d_{i,z}$ [cm]	b_1 [cm]	d_1 [cm]	Bewehrung	$A_{s,vorh}$ [cm²]	$A_{s,erf}$ [cm²]
2	3.90	Rechteck			30.0	30.0			4.4	4.4	eckkonzentriert		6.2
1	3.78	Rechteck			30.0	30.0			4.4	4.4	eckkonzentriert		6.2

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt Abschnitt 2	starr		starr	
Kopfpunkt Abschnitt 1	starr		starr	
Fußpunkt	starr	416.7	starr	416.7

Fundamenteinspannung

Abmessungen b_x = 1.00 m parallel zur b_y-Abmessung der Stütze
b_y = 1.00 m parallel zur b_z-Abmessung der Stütze
d = 0.40 m
Bettungsziffer C_b = 5000.00 kN/m³
Steifigkeiten C_z = 416.7 kNm/rad (Bettungsziffer verfahren)
C_y = 416.7 kNm/rad

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude	0.70	0.50	0.30		1.500
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.500
ständig	1.00	1.00	1.00	1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		240.6							ständig		
2	Stützenkopf		37.3							Schnee		
3	Kopf Abschn. Abschnitt 1		164.4							Kat. A		
4	Kopf Abschn. Abschnitt 1		415.5							ständig		

Verteilte Lasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Abschnitt Abschnitt 2	in x		-2.25	3.90	-2.25	ständig		
*	Abschnitt Abschnitt 1	in x		-2.25	3.78	-2.25	ständig		

Bezeichnungen der Lasten

- Last *: Stützeneigengewicht, automatisch erzeugt

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- kontinuierlicher Ansatz Eigengewichts
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt
- Die Bewehrungsgrade der Stützenabschnitte entsprechen dem Verhältnis der Bewehrungsgrade nach Thl inkl. Vorverformung.

Bemessungsoptionen

- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst.
- Die Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen (über Arbeitslinie Stahl, basierend auf $f_{ct,m}$) wird im GZG berücksichtigt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft

FL.B5lib.dll v4.20191.1017.6 - FLCE906.exe v6.20111.128.1

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 16,19 in y- / 16,19 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

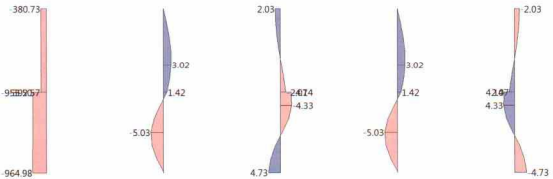
Last	LK 1	LK 2	LK 3
Stützeneigengewicht	1.35	1.35	1.00
V = 240,6 kN(ständig)	1.35	1.35	1.00
V = 37,3 kN(Schnee)	**1.50**	0.75	
V = 164,4 kN(Kat. A)		**1.50**	
V = 415,5 kN(ständig)	1.35	1.35	1.00

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

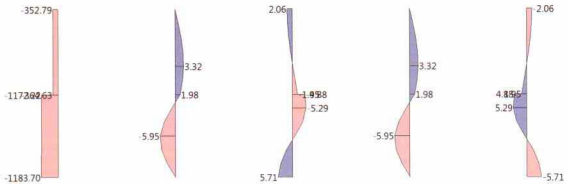
LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	2	Stütze	5.30	5.30	61.2	61.2	28.8	28.8	-0.6	0.6	2.758	0.737
2	1	Stütze	3.30	3.30	38.1	38.1	25.0	25.0	0.6	-0.6	2.758	0.814

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. 1. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Maßstab 1 : 175.5



Maßstab 1 : 175.5



Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. 2. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	7.68	-380.7	0.00	0.00	0.68	6.2	6.2	Querschnitt
	7.03	-382.7	1.44	1.44	0.68	6.2	6.2	
	6.38	-384.7	2.65	2.65	0.68	6.2	6.2	
	5.73	-386.6	3.40	3.40	0.68	6.2	6.2	
	5.08	-388.6	3.51	3.51	0.68	6.2	6.2	
	4.43	-390.6	3.00	3.00	0.68	6.2	6.2	
	3.78	-392.6	1.88	1.88	0.68	6.2	6.2	
2	3.78	-1172.2	2.79	2.79	0.68	6.2	6.2	Querschnitt
	3.15	-1174.1	-1.10	-1.10	0.68	6.2	6.2	
	2.52	-1176.0	-4.65	-4.65	0.68	6.2	6.2	
	1.89	-1178.0	-6.60	-6.60	0.68	6.2	6.2	
	1.26	-1179.9	-6.06	-6.06	0.68	6.2	6.2	
	0.63	-1181.8	-3.46	-3.46	0.68	6.2	6.2	
	0.00	-1183.7	0.35	0.35	0.68	6.2	6.2	

Verschiebungen, Dehnungen und Biegesteifigkeiten - Th. 2. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	f_y [cm]	f_z [cm]	ε_1 [‰]	ε_2 [‰]	ε_3 [‰]	ε_{As} [‰]	$EI_{z,eff}/EI_z$	$EI_{y,eff}/EI_y$
1	7.68	0.0	0.0	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	0.531	0.531
	7.03	-0.04	0.04	-0.22	-0.19	-0.19	-0.17	0.513	0.513
	6.38	-0.1	0.1	-0.25	-0.19	-0.19	-0.16	0.513	0.513
	5.73	-0.1	0.1	-0.27	-0.20	-0.20	-0.15	0.513	0.513
	5.08	-0.1	0.1	-0.27	-0.20	-0.20	-0.15	0.512	0.512
	4.43	-0.1	0.1	-0.26	-0.20	-0.20	-0.15	0.512	0.512
	3.78	0.0	0.0	-0.24	-0.20	-0.20	-0.17	0.512	0.512
2	3.78	0.0	0.0	-0.75	-0.68	-0.68	-0.62	0.427	0.427
	3.15	0.1	-0.1	-0.71	-0.68	-0.68	-0.66	0.427	0.427
	2.52	0.1	-0.1	-0.81	-0.68	-0.68	-0.59	0.426	0.426
	1.89	0.2	-0.2	-0.86	-0.68	-0.68	-0.55	0.426	0.426
	1.26	0.1	-0.1	-0.85	-0.68	-0.68	-0.57	0.426	0.426
	0.63	0.1	-0.1	-0.78	-0.68	-0.68	-0.62	0.425	0.425
	0.00	0.0	0.0	-0.69	-0.68	-0.68	-0.68	0.479	0.479

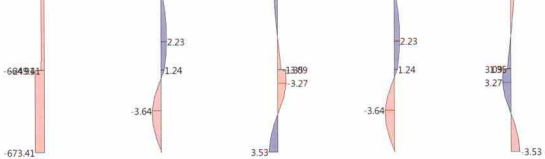
Kriechverformung, bleibender Anteil - Th. 2. O. mit e_i (kriechwirksam) (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	f_y [cm]	f_z [cm]
1	7.68	0.0	0.0
	7.03	-0.02	0.02
	6.38	-0.04	0.04
	5.73	-0.04	0.04
	5.08	-0.04	0.04
	4.43	-0.02	0.02
	3.78	0.0	0.0

LK	Höhe [m]	f_y [cm]	f_z [cm]
2	3.78	0.0	0.0
	3.15	0.03	-0.03
	2.52	0.1	-0.1
	1.89	0.1	-0.1
	1.26	0.1	-0.1
	0.63	0.04	-0.04
	0.00	0.0	0.0

Schnittgrößen und Querkraftbemessung nach Th. 2. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Maßstab 1 : 175.5



Auflagerreaktionen - Extremwertesätze aus allen berechneten Überlagerungen

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 2	7.68		-0.3	0.00	0.3	0.00	3
			-0.7	0.00	0.7	0.00	2
Abschnitt 1	3.78		0.6	0.00	-0.6	0.00	3
			1.4	0.00	-1.4	0.00	2
Fußpunkt	0.00	673.4	-0.3	0.17	0.3	0.17	3
		1183.7	-0.7	0.35	0.7	0.35	2

Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6) - Lagerkräfte

Auflagerreaktionen - charakteristische Werte (Th. I. O.) je Last

Lager	Höhe [m]	A_v [kN]	H_y [kN]	M_z [kNm]	H_z [kN]	M_y [kNm]	Last	Einwirkung
Fußpunkt	0.00	17.3	0.0	0.00	0.0	0.00	Stützeneigengewicht	ständig
		240.6	0.0	0.00	0.0	0.00	Last 1	ständig
		37.3	0.0	0.00	0.0	0.00	Last 2	Schnee
		164.4	0.0	0.00	0.0	0.00	Last 3	Kat. A
		415.5	0.0	0.00	0.0	0.00	Last 4	ständig

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3
Stützeneigengewicht	1.00	1.00	1.00
V = 240,6 kN(ständig)	1.00	1.00	1.00
V = 37,3 kN(Schnee)	**1.00**	0.50	
V = 164,4 kN(Kat. A)		**1.00**	
V = 415,5 kN(ständig)	1.00	1.00	1.00

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	7.68	-277.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	7.03	-279.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	6.38	-280.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	5.73	-282.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	5.08	-283.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	4.43	-285.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.78	-286.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.78	-702.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.15	-703.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.52	-705.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.89	-706.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.26	-707.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.63	-709.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-710.7	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	7.68	-277.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	7.03	-279.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	6.38	-280.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	5.73	-282.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	5.08	-283.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	4.43	-285.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.78	-286.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.78	-702.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.15	-703.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.52	-705.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.89	-706.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.26	-707.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.63	-709.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-710.7	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Betondruckspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	7.68	-277.9	0.00	0.00	0.00	-0.10	-2.98	15.00	0.20
1	7.03	-279.3	0.00	0.00	0.00	-0.10	-2.99	15.00	0.20
1	6.38	-280.8	0.00	0.00	0.00	-0.10	-3.01	15.00	0.20
1	5.73	-282.3	0.00	0.00	0.00	-0.10	-3.02	15.00	0.20
1	5.08	-283.7	0.00	0.00	0.00	-0.10	-3.04	15.00	0.20
1	4.43	-285.2	0.00	0.00	0.00	-0.10	-3.05	15.00	0.20
1	3.78	-286.7	0.00	0.00	0.00	-0.10	-3.07	15.00	0.20
2	3.78	-848.0	0.00	0.00	0.00	-0.29	-9.08	15.00	0.61
2	3.15	-849.4	0.00	0.00	0.00	-0.29	-9.10	15.00	0.61
2	2.52	-850.8	0.00	0.00	0.00	-0.29	-9.11	15.00	0.61
2	1.89	-852.2	0.00	0.00	0.00	-0.29	-9.13	15.00	0.61
2	1.26	-853.6	0.00	0.00	0.00	-0.29	-9.14	15.00	0.61
2	0.63	-855.1	0.00	0.00	0.00	-0.30	-9.16	15.00	0.61
2	0.00	-856.5	0.00	0.00	0.00	-0.30	-9.17	15.00	0.61

1 : = 0,60 * f_{ck} (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Begrenzung der Betondruckspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	Φ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	7.68	-277.9	0.00	0.00	0.00	-0.10	-2.98	15.00	0.20
1	7.03	-279.3	0.00	0.00	0.00	-0.10	-2.99	15.00	0.20
1	6.38	-280.8	0.00	0.00	0.00	-0.10	-3.01	15.00	0.20
1	5.73	-282.3	0.00	0.00	0.00	-0.10	-3.02	15.00	0.20
1	5.08	-283.7	0.00	0.00	0.00	-0.10	-3.04	15.00	0.20
1	4.43	-285.2	0.00	0.00	0.00	-0.10	-3.05	15.00	0.20
1	3.78	-286.7	0.00	0.00	0.00	-0.10	-3.07	15.00	0.20
2	3.78	-848.0	0.00	0.00	0.00	-0.29	-9.08	15.00	0.61
2	3.15	-849.4	0.00	0.00	0.00	-0.29	-9.10	15.00	0.61
2	2.52	-850.8	0.00	0.00	0.00	-0.29	-9.11	15.00	0.61
2	1.89	-852.2	0.00	0.00	0.00	-0.29	-9.13	15.00	0.61
2	1.26	-853.6	0.00	0.00	0.00	-0.29	-9.14	15.00	0.61
2	0.63	-855.1	0.00	0.00	0.00	-0.30	-9.16	15.00	0.61
2	0.00	-856.5	0.00	0.00	0.00	-0.30	-9.17	15.00	0.61

1 : = 0,60 * $f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	Φ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	7.68	-277.9	0.00	0.00	0.00	-0.10	-19.20	400.00	0.00
1	7.03	-279.3	0.00	0.00	0.00	-0.10	-19.30	400.00	0.00
1	6.38	-280.8	0.00	0.00	0.00	-0.10	-19.41	400.00	0.00
1	5.73	-282.3	0.00	0.00	0.00	-0.10	-19.51	400.00	0.00
1	5.08	-283.7	0.00	0.00	0.00	-0.10	-19.61	400.00	0.00
1	4.43	-285.2	0.00	0.00	0.00	-0.10	-19.71	400.00	0.00
1	3.78	-286.7	0.00	0.00	0.00	-0.10	-19.81	400.00	0.00
1	3.78	-702.2	0.00	0.00	0.00	-0.24	-48.52	400.00	0.00
1	3.15	-703.6	0.00	0.00	0.00	-0.24	-48.62	400.00	0.00
1	2.52	-705.0	0.00	0.00	0.00	-0.24	-48.72	400.00	0.00
1	1.89	-706.4	0.00	0.00	0.00	-0.24	-48.82	400.00	0.00
1	1.26	-707.8	0.00	0.00	0.00	-0.24	-48.92	400.00	0.00
1	0.63	-709.2	0.00	0.00	0.00	-0.25	-49.01	400.00	0.00
1	0.00	-710.7	0.00	0.00	0.00	-0.25	-49.11	400.00	0.00

1 : = 0,80 * $f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	Φ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	7.68	-277.9	0.00	0.00	0.00	-0.10	-19.20	400.00	0.00
1	7.03	-279.3	0.00	0.00	0.00	-0.10	-19.30	400.00	0.00
1	6.38	-280.8	0.00	0.00	0.00	-0.10	-19.41	400.00	0.00
1	5.73	-282.3	0.00	0.00	0.00	-0.10	-19.51	400.00	0.00
1	5.08	-283.7	0.00	0.00	0.00	-0.10	-19.61	400.00	0.00
1	4.43	-285.2	0.00	0.00	0.00	-0.10	-19.71	400.00	0.00
1	3.78	-286.7	0.00	0.00	0.00	-0.10	-19.81	400.00	0.00
1	3.78	-702.2	0.00	0.00	0.00	-0.24	-48.52	400.00	0.00
1	3.15	-703.6	0.00	0.00	0.00	-0.24	-48.62	400.00	0.00
1	2.52	-705.0	0.00	0.00	0.00	-0.24	-48.72	400.00	0.00
1	1.89	-706.4	0.00	0.00	0.00	-0.24	-48.82	400.00	0.00
1	1.26	-707.8	0.00	0.00	0.00	-0.24	-48.92	400.00	0.00
1	0.63	-709.2	0.00	0.00	0.00	-0.25	-49.01	400.00	0.00
1	0.00	-710.7	0.00	0.00	0.00	-0.25	-49.11	400.00	0.00

1 : = 0,80 * $f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 240,6 kN(ständig)	1.00	1.00
V = 37,3 kN(Schnee)		
V = 164,4 kN(Kat. A)		0.30
V = 415,5 kN(ständig)	1.00	1.00

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatz - Th. 2. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$[1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	7.68	-240.6	0.00	0.00	-0.08	-2.58	11.25	1.00		0.23
1	7.03	-242.1	0.00	0.00	-0.08	-2.59	11.25	1.00		0.23
2	6.38	-243.6	0.00	0.00	-0.08	-2.61	11.25	1.00		0.23
1	5.73	-245.0	0.00	0.00	-0.08	-2.62	11.25	1.00		0.23
1	5.08	-246.5	0.00	0.00	-0.09	-2.64	11.25	1.00		0.23
1	4.43	-247.9	0.00	0.00	-0.09	-2.66	11.25	1.00		0.24
1	3.78	-249.4	0.00	0.00	-0.09	-2.67	11.25	1.00		0.24
2	3.78	-714.2	0.00	0.00	-0.25	-7.65	11.25	1.00		0.68
2	3.15	-715.7	0.00	0.00	-0.25	-7.67	11.25	1.00		0.68
2	2.52	-717.1	0.00	0.00	-0.25	-7.68	11.25	1.00		0.68
2	1.89	-718.5	0.00	0.00	-0.25	-7.70	11.25	1.00		0.68
2	1.26	-719.9	0.00	0.00	-0.25	-7.71	11.25	1.00		0.69
2	0.63	-721.3	0.00	0.00	-0.25	-7.73	11.25	1.00		0.69
2	0.00	-722.7	0.00	0.00	-0.25	-7.74	11.25	1.00		0.69

1 : = 0,45 * f_{ck} (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordung

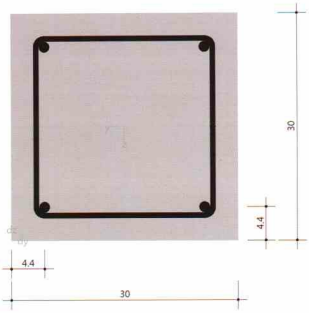
Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 2	1	14	1.5	-10.6	-10.6
	2	14	1.5	10.6	-10.6
	3	14	1.5	10.6	10.6
	4	14	1.5	-10.6	10.6
			6.2		
Abschnitt 1	1	14	1.5	-10.6	-10.6
	2	14	1.5	10.6	-10.6
	3	14	1.5	10.6	10.6
	4	14	1.5	-10.6	10.6
			6.2		

Realisierte Betondeckung

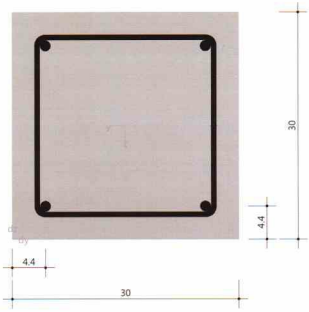
Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 2 (XC1/X0)	2.8	2.0	3.7	2.9
Abschnitt 1 (XC1/X0)	2.8	2.0	3.7	2.9

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 5



Maßstab 1 : 5

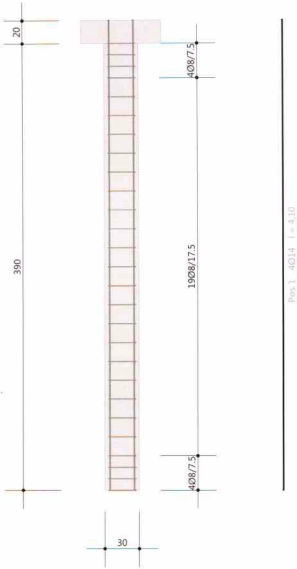


Thorsten Henning, Diplomingenieur
Dingstätte 31
25421 Pinneberg
Tel.: 04101 8048662
Fax: 04101 8048663

Projekt: NB JCS Pinneberg
Position: 4.1 Mittelstütze - neu
11.04.2019

IBH

Maßstab 1 : 33

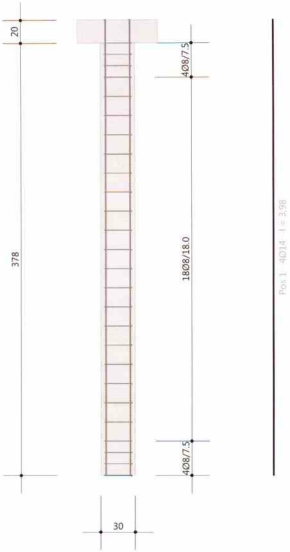


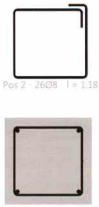
Thorsten Henning, Diplomingenieur
Dingstätte 31 Tel.: 04101 8048662
25421 Pinneberg Fax: 04101 8048663

Projekt: NB JCS Pinneberg
Position: 4.1 Mittelstütze - neu
11.04.2019

IBH

Maßstab 1 : 33





Thorsten Henning, Diplomingenieur
Dingstätte 31 Tel.: 04101 8048662
25421 Pinneberg Fax: 04101 8048663

Projekt: NB JCS Pinneberg
Position: 4.1 Mittelstütze - neu
11.04.2019

IBH

Maßstab 1 : 50

Position: 4.2 Randstütze

Stahlbetonstütze (neu) B5+ 01/19E (FRILO R-2019-1/P11)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- allgemeine Mehrfeldstütze, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

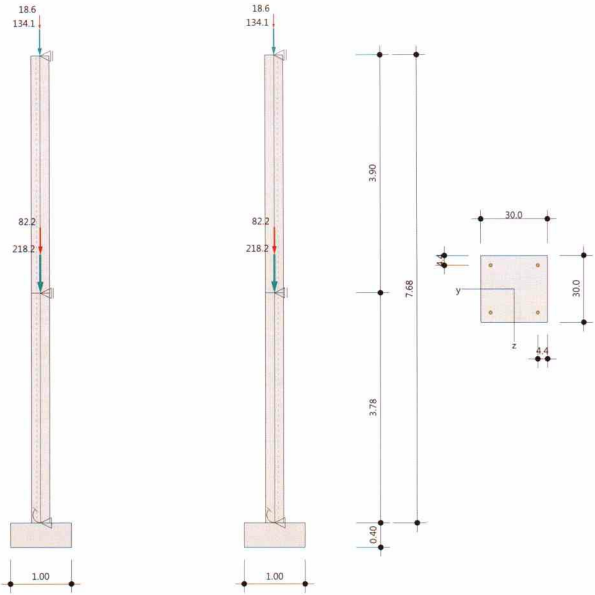
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 62.8



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	14	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:
Luftfeuchte LU = 50 % Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter t_0 = 28 Tage

Resultierende Endkriechzahlen:
Abschnitt 1 $\phi(t_0,\infty)$ = 2.76
Abschnitt 2 $\phi(t_0,\infty)$ = 2.76

Materialauswahl

Beton C 25/30 f_{ck} = 25.00 N/mm² E_{cm} = 31000 N/mm²
Betonstahl B500A f_{yk} = 500.00 N/mm² E_s = 200000 N/mm²
$k(f_t/f_y)$ = 1.05 ε_{uk} = 25.0 ‰ Bügel und Längsbewehrung

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	0.10	1.15	434.78	456.52

Stützenabschnitte

Abschn.	Länge [m]	Querschnitt	e_y [cm]	e_z [cm]	b_y [cm]	d_z [cm]	$b_{i,y}$ [cm]	$d_{i,z}$ [cm]	b_1 [cm]	d_1 [cm]	Bewehrung	$A_{s,vorh}$ [cm²]	$A_{s,erf}$ [cm²]
2	3.90	Rechteck			30.0	30.0			4.4	4.4	eckkonzentriert		6.2
1	3.78	Rechteck			30.0	30.0			4.4	4.4	eckkonzentriert		6.2

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt Abschnitt 2	starr		starr	
Kopfpunkt Abschnitt 1	starr		starr	
Fußpunkt	starr	416.7	starr	416.7

Fundamenteinspannung

Abmessungen b_x = 1.00 m parallel zur b_y-Abmessung der Stütze
b_y = 1.00 m parallel zur b_z-Abmessung der Stütze
d = 0.40 m
Bettungsziffer C_b = 5000.00 kN/m³
Steifigkeiten C_z = 416.7 kNm/rad (Bettungszifferverfahren)
C_y = 416.7 kNm/rad

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.500
sonstige veränderliche Einwirkungen	0.80	0.70	0.50		1.500
ständig	1.00	1.00	1.00	1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		134.1							ständig		
2	Stützenkopf		18.6							Schnee		
3	Kopf Abschn. Abschnitt 1		82.2							sonstig		
4	Kopf Abschn. Abschnitt 1		218.2							ständig		

Verteilte Lasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Abschnitt Abschnitt 2	in x		-2.25	3.90	-2.25	ständig		
*	Abschnitt Abschnitt 1	in x		-2.25	3.78	-2.25	ständig		

Bezeichnungen der Lasten

- Last *: Stützeneigengewicht, automatisch erzeugt

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- kontinuierlicher Ansatz Eigengewichts
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt
- Die Bewehrungsgrade der Stützenabschnitte entsprechen dem Verhältnis der Bewehrungsgrade nach Thl inkl. Vorverformung.

Bemessungsoptionen

- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst.
- Die Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen (über Arbeitslinie Stahl, basierend auf $f_{ct,m}$) wird im GZG berücksichtigt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft

FL.BSlib.dll v4.20191.1017.6 - FLCE906.exe v6.20111.128.1

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 30,11 in y- / 30,11 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.35	1.00	1.35
V = 134,1 kN(ständig)	1.35	1.35	1.00	1.35
V = 18,6 kN(Schnee)	**1.50**	0.75		**1.50**
V = 82,2 kN(sonstig)		**1.50**		1.20
V = 218,2 kN(ständig)	1.35	1.35	1.00	1.35

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
4	2	Stütze	5.70	5.70	65.9	65.9	38.4	38.4	-0.6	0.6	2.758	0.727
2	1	Stütze	3.31	3.31	38.3	38.3	25.0	25.0	0.6	-0.6	2.758	0.744

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. 1. O. ohne e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]
4	7.68	-209.0	0.00	0.00	0.08	0.7[1]	6.2
	7.03	-211.0	0.00	0.00	0.08	0.7[1]	6.2
	6.38	-213.0	0.00	0.00	0.08	0.7[1]	6.2
	5.73	-215.0	0.00	0.00	0.08	0.7[1]	6.2
	5.08	-216.9	0.00	0.00	0.08	0.7[1]	6.2
	4.43	-218.9	0.00	0.00	0.08	0.8[1]	6.2
	3.78	-220.9	0.00	0.00	0.08	0.8[1]	6.2
2	3.78	-624.8	0.00	0.00	0.24	2.2[1]	6.2
	3.15	-626.7	0.00	0.00	0.24	2.2[1]	6.2
	2.52	-628.6	0.00	0.00	0.24	2.2[1]	6.2
	1.89	-630.6	0.00	0.00	0.24	2.2[1]	6.2
	1.26	-632.5	0.00	0.00	0.24	2.2[1]	6.2
	0.63	-634.4	0.00	0.00	0.24	2.2[1]	6.2

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]
	0.00	-636.3	0.00	0.00	0.24	2.2[1]	6.2

1 : Mindestlängsbewehrung nach EN 1992-1-1, 9.5.2 (2)

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. 1. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]
4	7.68	-209.0	0.00	0.00	0.08	0.7[1]	6.2
	7.03	-211.0	0.74	0.74	0.08	0.7[1]	6.2
	6.38	-213.0	1.37	1.37	0.08	0.7[1]	6.2
	5.73	-215.0	1.77	1.77	0.08	0.7[1]	6.2
	5.08	-216.9	1.84	1.84	0.08	0.7[1]	6.2
	4.43	-218.9	1.58	1.58	0.08	0.8[1]	6.2
	3.78	-220.9	0.99	0.99	0.08	0.8[1]	6.2
2	3.78	-624.8	1.04	1.04	0.24	2.2[1]	6.2
	3.15	-626.7	-0.73	-0.73	0.24	2.2[1]	6.2
	2.52	-628.6	-2.34	-2.34	0.24	2.2[1]	6.2
	1.89	-630.6	-3.22	-3.22	0.24	2.2[1]	6.2
	1.26	-632.5	-2.93	-2.93	0.24	2.2[1]	6.2
	0.63	-634.4	-1.71	-1.71	0.24	2.2[1]	6.2
	0.00	-636.3	0.08	0.08	0.24	2.2[1]	6.2

1 : Mindestlängsbewehrung nach EN 1992-1-1, 9.5.2 (2)

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. 2. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
4	7.68	-209.0	0.00	0.00	0.68	6.2	6.2	Querschnitt
	7.03	-211.0	0.80	0.80	0.68	6.2	6.2	
	6.38	-213.0	1.48	1.48	0.68	6.2	6.2	
	5.73	-215.0	1.91	1.91	0.68	6.2	6.2	
	5.08	-216.9	2.01	2.01	0.68	6.2	6.2	
	4.43	-218.9	1.76	1.76	0.68	6.2	6.2	
	3.78	-220.9	1.16	1.16	0.68	6.2	6.2	
2	3.78	-624.8	1.22	1.22	0.68	6.2	6.2	Querschnitt
	3.15	-626.7	-0.69	-0.69	0.68	6.2	6.2	
	2.52	-628.6	-2.43	-2.43	0.68	6.2	6.2	
	1.89	-630.6	-3.36	-3.36	0.68	6.2	6.2	
	1.26	-632.5	-3.06	-3.06	0.68	6.2	6.2	
	0.63	-634.4	-1.75	-1.75	0.68	6.2	6.2	
	0.00	-636.3	0.16	0.16	0.68	6.2	6.2	

Verschiebungen, Dehnungen und Biegesteifigkeiten - Th. 2. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	f_y [cm]	f_z [cm]	ε_1 [‰]	ε_2 [‰]	ε_3 [‰]	ε_{4s} [‰]	$EI_{z,eff}/EI_z$	$EI_{y,eff}/EI_y$
4	7.68	0.0	0.0	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	0.535	0.535
	7.03	-0.02	0.02	-0.12	-0.10	-0.10	-0.09	0.530	0.530
	6.38	-0.04	0.04	-0.13	-0.11	-0.11	-0.09	0.529	0.529
	5.73	-0.1	0.1	-0.14	-0.11	-0.11	-0.08	0.529	0.529
	5.08	-0.05	0.05	-0.15	-0.11	-0.11	-0.08	0.529	0.529
	4.43	-0.03	0.03	-0.14	-0.11	-0.11	-0.08	0.528	0.528
	3.78	0.0	0.0	-0.13	-0.11	-0.11	-0.09	0.528	0.528
2	3.78	0.0	0.0	-0.35	-0.33	-0.33	-0.31	0.482	0.482
	3.15	0.03	-0.03	-0.34	-0.33	-0.33	-0.32	0.490	0.490
	2.52	0.1	-0.1	-0.38	-0.33	-0.33	-0.29	0.481	0.481
	1.89	0.1	-0.1	-0.41	-0.33	-0.33	-0.28	0.481	0.481
	1.26	0.1	-0.1	-0.40	-0.33	-0.33	-0.28	0.481	0.481
	0.63	0.04	-0.04	-0.37	-0.33	-0.33	-0.31	0.480	0.480
	0.00	0.0	0.0	-0.34	-0.33	-0.33	-0.33	0.510	0.510

Kriechverformung, bleibender Anteil - Th. 2. O. mit e_i (kriechwirksam) (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	f_y [cm]	f_z [cm]
4	7.68	0.0	0.0
	7.03	-0.01	0.01
	6.38	-0.02	0.02
	5.73	-0.02	0.02
	5.08	-0.02	0.02
	4.43	-0.01	0.01
	3.78	0.0	0.0
2	3.78	0.0	0.0
	3.15	0.01	-0.01
	2.52	0.03	-0.03
	1.89	0.03	-0.03
	1.26	0.03	-0.03
	0.63	0.02	-0.02
	0.00	0.0	0.0

Schnittgrößen und Querkraftbemessung nach Th. 2. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Richtung	Höhe [m]	N_d [kN]	$V_{E,d}$ [kN]	$V_{rd,c}$ [kN]	$V_{rd,max}$ [kN]	Θ [°]	A_{sw} [cm²/m]
4	y	7.68	-209.0	1.3	56.2	174.0	18.4	0.00
		7.03	-211.0	1.2	56.4	174.0	18.4	0.00
		6.38	-213.0	0.9	56.6	174.0	18.4	0.00
		5.73	-215.0	0.4	56.8	174.0	18.4	0.00
		5.08	-216.9	-0.1	57.0	174.0	18.4	0.00
		4.43	-218.9	-0.7	57.2	174.0	18.4	0.00
		3.78	-220.9	-1.2	57.4	174.0	18.4	0.00
4	y	3.78	-614.1	-2.8	60.9	174.0	18.4	0.00
		3.15	-616.0	-3.0	60.9	174.0	18.4	0.00
		2.52	-618.0	-2.2	60.9	174.0	18.4	0.00
		1.89	-619.9	-0.5	60.9	174.0	18.4	0.00
		1.26	-621.8	1.4	60.9	174.0	18.4	0.00
		0.63	-623.7	2.6	60.9	174.0	18.4	0.00
		0.00	-625.6	3.2	60.9	174.0	18.4	0.00
4	z	7.68	-209.0	-1.3	56.2	174.0	18.4	0.00
		7.03	-211.0	-1.2	56.4	174.0	18.4	0.00
		6.38	-213.0	-0.9	56.6	174.0	18.4	0.00
		5.73	-215.0	-0.4	56.8	174.0	18.4	0.00
		5.08	-216.9	0.1	57.0	174.0	18.4	0.00
		4.43	-218.9	0.7	57.2	174.0	18.4	0.00
		3.78	-220.9	1.2	57.4	174.0	18.4	0.00
4	z	3.78	-614.1	2.8	60.9	174.0	18.4	0.00
		3.15	-616.0	3.0	60.9	174.0	18.4	0.00
		2.52	-618.0	2.2	60.9	174.0	18.4	0.00
		1.89	-619.9	0.5	60.9	174.0	18.4	0.00
		1.26	-621.8	-1.4	60.9	174.0	18.4	0.00
		0.63	-623.7	-2.6	60.9	174.0	18.4	0.00
		0.00	-625.6	-3.2	60.9	174.0	18.4	0.00

Auflagerreaktionen - Extremwertesätze aus allen berechneten Überlagerungen

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 2	7.68		-0.2	0.00	0.2	0.00	3
			-0.3	0.00	0.3	0.00	2
Abschnitt 1	3.78		0.3	0.00	-0.3	0.00	3
			0.6	0.00	-0.6	0.00	2
Fußpunkt	0.00	369.7	-0.2	0.09	0.2	0.09	3
		636.3	-0.3	0.16	0.3	0.16	2

Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6) - Lagerkräfte

Auflagerreaktionen - charakteristische Werte (Th. I. O.) je Last

Lager	Höhe [m]	A_v [kN]	H_y [kN]	M_z [kNm]	H_z [kN]	M_y [kNm]	Last	Einwirkung
Fußpunkt	0.00	17.3	0.0	0.00	0.0	0.00	Stützeneigengewicht	ständig
		134.1	0.0	0.00	0.0	0.00	Last 1	ständig
		18.6	0.0	0.00	0.0	0.00	Last 2	Schnee
		82.2	0.0	0.00	0.0	0.00	Last 3	sonstig
		218.2	0.0	0.00	0.0	0.00	Last 4	ständig

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 134,1 kN(ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 18,6 kN(Schnee)	**1.00**	0.50		**1.00**
V = 82,2 kN(sonstig)		**1.00**		0.80
V = 218,2 kN(ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	7.68	-152.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	7.03	-154.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	6.38	-155.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	5.73	-157.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	5.08	-158.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	4.43	-160.1	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.78	-161.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.78	-379.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.15	-381.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.52	-382.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.89	-384.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.26	-385.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.63	-386.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-388.3	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	7.68	-152.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	7.03	-154.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	6.38	-155.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	5.73	-157.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	5.08	-158.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	4.43	-160.1	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.78	-161.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.78	-379.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.15	-381.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.52	-382.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.89	-384.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.26	-385.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.63	-386.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-388.3	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Betondruckspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	7.68	-152.8	0.00	0.00	0.00	-0.05	-1.64	15.00	0.11
1	7.03	-154.2	0.00	0.00	0.00	-0.05	-1.65	15.00	0.11
1	6.38	-155.7	0.00	0.00	0.00	-0.05	-1.67	15.00	0.11
1	5.73	-157.2	0.00	0.00	0.00	-0.05	-1.68	15.00	0.11
1	5.08	-158.6	0.00	0.00	0.00	-0.05	-1.70	15.00	0.11
1	4.43	-160.1	0.00	0.00	0.00	-0.06	-1.71	15.00	0.11
1	3.78	-161.5	0.00	0.00	0.00	-0.06	-1.73	15.00	0.12
2	3.78	-452.7	0.00	0.00	0.00	-0.16	-4.85	15.00	0.32
2	3.15	-454.1	0.00	0.00	0.00	-0.16	-4.86	15.00	0.32
2	2.52	-455.5	0.00	0.00	0.00	-0.16	-4.88	15.00	0.33
2	1.89	-456.9	0.00	0.00	0.00	-0.16	-4.89	15.00	0.33
2	1.26	-458.3	0.00	0.00	0.00	-0.16	-4.91	15.00	0.33
2	0.63	-459.7	0.00	0.00	0.00	-0.16	-4.92	15.00	0.33
2	0.00	-461.2	0.00	0.00	0.00	-0.16	-4.94	15.00	0.33

1 : = 0,60 * f_{ck} (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Begrenzung der Betondruckspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	7.68	-152.8	0.00	0.00	0.00	-0.05	-1.64	15.00	0.11
1	7.03	-154.2	0.00	0.00	0.00	-0.05	-1.65	15.00	0.11
1	6.38	-155.7	0.00	0.00	0.00	-0.05	-1.67	15.00	0.11
1	5.73	-157.2	0.00	0.00	0.00	-0.05	-1.68	15.00	0.11
1	5.08	-158.6	0.00	0.00	0.00	-0.05	-1.70	15.00	0.11
1	4.43	-160.1	0.00	0.00	0.00	-0.06	-1.71	15.00	0.11
1	3.78	-161.5	0.00	0.00	0.00	-0.06	-1.73	15.00	0.12
2	3.78	-452.7	0.00	0.00	0.00	-0.16	-4.85	15.00	0.32
2	3.15	-454.1	0.00	0.00	0.00	-0.16	-4.86	15.00	0.32
2	2.52	-455.5	0.00	0.00	0.00	-0.16	-4.88	15.00	0.33
2	1.89	-456.9	0.00	0.00	0.00	-0.16	-4.89	15.00	0.33
2	1.26	-458.3	0.00	0.00	0.00	-0.16	-4.91	15.00	0.33
2	0.63	-459.7	0.00	0.00	0.00	-0.16	-4.92	15.00	0.33
2	0.00	-461.2	0.00	0.00	0.00	-0.16	-4.94	15.00	0.33

1 : = 0,60 * f_{ck} (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	7.68	-152.8	0.00	0.00	0.00	-0.05	-10.56	400.00	0.00
1	7.03	-154.2	0.00	0.00	0.00	-0.05	-10.66	400.00	0.00
1	6.38	-155.7	0.00	0.00	0.00	-0.05	-10.76	400.00	0.00
1	5.73	-157.2	0.00	0.00	0.00	-0.05	-10.86	400.00	0.00
1	5.08	-158.6	0.00	0.00	0.00	-0.05	-10.96	400.00	0.00
1	4.43	-160.1	0.00	0.00	0.00	-0.06	-11.06	400.00	0.00
1	3.78	-161.5	0.00	0.00	0.00	-0.06	-11.16	400.00	0.00
1	3.78	-379.8	0.00	0.00	0.00	-0.13	-26.25	400.00	0.00
1	3.15	-381.2	0.00	0.00	0.00	-0.13	-26.34	400.00	0.00
1	2.52	-382.6	0.00	0.00	0.00	-0.13	-26.44	400.00	0.00
1	1.89	-384.0	0.00	0.00	0.00	-0.13	-26.54	400.00	0.00
1	1.26	-385.5	0.00	0.00	0.00	-0.13	-26.64	400.00	0.00
1	0.63	-386.9	0.00	0.00	0.00	-0.13	-26.74	400.00	0.00
1	0.00	-388.3	0.00	0.00	0.00	-0.13	-26.83	400.00	0.00

1 : = 0,80 * f_{yk} (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	7.68	-152.8	0.00	0.00	0.00	-0.05	-10.56	400.00	0.00
1	7.03	-154.2	0.00	0.00	0.00	-0.05	-10.66	400.00	0.00
1	6.38	-155.7	0.00	0.00	0.00	-0.05	-10.76	400.00	0.00
1	5.73	-157.2	0.00	0.00	0.00	-0.05	-10.86	400.00	0.00
1	5.08	-158.6	0.00	0.00	0.00	-0.05	-10.96	400.00	0.00
1	4.43	-160.1	0.00	0.00	0.00	-0.06	-11.06	400.00	0.00
1	3.78	-161.5	0.00	0.00	0.00	-0.06	-11.16	400.00	0.00
1	3.78	-379.8	0.00	0.00	0.00	-0.13	-26.25	400.00	0.00
1	3.15	-381.2	0.00	0.00	0.00	-0.13	-26.34	400.00	0.00
1	2.52	-382.6	0.00	0.00	0.00	-0.13	-26.44	400.00	0.00
1	1.89	-384.0	0.00	0.00	0.00	-0.13	-26.54	400.00	0.00
1	1.26	-385.5	0.00	0.00	0.00	-0.13	-26.64	400.00	0.00
1	0.63	-386.9	0.00	0.00	0.00	-0.13	-26.74	400.00	0.00
1	0.00	-388.3	0.00	0.00	0.00	-0.13	-26.83	400.00	0.00

1 : = 0,80 * $f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 134,1 kN(ständig)	1.00	1.00
V = 18,6 kN(Schnee)		
V = 82,2 kN(sonstig)		0.50
V = 218,2 kN(ständig)	1.00	1.00

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatz - Th. 2. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$[1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	7.68	-134.1	0.00	0.00	-0.05	-1.44	11.25	1.00		0.13
1	7.03	-135.6	0.00	0.00	-0.05	-1.45	11.25	1.00		0.13
2	6.38	-137.1	0.00	0.00	-0.05	-1.47	11.25	1.00		0.13
1	5.73	-138.5	0.00	0.00	-0.05	-1.48	11.25	1.00		0.13
1	5.08	-140.0	0.00	0.00	-0.05	-1.50	11.25	1.00		0.13
1	4.43	-141.5	0.00	0.00	-0.05	-1.52	11.25	1.00		0.13
1	3.78	-142.9	0.00	0.00	-0.05	-1.53	11.25	1.00		0.14
2	3.78	-402.3	0.00	0.00	-0.14	-4.31	11.25	1.00		0.38
2	3.15	-403.7	0.00	0.00	-0.14	-4.32	11.25	1.00		0.38
2	2.52	-405.1	0.00	0.00	-0.14	-4.34	11.25	1.00		0.39
2	1.89	-406.5	0.00	0.00	-0.14	-4.35	11.25	1.00		0.39
2	1.26	-407.9	0.00	0.00	-0.14	-4.37	11.25	1.00		0.39
2	0.63	-409.3	0.00	0.00	-0.14	-4.38	11.25	1.00		0.39
2	0.00	-410.8	0.00	0.00	-0.14	-4.40	11.25	1.00		0.39

1 : = 0,45 * $f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordung

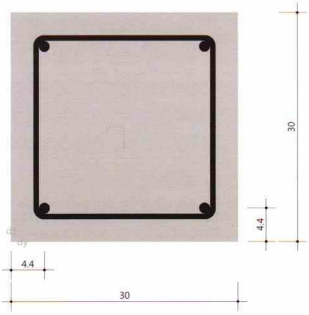
Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 2	1	14	1.5	-10.6	-10.6
	2	14	1.5	10.6	-10.6
	3	14	1.5	10.6	10.6
	4	14	1.5	-10.6	10.6
			6.2		
Abschnitt 1	1	14	1.5	-10.6	-10.6
	2	14	1.5	10.6	-10.6
	3	14	1.5	10.6	10.6
	4	14	1.5	-10.6	10.6
			6.2		

Realisierte Betondeckung

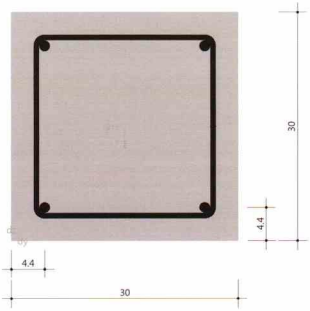
Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 2 (XC1/X0)	2.8	2.0	3.7	2.9
Abschnitt 1 (XC1/X0)	2.8	2.0	3.7	2.9

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 5



Maßstab 1 : 5

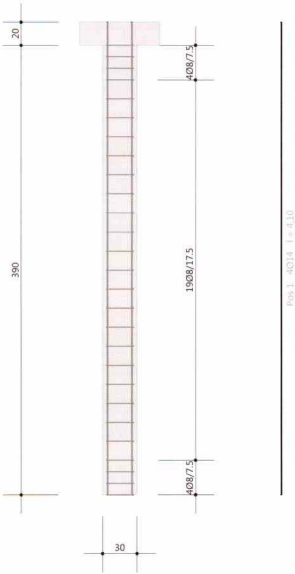


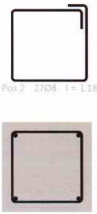
Thorsten Henning, Diplomingenieur
Dingstätte 31 Tel.: 04101 8048662
25421 Pinneberg Fax: 04101 8048663

Projekt: NB JCS Pinneberg
Position: 4.2
11.04.2019

IBH

Maßstab 1 : 33





Thorsten Henning, Diplomingenieur

Dingstätte 31 Tel.: 04101 8048662

25421 Pinneberg Fax: 04101 8048663

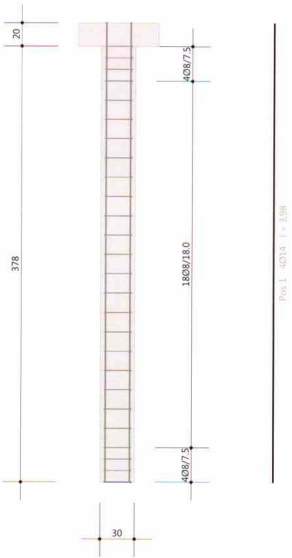
Projekt: NB JCS Pinneberg

Position: 4.2

11.04.2019

IBH

Maßstab 1 : 33



Position: 4.3 Eckstütze

Stahlbetonstütze (neu) B5+ 01/19E (FRILO R-2019-1/P11)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- allgemeine Mehrfeldstütze, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

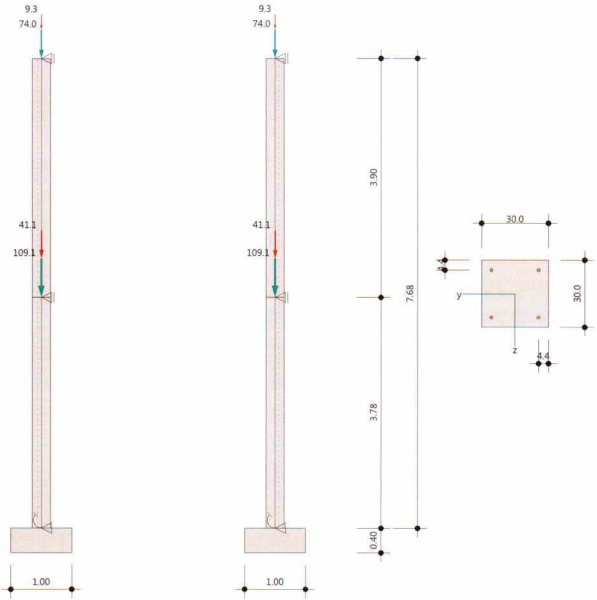
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 62.9



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	14	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:
Luftfeuchte LU = 50 % Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter t_0 = 28 Tage

Resultierende Endkriechzahlen:
Abschnitt 1 $\phi(t_0,\infty)$ = 2.76
Abschnitt 2 $\phi(t_0,\infty)$ = 2.76

Materialauswahl

Beton C 25/30 f_{ck} = 25.00 N/mm² E_{cm} = 31000 N/mm²
Betonstahl B500A f_{yk} = 500.00 N/mm² E_s = 200000 N/mm²
$k(f_t/f_y)$ = 1.05 ε_{uk} = 25.0 ‰ Bügel und Längsbewehrung

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	0.10	1.15	434.78	456.52

Stützenabschnitte

Abschn.	Länge [m]	Querschnitt	e_y [cm]	e_z [cm]	b_y [cm]	d_z [cm]	$b_{i,y}$ [cm]	$d_{i,z}$ [cm]	b_1 [cm]	d_1 [cm]	Bewehrung	$A_{s,vorh}$ [cm²]	$A_{s,erf}$ [cm²]
2	3.90	Rechteck			30.0	30.0			4.4	4.4	eckkonzentriert		6.2
1	3.78	Rechteck			30.0	30.0			4.4	4.4	eckkonzentriert		6.2

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt Abschnitt 2	starr		starr	
Kopfpunkt Abschnitt 1	starr		starr	
Fußpunkt	starr	416.7	starr	416.7

Fundamenteinspannung

Abmessungen b_x = 1.00 m parallel zur b_y-Abmessung der Stütze
b_y = 1.00 m parallel zur b_z-Abmessung der Stütze
d = 0.40 m
Bettungsziffer C_b = 5000.00 kN/m³
Steifigkeiten C_z = 416.7 kNm/rad (Bettungsziffer verfahren)
C_y = 416.7 kNm/rad

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.500
sonstige veränderliche Einwirkungen	0.80	0.70	0.50		1.500
ständig	1.00	1.00	1.00	1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		74.0							ständig		
2	Stützenkopf		9.3							Schnee		
3	Kopf Abschn. Abschnitt 1		41.1							sonstig		
4	Kopf Abschn. Abschnitt 1		109.1							ständig		

Verteilte Lasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Abschnitt Abschnitt 2	in x		-2.25	3.90	-2.25	ständig		
*	Abschnitt Abschnitt 1	in x		-2.25	3.78	-2.25	ständig		

Bezeichnungen der Lasten

- Last *: Stützeneigengewicht, automatisch erzeugt

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- kontinuierlicher Ansatz Eigengewichts
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt
- Die Bewehrungsgrade der Stützenabschnitte entsprechen dem Verhältnis der Bewehrungsgrade nach Thl inkl. Vorverformung.

Bemessungsoptionen

- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst.
- Die Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen (über Arbeitslinie Stahl, basierend auf $f_{ct,m}$) wird im GZG berücksichtigt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft

FL.B5lib.dll v4.20191.1017.6 - FLCE906.exe v6.20111.128.1

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 56,56 in y- / 56,56 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.35	1.00	1.35
V = 74,0 kN(ständig)	1.35	1.35	1.00	1.35
V = 9,3 kN(Schnee)	**1.50**	0.75		**1.50**
V = 41,1 kN(sonstig)		**1.50**		1.20
V = 109,1 kN(ständig)	1.35	1.35	1.00	1.35

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
4	2	Stütze	5.64	5.64	65.1	65.1	51.0	51.0	-0.6	0.6	2.758	0.723
2	1	Stütze	3.34	3.34	38.5	38.5	31.0	31.0	0.6	-0.6	2.758	0.730

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. 1. O. ohne e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]
4	7.68	-113.9	0.00	0.00	0.04	0.4[1]	6.2
	7.03	-115.8	0.00	0.00	0.04	0.4[1]	6.2
	6.38	-117.8	0.00	0.00	0.05	0.4[1]	6.2
	5.73	-119.8	0.00	0.00	0.05	0.4[1]	6.2
	5.08	-121.7	0.00	0.00	0.05	0.4[1]	6.2
	4.43	-123.7	0.00	0.00	0.05	0.4[1]	6.2
	3.78	-125.7	0.00	0.00	0.05	0.4[1]	6.2
2	3.78	-327.7	0.00	0.00	0.13	1.1[1]	6.2
	3.15	-329.6	0.00	0.00	0.13	1.1[1]	6.2
	2.52	-331.5	0.00	0.00	0.13	1.1[1]	6.2
	1.89	-333.4	0.00	0.00	0.13	1.2[1]	6.2
	1.26	-335.3	0.00	0.00	0.13	1.2[1]	6.2
	0.63	-337.2	0.00	0.00	0.13	1.2[1]	6.2

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]
	0.00	-339.2	0.00	0.00	0.13	1.2[1]	6.2

1 : Mindestlängsbewehrung nach EN 1992-1-1, 9.5.2 (2)

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. 1. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]
4	7.68	-113.9	0.00	0.00	0.04	0.4[1]	6.2
	7.03	-115.8	0.41	0.41	0.04	0.4[1]	6.2
	6.38	-117.8	0.76	0.76	0.05	0.4[1]	6.2
	5.73	-119.8	0.97	0.97	0.05	0.4[1]	6.2
	5.08	-121.7	1.01	1.01	0.05	0.4[1]	6.2
	4.43	-123.7	0.85	0.85	0.05	0.4[1]	6.2
	3.78	-125.7	0.51	0.51	0.05	0.4[1]	6.2
2	3.78	-327.7	0.54	0.54	0.13	1.1[1]	6.2
	3.15	-329.6	-0.41	-0.41	0.13	1.1[1]	6.2
	2.52	-331.5	-1.26	-1.26	0.13	1.1[1]	6.2
	1.89	-333.4	-1.72	-1.72	0.13	1.2[1]	6.2
	1.26	-335.3	-1.57	-1.57	0.13	1.2[1]	6.2
	0.63	-337.2	-0.91	-0.91	0.13	1.2[1]	6.2
	0.00	-339.2	0.04	0.04	0.13	1.2[1]	6.2

1 : Mindestlängsbewehrung nach EN 1992-1-1, 9.5.2 (2)

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. 2. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
4	7.68	-113.9	0.00	0.00	0.68	6.2	6.2	Querschnitt
	7.03	-115.8	0.43	0.43	0.68	6.2	6.2	
	6.38	-117.8	0.78	0.78	0.68	6.2	6.2	
	5.73	-119.8	1.01	1.01	0.68	6.2	6.2	
	5.08	-121.7	1.05	1.05	0.68	6.2	6.2	
	4.43	-123.7	0.89	0.89	0.68	6.2	6.2	
	3.78	-125.7	0.55	0.55	0.68	6.2	6.2	
2	3.78	-327.7	0.58	0.58	0.68	6.2	6.2	Querschnitt
	3.15	-329.6	-0.40	-0.40	0.68	6.2	6.2	
	2.52	-331.5	-1.28	-1.28	0.68	6.2	6.2	
	1.89	-333.4	-1.76	-1.76	0.68	6.2	6.2	
	1.26	-335.3	-1.59	-1.59	0.68	6.2	6.2	
	0.63	-337.2	-0.91	-0.91	0.68	6.2	6.2	
	0.00	-339.2	0.08	0.08	0.68	6.2	6.2	

Verschiebungen, Dehnungen und Biegesteifigkeiten - Th. 2. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	f_y [cm]	f_z [cm]	ε_1 [‰]	ε_2 [‰]	ε_3 [‰]	ε_{4s} [‰]	$EI_{z,eff}/EI_z$	$EI_{y,eff}/EI_y$
4	7.68	0.0	0.0	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	0.539	0.539
	7.03	-0.01	0.01	-0.06	-0.06	-0.06	-0.05	0.539	0.539
	6.38	-0.02	0.02	-0.07	-0.06	-0.06	-0.05	0.540	0.540
	5.73	-0.03	0.03	-0.08	-0.06	-0.06	-0.05	0.540	0.540
	5.08	-0.02	0.02	-0.08	-0.06	-0.06	-0.05	0.540	0.540
	4.43	-0.01	0.01	-0.08	-0.06	-0.06	-0.05	0.539	0.539
	3.78	0.0	0.0	-0.07	-0.06	-0.06	-0.05	0.539	0.539
2	3.78	0.0	0.0	-0.18	-0.16	-0.16	-0.16	0.521	0.521
	3.15	0.02	-0.02	-0.17	-0.17	-0.17	-0.16	0.523	0.523
	2.52	0.03	-0.03	-0.19	-0.17	-0.17	-0.15	0.515	0.515
	1.89	0.04	-0.04	-0.20	-0.17	-0.17	-0.14	0.515	0.515
	1.26	0.03	-0.03	-0.20	-0.17	-0.17	-0.15	0.515	0.515
	0.63	0.02	-0.02	-0.19	-0.17	-0.17	-0.16	0.514	0.514
	0.00	0.0	0.0	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	0.527	0.527

Kriechverformung, bleibender Anteil - Th. 2. O. mit e_i (kriechwirksam) (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	f_y [cm]	f_z [cm]
4	7.68	0.0	0.0
	7.03	-0.01	0.01
	6.38	-0.01	0.01
	5.73	-0.01	0.01
	5.08	-0.01	0.01
	4.43	-0.01	0.01
	3.78	0.0	0.0
2	3.78	0.0	0.0
	3.15	0.01	-0.01
	2.52	0.01	-0.01
	1.89	0.02	-0.02
	1.26	0.01	-0.01
	0.63	0.01	-0.01
	0.00	0.0	0.0

Schnittgrößen und Querkraftbemessung nach Th. 2. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Richtung	Höhe [m]	N_d [kN]	$V_{E,d}$ [kN]	$V_{rd,c}$ [kN]	$V_{rd,max}$ [kN]	Θ [°]	A_{sw} [cm²/m]
4	y	7.68	-113.9	0.7	46.4	174.0	18.4	0.00
		7.03	-115.8	0.6	46.6	174.0	18.4	0.00
		6.38	-117.8	0.5	46.8	174.0	18.4	0.00
		5.73	-119.8	0.2	47.0	174.0	18.4	0.00
		5.08	-121.7	-0.1	47.2	174.0	18.4	0.00
		4.43	-123.7	-0.4	47.4	174.0	18.4	0.00
		3.78	-125.7	-0.7	47.6	174.0	18.4	0.00
4	y	3.78	-322.3	-1.5	60.9	174.0	18.4	0.00
		3.15	-324.2	-1.5	60.9	174.0	18.4	0.00
		2.52	-326.2	-1.1	60.9	174.0	18.4	0.00
		1.89	-328.1	-0.2	60.9	174.0	18.4	0.00
		1.26	-330.0	0.7	60.9	174.0	18.4	0.00
		0.63	-331.9	1.4	60.9	174.0	18.4	0.00
		0.00	-333.8	1.7	60.9	174.0	18.4	0.00
4	z	7.68	-113.9	-0.7	46.4	174.0	18.4	0.00
		7.03	-115.8	-0.6	46.6	174.0	18.4	0.00
		6.38	-117.8	-0.5	46.8	174.0	18.4	0.00
		5.73	-119.8	-0.2	47.0	174.0	18.4	0.00
		5.08	-121.7	0.1	47.2	174.0	18.4	0.00
		4.43	-123.7	0.4	47.4	174.0	18.4	0.00
		3.78	-125.7	0.7	47.6	174.0	18.4	0.00
4	z	3.78	-322.3	1.5	60.9	174.0	18.4	0.00
		3.15	-324.2	1.5	60.9	174.0	18.4	0.00
		2.52	-326.2	1.1	60.9	174.0	18.4	0.00
		1.89	-328.1	0.2	60.9	174.0	18.4	0.00
		1.26	-330.0	-0.7	60.9	174.0	18.4	0.00
		0.63	-331.9	-1.4	60.9	174.0	18.4	0.00
		0.00	-333.8	-1.7	60.9	174.0	18.4	0.00

Auflagerreaktionen - Extremwertesätze aus allen berechneten Überlagerungen

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 2	7.68		-0.1	0.00	0.1	0.00	3
			-0.2	0.00	0.2	0.00	2
Abschnitt 1	3.78		0.2	0.00	-0.2	0.00	3
			0.3	0.00	-0.3	0.00	2
Fußpunkt	0.00	200.4	-0.1	0.05	0.1	0.05	3
		339.2	-0.2	0.08	0.2	0.08	2

Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6) - Lagerkräfte

Auflagerreaktionen - charakteristische Werte (Th. I. O.) je Last

Lager	Höhe [m]	A_v [kN]	H_y [kN]	M_z [kNm]	H_z [kN]	M_y [kNm]	Last	Einwirkung
Fußpunkt	0.00	17.3	0.0	0.00	0.0	0.00	Stützeneigengewicht	ständig
		74.0	0.0	0.00	0.0	0.00	Last 1	ständig
		9.3	0.0	0.00	0.0	0.00	Last 2	Schnee
		41.1	0.0	0.00	0.0	0.00	Last 3	sonstig
		109.1	0.0	0.00	0.0	0.00	Last 4	ständig

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 74,0 kN(ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 9,3 kN(Schnee)	**1.00**	0.50		**1.00**
V = 41,1 kN(sonstig)		**1.00**		0.80
V = 109,1 kN(ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	7.68	-83.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	7.03	-84.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	6.38	-86.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	5.73	-87.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	5.08	-89.1	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	4.43	-90.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.78	-92.1	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.78	-201.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.15	-202.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.52	-204.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.89	-205.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.26	-206.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.63	-208.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-209.7	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	7.68	-83.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	7.03	-84.8	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	6.38	-86.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	5.73	-87.7	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	5.08	-89.1	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	4.43	-90.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.78	-92.1	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.78	-201.2	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.15	-202.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.52	-204.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.89	-205.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.26	-206.9	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.63	-208.3	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-209.7	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Betondruckspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	7.68	-83.3	0.00	0.00	0.00	-0.03	-0.89	15.00	0.06
4	7.03	-84.8	0.00	0.00	0.00	-0.03	-0.91	15.00	0.06
1	6.38	-86.2	0.00	0.00	0.00	-0.03	-0.92	15.00	0.06
1	5.73	-87.7	0.00	0.00	0.00	-0.03	-0.94	15.00	0.06
4	5.08	-89.1	0.00	0.00	0.00	-0.03	-0.95	15.00	0.06
1	4.43	-90.6	0.00	0.00	0.00	-0.03	-0.97	15.00	0.06
1	3.78	-92.1	0.00	0.00	0.00	-0.03	-0.99	15.00	0.07
2	3.78	-237.6	0.00	0.00	0.00	-0.08	-2.55	15.00	0.17
2	3.15	-239.1	0.00	0.00	0.00	-0.08	-2.56	15.00	0.17
2	2.52	-240.5	0.00	0.00	0.00	-0.08	-2.58	15.00	0.17
2	1.89	-241.9	0.00	0.00	0.00	-0.08	-2.59	15.00	0.17
2	1.26	-243.3	0.00	0.00	0.00	-0.08	-2.61	15.00	0.17
2	0.63	-244.7	0.00	0.00	0.00	-0.08	-2.62	15.00	0.17
2	0.00	-246.1	0.00	0.00	0.00	-0.09	-2.64	15.00	0.18

1 : = 0,60 * f_{ck} (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Begrenzung der Betondruckspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	7.68	-83.3	0.00	0.00	0.00	-0.03	-0.89	15.00	0.06
4	7.03	-84.8	0.00	0.00	0.00	-0.03	-0.91	15.00	0.06
1	6.38	-86.2	0.00	0.00	0.00	-0.03	-0.92	15.00	0.06
1	5.73	-87.7	0.00	0.00	0.00	-0.03	-0.94	15.00	0.06
4	5.08	-89.1	0.00	0.00	0.00	-0.03	-0.95	15.00	0.06
1	4.43	-90.6	0.00	0.00	0.00	-0.03	-0.97	15.00	0.06
1	3.78	-92.1	0.00	0.00	0.00	-0.03	-0.99	15.00	0.07
2	3.78	-237.6	0.00	0.00	0.00	-0.08	-2.55	15.00	0.17
2	3.15	-239.1	0.00	0.00	0.00	-0.08	-2.56	15.00	0.17
2	2.52	-240.5	0.00	0.00	0.00	-0.08	-2.58	15.00	0.17
2	1.89	-241.9	0.00	0.00	0.00	-0.08	-2.59	15.00	0.17
2	1.26	-243.3	0.00	0.00	0.00	-0.08	-2.61	15.00	0.17
2	0.63	-244.7	0.00	0.00	0.00	-0.08	-2.62	15.00	0.17
2	0.00	-246.1	0.00	0.00	0.00	-0.09	-2.64	15.00	0.18

1 : = 0,60 * f_{ck} (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	7.68	-83.3	0.00	0.00	0.00	-0.03	-5.76	400.00	0.00
1	7.03	-84.8	0.00	0.00	0.00	-0.03	-5.86	400.00	0.00
1	6.38	-86.2	0.00	0.00	0.00	-0.03	-5.96	400.00	0.00
1	5.73	-87.7	0.00	0.00	0.00	-0.03	-6.06	400.00	0.00
1	5.08	-89.1	0.00	0.00	0.00	-0.03	-6.16	400.00	0.00
1	4.43	-90.6	0.00	0.00	0.00	-0.03	-6.26	400.00	0.00
1	3.78	-92.1	0.00	0.00	0.00	-0.03	-6.36	400.00	0.00
1	3.78	-201.2	0.00	0.00	0.00	-0.07	-13.90	400.00	0.00
1	3.15	-202.6	0.00	0.00	0.00	-0.07	-14.00	400.00	0.00
1	2.52	-204.0	0.00	0.00	0.00	-0.07	-14.10	400.00	0.00
1	1.89	-205.4	0.00	0.00	0.00	-0.07	-14.20	400.00	0.00
1	1.26	-206.9	0.00	0.00	0.00	-0.07	-14.30	400.00	0.00
1	0.63	-208.3	0.00	0.00	0.00	-0.07	-14.39	400.00	0.00
1	0.00	-209.7	0.00	0.00	0.00	-0.07	-14.49	400.00	0.00

1 : = 0,80 * f_{yk} (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	7.68	-83.3	0.00	0.00	0.00	-0.03	-5.76	400.00	0.00
1	7.03	-84.8	0.00	0.00	0.00	-0.03	-5.86	400.00	0.00
1	6.38	-86.2	0.00	0.00	0.00	-0.03	-5.96	400.00	0.00
1	5.73	-87.7	0.00	0.00	0.00	-0.03	-6.06	400.00	0.00
1	5.08	-89.1	0.00	0.00	0.00	-0.03	-6.16	400.00	0.00
1	4.43	-90.6	0.00	0.00	0.00	-0.03	-6.26	400.00	0.00
1	3.78	-92.1	0.00	0.00	0.00	-0.03	-6.36	400.00	0.00
1	3.78	-201.2	0.00	0.00	0.00	-0.07	-13.90	400.00	0.00
1	3.15	-202.6	0.00	0.00	0.00	-0.07	-14.00	400.00	0.00
1	2.52	-204.0	0.00	0.00	0.00	-0.07	-14.10	400.00	0.00
1	1.89	-205.4	0.00	0.00	0.00	-0.07	-14.20	400.00	0.00
1	1.26	-206.9	0.00	0.00	0.00	-0.07	-14.30	400.00	0.00
1	0.63	-208.3	0.00	0.00	0.00	-0.07	-14.39	400.00	0.00
1	0.00	-209.7	0.00	0.00	0.00	-0.07	-14.49	400.00	0.00

1 : = 0,80 * $f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
V = 74,0 kN(ständig)	1.00	1.00
V = 9,3 kN(Schnee)		
V = 41,1 kN(sonstig)		0.50
V = 109,1 kN(ständig)	1.00	1.00

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatz - Th. 2. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$[1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	7.68	-74.0	0.00	0.00	-0.03	-0.79	11.25	1.00		0.07
1	7.03	-75.5	0.00	0.00	-0.03	-0.81	11.25	1.00		0.07
2	6.38	-76.9	0.00	0.00	-0.03	-0.82	11.25	1.00		0.07
1	5.73	-78.4	0.00	0.00	-0.03	-0.84	11.25	1.00		0.07
1	5.08	-79.8	0.00	0.00	-0.03	-0.86	11.25	1.00		0.08
1	4.43	-81.3	0.00	0.00	-0.03	-0.87	11.25	1.00		0.08
1	3.78	-82.8	0.00	0.00	-0.03	-0.89	11.25	1.00		0.08
2	3.78	-212.4	0.00	0.00	-0.07	-2.28	11.25	1.00		0.20
2	3.15	-213.9	0.00	0.00	-0.07	-2.29	11.25	1.00		0.20
2	2.52	-215.3	0.00	0.00	-0.07	-2.31	11.25	1.00		0.20
2	1.89	-216.7	0.00	0.00	-0.07	-2.32	11.25	1.00		0.21
2	1.26	-218.1	0.00	0.00	-0.08	-2.34	11.25	1.00		0.21
2	0.63	-219.5	0.00	0.00	-0.08	-2.35	11.25	1.00		0.21
2	0.00	-220.9	0.00	0.00	-0.08	-2.37	11.25	1.00		0.21

1 : = 0,45 * $f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordung

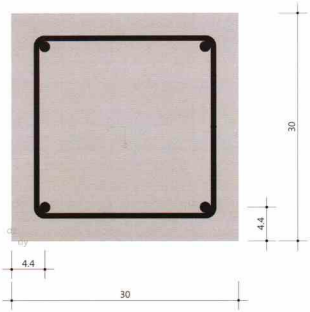
Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 2	1	14	1.5	-10.6	-10.6
	2	14	1.5	10.6	-10.6
	3	14	1.5	10.6	10.6
	4	14	1.5	-10.6	10.6
			6.2		
Abschnitt 1	1	14	1.5	-10.6	-10.6
	2	14	1.5	10.6	-10.6
	3	14	1.5	10.6	10.6
	4	14	1.5	-10.6	10.6
			6.2		

Realisierte Betondeckung

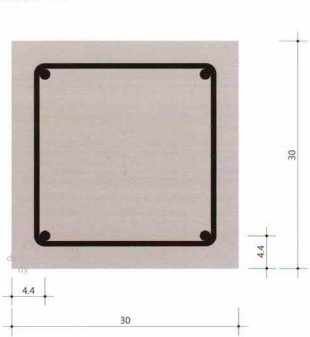
Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 2 (XC1/X0)	2.8	2.0	3.7	2.9
Abschnitt 1 (XC1/X0)	2.8	2.0	3.7	2.9

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 5



Maßstab 1 : 5

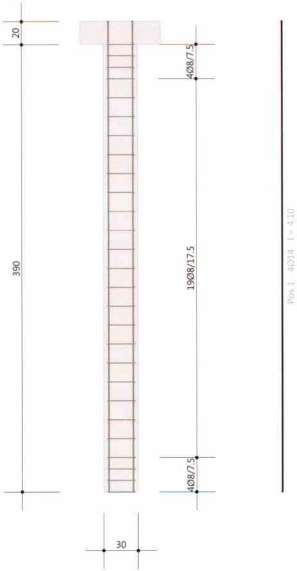


Thorsten Henning, Diplomingenieur
Dingstätte 31 Tel.: 04101 8048662
25421 Pinneberg Fax: 04101 8048663

Projekt: NB JCS Pinneberg
Position: 4.3
11.04.2019

IBH

Maßstab 1 : 33

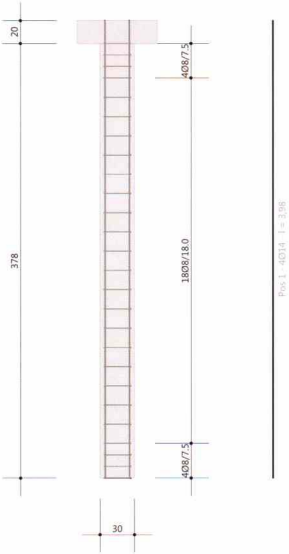


Thorsten Henning, Diplomingenieur
Dingstätte 31 Tel.: 04101 8048662
25421 Pinneberg Fax: 04101 8048663

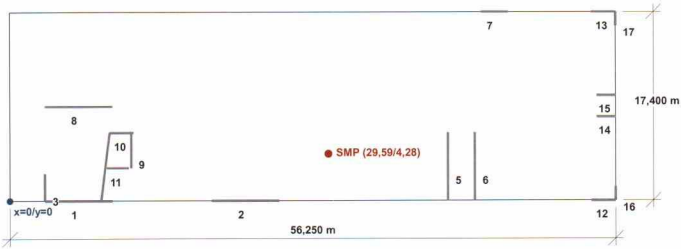
Projekt: NB JCS Pinneberg
Position: 4.3
11.04.2019

IBH

Maßstab 1 : 33



Verteilung von Horizontallasten auf Wandscheiben nach EC1 / EC8 - NA Deutschland



Systemeingaben:

Koordinaten für den Grundriss:

Knoten Nr.	x-Koordinate [m]	y-Koordinate [m]
1	0,000	0,000
2	56,250	0,000
3	56,250	17,400
4	0,000	17,400

Materialien:

Nr.	Bezeichnung	E-Modul [N/mm²]	G-Modul [N/mm²]	Gamma [kN/m³]
1	Beton C20/25	30000,000	10375,000	25,00

Wanddaten:

Wand	xa [m]	ya [m]	xe [m]	ye [m]	Material	Dicke [m]	lx [m]	ly [m]	xs [m]	ys [m]	Faktor
1	3,250	0,000	9,500	0,000	1	0,200	6,250	0,000	6,375	0,000	1,000
2	18,750	0,000	25,000	0,000	1	0,200	6,250	0,000	21,875	0,000	1,000
3	3,250	0,000	3,250	2,500	1	0,200	0,000	2,500	3,250	1,250	1,000
4	8,450	0,000	9,250	6,250	1	0,200	0,800	6,250	8,850	3,125	1,000
5	40,650	0,000	40,650	6,250	1	0,200	0,000	6,250	40,650	3,125	1,000
6	43,150	0,000	43,150	6,250	1	0,200	0,000	6,250	43,150	3,125	1,000
7	43,750	17,400	46,250	17,400	1	0,200	2,500	0,000	45,000	17,400	1,000
8	3,250	8,700	9,500	8,700	1	0,200	6,250	0,000	6,375	8,700	1,000
9	11,250	3,000	11,250	6,250	1	0,200	0,000	3,250	11,250	4,625	1,000
10	9,250	6,250	11,450	6,250	1	0,200	2,200	0,000	10,350	6,250	1,000
11	9,000	3,000	11,000	3,000	1	0,200	2,000	0,000	10,000	3,000	1,000
12	54,000	0,000	56,250	0,000	1	0,200	2,250	0,000	55,125	0,000	1,000
13	54,000	17,400	56,250	17,400	1	0,200	2,250	0,000	55,125	17,400	1,000
14	54,500	7,700	56,250	7,700	1	0,200	1,750	0,000	55,375	7,700	1,000

Fortsetzung Wanddaten:

15	54,500	9,700	56,250	9,700	1	0,200	1,750	0,000	55,375	9,700	1,000
16	56,250	0,000	56,250	1,250	1	0,200	0,000	1,250	56,250	0,625	1,000
17	56,250	16,150	56,250	17,400	1	0,200	0,000	1,250	56,250	16,775	1,000

Wandsteifigkeiten (Anwendervorgaben / autom. Berechnung):

Wand	E*Ix [MNm²]	E*Iy [MNm²]	E*Ixy [MNm²]
1	autom. Berechnung	autom. Berechnung	autom. Berechnung
2	autom. Berechnung	autom. Berechnung	autom. Berechnung
3	autom. Berechnung	autom. Berechnung	autom. Berechnung
4	autom. Berechnung	autom. Berechnung	autom. Berechnung
5	autom. Berechnung	autom. Berechnung	autom. Berechnung
6	autom. Berechnung	autom. Berechnung	autom. Berechnung
7	autom. Berechnung	autom. Berechnung	autom. Berechnung
8	autom. Berechnung	autom. Berechnung	autom. Berechnung
9	autom. Berechnung	autom. Berechnung	autom. Berechnung
10	autom. Berechnung	autom. Berechnung	autom. Berechnung
11	autom. Berechnung	autom. Berechnung	autom. Berechnung
12	autom. Berechnung	autom. Berechnung	autom. Berechnung
13	autom. Berechnung	autom. Berechnung	autom. Berechnung
14	autom. Berechnung	autom. Berechnung	autom. Berechnung
15	autom. Berechnung	autom. Berechnung	autom. Berechnung
16	autom. Berechnung	autom. Berechnung	autom. Berechnung
17	autom. Berechnung	autom. Berechnung	autom. Berechnung

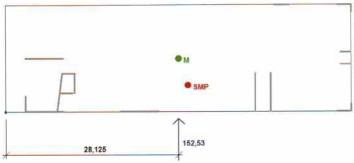
Lasteingaben:

Automatische Lastermittlung für Windlasten:

- Standort = Pinneberg
- Windzone = 3 (Binnenland)
- Bezugshöhe z über Gelände = 10,000 m
- Geschwindigkeitsdruck qp,0 = 0,47 kN/m²
- Gelände-Kategorie = nicht erforderlich, da vereinfachtes Verfahren!
- Winddruck q = 0,80 kN/m²
- |cpE,10(D),(y-Richtung)| = 0,74 [-]
- |cpE,10(E),(y-Richtung)| = 0,39 [-]
- |cpE,10(D),(x-Richtung)| = 0,70 [-]
- |cpE,10(E),(x-Richtung)| = 0,30 [-]
- Gebäudehöhe h = 10,00 m
- Einflussbreite für Wind in x-Richtung = 17,400 m
- Einflussbreite für Wind in y-Richtung = 56,250 m
- Einflusshöhe für Wind in x-Richtung = 3,000 m
- Einflusshöhe für Wind in y-Richtung = 3,000 m
- zusätzliche Last q in x-Richtung = 0,000 kN/m
- zusätzliche Last q in y-Richtung = 0,000 kN/m
- Wind wird jeweils alternativ in positiver und negativer Richtung angesetzt
- Wind wird jeweils alternativ mit positiver bzw. negativer Ausmitte angesetzt

LF	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	xF [m]	yF [m]
1	Wind x-Richtung (+) (voll, ohne ey)	41,760	0,000	0,000	8,700
2	Wind y-Richtung (+) (voll, ohne ex)	0,000	152,534	28,125	0,000
3	0,70 * Wind x-Richtung (+) mit +ey	29,232	0,000	0,000	10,005
4	0,70 * Wind x-Richtung (+) mit -ey	29,232	0,000	0,000	7,395
5	Wind x-Richtung (-) (voll, ohne ey)	-41,760	0,000	0,000	8,700
6	0,70 * Wind x-Richtung (-) mit +ey	-29,232	0,000	0,000	10,005
7	0,70 * Wind x-Richtung (-) mit -ey	-29,232	0,000	0,000	7,395
8	0,70 * Wind y-Richtung (+) mit +ex	0,000	106,774	32,344	0,000
9	0,70 * Wind y-Richtung (+) mit -ex	0,000	106,774	23,906	0,000
10	Wind y-Richtung (-) (voll, ohne ex)	0,000	-152,534	28,125	0,000
11	0,70 * Wind y-Richtung (-) mit +ex	0,000	-106,774	32,344	0,000
12	0,70 * Wind y-Richtung (-) mit -ex	0,000	-106,774	23,906	0,000

LF: Wind x-Richtung (+) (voll, ohne ey)



LF: Wind y-Richtung (+) (voll, ohne ex)

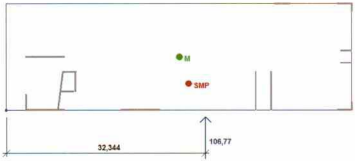
LF: 0,70 * Wind x-Richtung (+) mit +ey

LF: 0,70 * Wind x-Richtung (+) mit -ey

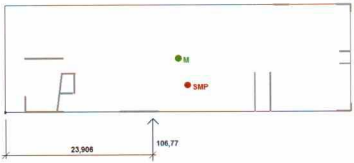
LF: Wind x-Richtung (-) (voll, ohne ey)

LF: 0,70 * Wind x-Richtung (-) mit +ey

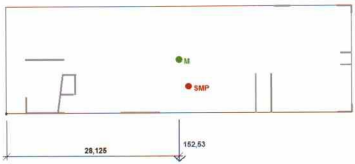
LF: 0,70 * Wind x-Richtung (-) mit -ey



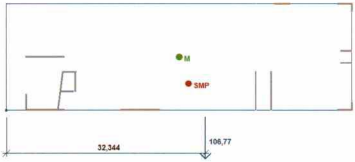
LF: 0,70 * Wind y-Richtung (+) mit +ex



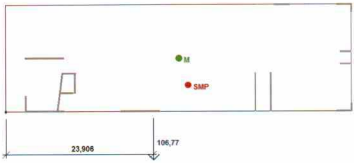
LF: 0,70 * Wind y-Richtung (+) mit -ex



LF: Wind y-Richtung (-) (voll, ohne ex)



LF: 0,70 * Wind y-Richtung (-) mit +ex



LF: 0,70 * Wind y-Richtung (-) mit -ex

Berechnung:

- ☑ Verteilung der H-Lasten entsprechend der Wandsteifigkeiten mit Rotationsanteilen um Schubmittelpunkt
- ☑ Steifigkeiten über die 'schwache' Wandachse (Wanddicke) werden mit angesetzt!
- ☑ Die Steifigkeitsanteile aus der Schubverformung werden nicht mit angesetzt!

Schubmittelpunkt der Wandscheiben x,SMP/y,SMP = 29,588m / 4,282m

Summe(Elx,i) = 16927288,674
Summe(Ely,i) = 17258420,607
Summe(Elxy,i) = 675387,800
Summe(Elx,i*xi) = 500061831,459
Summe(Ely,i*yi) = 59889067,877
Summe(Elxy,i*xi) = 5977181,808
Summe(Elxy,i*yi) = 2110586,706

max/min - Kräfte / Schub je Wandscheibe: (aus Einzellastfällen)

Wand Nr.	max.H,res [kN]	min.H,res [kN]	max.hs,res [kN/m]	min.hs,res [kN/m]
1	11,822	-11,822	1,891	-1,891
2	11,822	-11,822	1,891	-1,891
3	3,434	-3,434	1,373	-1,373
4	52,865	-52,865	8,390	-8,390
5	44,542	-44,542	7,127	-7,127
6	43,934	-43,934	7,029	-7,029
7	0,981	-0,981	0,392	-0,392

Fortsetzung Wandlasten/Schub:

8	13,573	-13,573	2,172	-2,172
9	7,270	-7,270	2,237	-2,237
10	0,570	-0,570	0,259	-0,259
11	0,407	-0,407	0,204	-0,204
12	0,552	-0,552	0,245	-0,245
13	0,715	-0,715	0,318	-0,318
14	0,294	-0,294	0,168	-0,168
15	0,302	-0,302	0,173	-0,173
16	0,333	-0,333	0,266	-0,266
17	0,333	-0,333	0,266	-0,266

max/min - Kräfte / Schub je Wandscheibe aus Windlastfällen

Wand Nr.	max.H,res [kN]	min.H,res [kN]	max.hs,res [kN/m]	min.hs,res [kN/m]
1	11,822	-11,822	1,891	-1,891
2	11,822	-11,822	1,891	-1,891
3	3,434	-3,434	1,373	-1,373
4	52,865	-52,865	8,390	-8,390
5	44,542	-44,542	7,127	-7,127
6	43,934	-43,934	7,029	-7,029
7	0,981	-0,981	0,392	-0,392
8	13,573	-13,573	2,172	-2,172
9	7,270	-7,270	2,237	-2,237
10	0,570	-0,570	0,259	-0,259
11	0,407	-0,407	0,204	-0,204
12	0,552	-0,552	0,245	-0,245
13	0,715	-0,715	0,318	-0,318
14	0,294	-0,294	0,168	-0,168
15	0,302	-0,302	0,173	-0,173
16	0,333	-0,333	0,266	-0,266
17	0,333	-0,333	0,266	-0,266

Nachweis der Translations- bzw. Rotationssteifigkeit:

Nachweis Stabilität für Rotation für rechteckige Grundrisse und gleichmäßige Lastverteilung nach BRANDT

Anzahl der Geschosse ns = 2
eff. Gebäudehöhe L = 7,500 m
Ki = 0,31 (fctm wird in Wandscheiben teilweise überschritten --> gerissener Querschnitt)
vorh. resultierende Vertikallast Fv,Ed = 12000,000 kN (Summe über alle Geschosse)

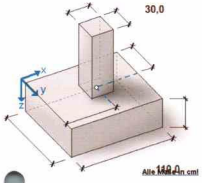
Translation x-Richtung: Fv,Ed = 12,000 MN <= zul.Fv,Ed = 1027,028 MN --> Unverschieblichkeit gegeben!

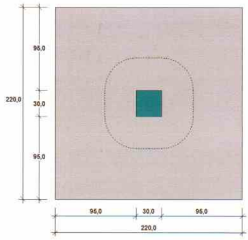
Translation y-Richtung: Fv,Ed = 12,000 MN <= zul.Fv,Ed = 1007,323 MN --> Unverschieblichkeit gegeben!

Rotation: vorh.alpha,R = 3,524 >= erf.alpha,R = 2,410 --> Verdrehsteifigkeit ausreichend!

INGENIEURKAMMER NIEDERSACHSEN
Dipl. Ing.
THORSTEN HENNING
47335

Einzelfundament nach EC2 / EC7 + NA Deutschland



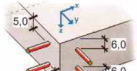


Belastung aus Pos 4.1
Qs = 37.3kN, Qp= 164.4kN; Qg= 669.67kN

Systemwerte :

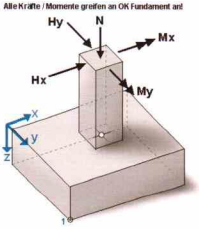
bx = 220,0 cm (Fundamentbreite x - Richtung)
by = 220,0 cm (Fundamentbreite y - Richtung)
ax = 110,0 cm (Achsabstand Stütze in x - Richtung)
ay = 110,0 cm (Achsabstand Stütze in y - Richtung)
bsx = 30,0 cm (Stützenbreite in x - Richtung)
bsy = 30,0 cm (Stützenbreite in y - Richtung)
tf = 60,0 cm (Fundamentdicke)
Sigma,Rd = 350,00 kN/m² (zul. Bodenpressung, Designwert)
Phi = 30,0° (Sohlreibungswinkel)

Bewehrungsabstände:



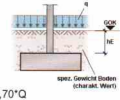
Belastungen :

N, Hx, Hy, Mx und My sind charakt. Lasten (ohne Sicherheitsbeiwerte)!
Das Eigengewicht vom Fundament wird mit 25,0 kN/m³ berücksichtigt!
Positive Momente Mx und My erzeugen in Punkt 1 Druckspannungen (s. nebenstehendes Bild)!
Momente aus Theorie II.Ordnung werden nicht angesetzt!
Lasten aus Anprall für Nachweis Lagesicherheit nach EC0 (nicht für Ausmitten nach DIN 1054)!



Lastfall	N [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
ständig g	699,67	0,00	0,00	0,00	0,00
Schnee	37,24	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind +x	0,00	0,00	1,89	0,00	0,00
Wind -x	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind +y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind -y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
veränderlich q	164,40	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdbeben	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

veränderl. Last q auf GOK [kN/m²]	Höhe Boden [cm]	Gamma Boden [kN/m³]
0,00 (charakt. Wert)	25	19,00



Lastfallkollektive (automatisch ermittelt für vorh. Lastfälle):

LFK 1 = 1,00*G
LFK 2 = 1,35*G
LFK 3 = 1,00*G + 1,50*W+x
LFK 4 = 1,35*G + 1,50*W+x
LFK 5 = 1,00*G + 1,50*S
LFK 6 = 1,35*G + 1,50*S
LFK 7 = 1,00*G + 1,50*Q
LFK 8 = 1,35*G + 1,50*Q
LFK 9 = 1,00*G + 1,50*W+x + 1,50*0,50*S
LFK 10 = 1,35*G + 1,50*W+x + 1,50*0,50*S
LFK 11 = 1,00*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*S
LFK 12 = 1,35*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*S
LFK 13 = 1,00*G + 1,50*W+x + 1,50*0,70*Q
LFK 14 = 1,35*G + 1,50*W+x + 1,50*0,70*Q
LFK 15 = 1,00*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*Q
LFK 16 = 1,35*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*Q
LFK 17 = 1,00*G + 1,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 18 = 1,35*G + 1,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 19 = 1,00*G + 1,50*0,60*S + 1,50*Q
LFK 20 = 1,35*G + 1,50*0,60*S + 1,50*Q
LFK 21 = 1,00*G + 1,50*W+x + 1,50*0,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 22 = 1,35*G + 1,50*W+x + 1,50*0,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 23 = 1,00*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 24 = 1,35*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 25 = 1,00*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*0,50*S + 1,50*Q
LFK 26 = 1,35*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*0,50*S + 1,50*Q

Nachweis Ausmitten (Kippnachweis) für charakt. Lasten SLS:

Nachweis klaffende Fuge Gesamtlast: $(ex/bx)^2 + (ey/by)^2 <= 0,111$
Nachweis klaffende Fuge ständige Lasten: $|ex|/bx + |ey|/by <= 0,166$

LFK Nr.	ex [cm]	ey [cm]	$(ex/bx)^2 + (ey/by)^2$	$\|ex\|/bx + \|ey\|/by$	Bemerkung
1	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
2	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
3	0,0	0,1	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
4	0,0	0,1	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
5	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
6	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
7	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
8	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
9	0,0	0,1	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
10	0,0	0,1	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
11	0,0	0,1	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
12	0,0	0,1	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
13	0,0	0,1	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
14	0,0	0,1	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
15	0,0	0,1	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
16	0,0	0,1	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
17	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
18	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
19	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
20	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge

Fortsetzung Nachweis Ausmitten:

21	0,0	0,1	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
22	0,0	0,1	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
23	0,0	0,1	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
24	0,0	0,1	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
25	0,0	0,1	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
26	0,0	0,1	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge

Gleitnachweis GEO-2:

eta = (Rt,d + Ept,d) / Td >= 1.00 (eta=0 --> unzul. klaff. Fuge, eta=100000 --> Hx/Hy=0, eta = -1 --> Rt,d = 0)
γR,h = 1,100 [-] (Sicherheitsbeiwert Gleitwiderstand) [= 1,00 bei außergew.LFK]

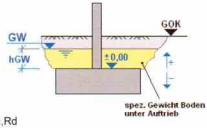
LFK Nr.	eta [-]
1	100000,000
2	100000,000
3	147,148
4	147,148
5	100000,000
6	100000,000
7	100000,000
8	100000,000
9	154,042
10	154,042
11	256,737
12	256,737
13	177,583
14	177,583
15	295,972
16	295,972
17	100000,000
18	100000,000
19	100000,000
20	100000,000
21	184,478
22	184,478
23	307,463
24	307,463
25	307,463
26	307,463

Nachweis der Lagesicherheit nach EC0:

Sicherheit gegen Abheben:
eta = (Gk*γG,sup + Gk*γG,inf) / (Qk*γQ + F,Auftrieb*1,10) >= 1,00
γG,sub = 1,10 [-] (bzw. 1,00 bei außergew. LFK)
γG,inf = 0,90 [-] (bzw. 0,95 bei außergew. LFK)
γQ = 1,50 [-] (bzw. 1,00 bei außergew. LFK)
Es sind keine resultierenden, abhebenden Lasten vorhanden --> Nachweis kann entfallen!

Ausmitten (Kippen):
max.ex = 0,00 m <= zul.ex = 1,10 m
max.ey = 0,00 m <= zul.ey = 1,10 m

Nachweis der Sicherheit gegen Auftrieb/Aufschwimmen:

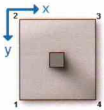


Kote Wasser hGW = -1000,000 m
Wasserkote liegt unter UK Fundament --> kein Auftrieb!

Nachweis Bodenpressungen:

Werte für Bodenpressung in [kN/m²]; Sigma,m,d = Nd / (a'x b') zum Vergleich mit Sigma,Rd
Bodenpressungen sind gamma - fach (mit Sicherheitsfaktoren)

LFK Nr.	Punkt 1	Punkt 2	Punkt 3	Punkt 4	max.Sigma,d	Sigma,m,d	Bemerkung
1	171,103	171,103	171,103	171,103	171,103	171,103	Nachweis erfüllt
2	221,699	221,699	221,699	221,699	221,699	221,699	Nachweis erfüllt
3	172,062	170,145	170,145	172,062	172,062	171,325	Nachweis erfüllt
4	222,658	220,741	220,741	222,658	222,658	221,987	Nachweis erfüllt
5	182,644	182,644	182,644	182,644	182,645	182,644	Nachweis erfüllt
6	233,240	233,240	233,240	233,240	233,241	233,240	Nachweis erfüllt
7	222,054	222,054	222,054	222,054	222,054	222,054	Nachweis erfüllt
8	272,650	272,650	272,650	272,650	272,650	272,650	Nachweis erfüllt
9	177,832	175,915	175,915	177,832	177,832	177,093	Nachweis erfüllt
10	228,428	226,511	226,511	228,428	228,428	227,752	Nachweis erfüllt
11	183,220	182,069	182,069	183,220	183,220	182,871	Nachweis erfüllt
12	233,816	232,665	232,665	233,816	233,816	233,530	Nachweis erfüllt
13	207,727	205,810	205,810	207,727	207,727	206,991	Nachweis erfüllt
14	258,323	256,406	256,406	258,323	258,323	257,641	Nachweis erfüllt
15	222,629	221,478	221,478	222,629	222,629	222,292	Nachweis erfüllt
16	273,225	272,074	272,074	273,225	273,225	272,943	Nachweis erfüllt
17	218,310	218,310	218,310	218,310	218,310	218,310	Nachweis erfüllt
18	268,906	268,906	268,906	268,906	268,906	268,906	Nachweis erfüllt
19	228,978	228,978	228,978	228,978	228,978	228,978	Nachweis erfüllt
20	279,574	279,574	279,574	279,574	279,574	279,574	Nachweis erfüllt
21	213,498	211,581	211,581	213,498	213,498	212,759	Nachweis erfüllt
22	264,094	262,177	262,177	264,094	264,094	263,408	Nachweis erfüllt
23	218,885	217,735	217,735	218,885	218,885	218,536	Nachweis erfüllt
24	269,481	268,331	268,331	269,481	269,481	269,184	Nachweis erfüllt
25	228,399	227,249	227,249	228,399	228,399	228,060	Nachweis erfüllt
26	278,995	277,845	277,845	278,995	278,995	278,709	Nachweis erfüllt



Zuordnung Punkte für Bodenpressung

Bemessung für Biegung:

Beton : C20/25

Betonstahl : B500 (A,B)

- ☑ Grenze x/d <= 0.45 eingehalten (Biegung)
- ☑ Mindestbewehrung (Mindestmomente nach EC2) wird berücksichtigt
- ☑ Verteilung der Bewehrung konstant über bx bzw. by
- ☑ Bemessungsmomente werden in Stützenmitte ermittelt

Bemessungsmomente: Fett gedruckte Werte = Max.Werte, Mxd bzw. Myd = -1 -> unzul. klaffende Fuge

LFK Nr.	Mx,Ed [kNm]	My,Ed [kNm]
1	**166,2**	166,2
2	224,3	224,3
3	142,8	134,5
4	193,1	184,8
5	179,4	179,4
6	237,6	237,6
7	224,7	224,7
8	282,9	282,9
9	148,6	140,3
10	198,8	190,5
11	154,6	146,0
12	204,8	196,2
13	178,2	169,9
14	228,5	220,2
15	193,7	185,1
16	243,9	235,3
17	220,4	220,4
18	278,6	278,6
19	232,7	232,7
20	**290,9**	**290,9**
21	184,0	175,7
22	234,2	225,9
23	190,0	181,4
24	240,2	231,6
25	199,4	190,8
26	249,6	241,1

Mindestmoment min.Mx,Ed = 290,400 kNm (EC2)
Mindestmoment min.My,Ed = 290,400 kNm (EC2)

Bemessung für Biegung / erf. Längsbewehrung:

erf.Asx,unten = 11,9 cm² erf.Asx,oben = 0,0 cm²
erf.Asy,unten = 12,1 cm² erf.Asy,oben = 0,0 cm²

Mindestbewehrung nach EC2 wurde bei Bemessung berücksichtigt!

Anschlussbewehrung in Stütze:

erf.As = 4,71 cm² (mue = 0,52%, min.As = 4,22 cm²)
Die Anschlussbewehrung wird für die reine Druck- bzw. Zugkraft ermittelt, ohne Momentenanteile!

Durchstanznachweis:

- ☑ Längsbewehrung wird automatisch erhöht, um Stanzbewehrung zu vermeiden
- ☑ lotrechte Stanzbewehrung
- ☑ Abstand der Bewehrungsreihen untereinander, sr' = 0,50 x dm (gilt ab 2. Reihe)
- ☑ Abstand der Stanzbewehrung tangential, st = 20,0 cm (für Mindestbewehrung)
- ☑ Lasterhöhungsfaktor für Durchstanzen (nicht beta!) f,Erh = 1,00 [-]
- ☑ Beiwert beta wird automatisch für unverschiebliche Systeme bestimmt

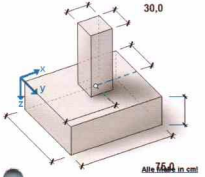
dm = 0,545 m (mittlere stat. Höhe)
Kritischer Rundschnitt sr,crit im Abstand von 0,371 m vom Stützenrand.
Ansetzbare Stützenabmessungen a1 / b1 nach EC2 = 0,300 / 0,300 m
Bemessung als Innenstütze, d.h. beta = 1,10 (unverschiebliches System)
VEd,Stanz = 1224,671 kN (ohne Faktor f,Erh und ohne beta)
SigmaBm,d = 253,031 kN/m² (mittlere Bodenpressung als Bemessungswert)
u,crit = 3,528 m
A,crit = 0,966 m²
VEd,cal = 1078,215 kN --> VEd,cal = beta x (f,Erh x VEd,Stanz - A,crit x SigmaBm,d)
vEd = 560,688 kN/m² --> vEd = VEd,cal/(u,crit x d)
rho,l,x = 0,098 % (Bewehrungsgehalt x - Richtung)
rho,l,y = 0,102 % (Bewehrungsgehalt y - Richtung)
rho,l,m = 0,100 % (mittl. Bewehrungsgehalt)
rho,l,max = 1,303 % (max. zul. Bewehrungsgehalt)
vRd,c = 936,773 kN/m² (Durchstanzwiderstand) --> v,min = 0,319 kN/m²
vRd,max = 1311,482 kN/m² (max. Tragfähigkeit gegen Durchstanzen)

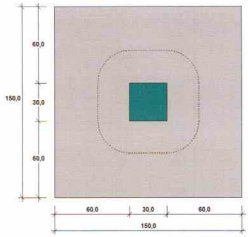
==> vRd,c >= vEd ==> keine Durchstanzbewehrung erforderlich !

Gewählte Längsbewehrung:

x - Richtung: 11 Ø12 (= 12,44 cm²)
y - Richtung: 11 Ø12 (= 12,44 cm²)

Einzelfundament nach EC2 / EC7 + NA Deutschland





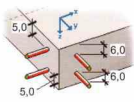
Belastung
aus Pos 4.2
qs = 18.6 kN; g = 18.45+134.1+218.2 =370.75 kN; qv = 82,2 kN

Systemwerte :

bx = 150,0 cm (Fundamentbreite x - Richtung)
by = 150,0 cm (Fundamentbreite y - Richtung)
ax = 75,0 cm (Achsabstand Stütze in x - Richtung)
ay = 75,0 cm (Achsabstand Stütze in y - Richtung)
bsx = 30,0 cm (Stützenbreite in x - Richtung)
bsy = 30,0 cm (Stützenbreite in y - Richtung)
tf = 60,0 cm (Fundamentdicke)

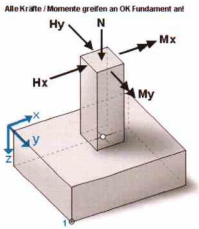
Sigma,Rd = 350,00 kN/m² (zul. Bodenpressung, Designwert)
Phi = 30,0° (Sohlreibungswinkel)

Bewehrungsabstände:



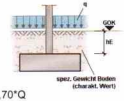
Belastungen :

N, Hx, Hy, Mx und My sind charakt. Lasten (ohne Sicherheitsbeiwerte)!
Das Eigengewicht vom Fundament wird mit 25,0 kN/m³ berücksichtigt!
Positive Momente Mx und My erzeugen in Punkt 1 Druckspannungen (s. nebenstehendes Bild)!
Momente aus Theorie II.Ordnung werden nicht angesetzt!
Lasten aus Anprall für Nachweis Lagesicherheit nach EC0 (nicht für Ausmitten nach DIN 1054)!



Lastfall	N [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
ständig g	370,75	0,00	0,00	0,00	0,00
Schnee	18,60	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind +x	0,00	0,00	1,89	0,00	0,00
Wind -x	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind +y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind -y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
veränderlich q	82,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdbeben	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

veränderl. Last q auf GOK [kN/m²]	Höhe Boden [cm]	Gamma Boden [kN/m³]
0,00 (charakt. Wert)	25	19,00



Lastfallkollektive (automatisch ermittelt für vorh. Lastfälle):

LFK 1 = 1,00*G
LFK 2 = 1,35*G
LFK 3 = 1,00*G + 1,50*W+x
LFK 4 = 1,35*G + 1,50*W+x
LFK 5 = 1,00*G + 1,50*S
LFK 6 = 1,35*G + 1,50*S
LFK 7 = 1,00*G + 1,50*Q
LFK 8 = 1,35*G + 1,50*Q
LFK 9 = 1,00*G + 1,50*W+x + 1,50*0,50*S
LFK 10 = 1,35*G + 1,50*W+x + 1,50*0,50*S
LFK 11 = 1,00*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*S
LFK 12 = 1,35*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*S
LFK 13 = 1,00*G + 1,50*W+x + 1,50*0,70*Q
LFK 14 = 1,35*G + 1,50*W+x + 1,50*0,70*Q
LFK 15 = 1,00*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*Q
LFK 16 = 1,35*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*Q
LFK 17 = 1,00*G + 1,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 18 = 1,35*G + 1,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 19 = 1,00*G + 1,50*0,60*S + 1,50*Q
LFK 20 = 1,35*G + 1,50*0,60*S + 1,50*Q
LFK 21 = 1,00*G + 1,50*W+x + 1,50*0,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 22 = 1,35*G + 1,50*W+x + 1,50*0,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 23 = 1,00*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 24 = 1,35*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 25 = 1,00*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*0,50*S + 1,50*Q
LFK 26 = 1,35*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*0,50*S + 1,50*Q

Nachweis Ausmitten (Kippnachweis) für charakt. Lasten SLS:

Nachweis klaffende Fuge Gesamtlast: $(ex/bx)^2 + (ey/by)^2 <= 0,111$
Nachweis klaffende Fuge ständige Lasten: $|ex|/bx + |ey|/by <= 0,166$
Auftrieb wird berücksichtigt!

LFK Nr.	ex [cm]	ey [cm]	$(ex/bx)^2 + (ey/by)^2$	$\|ex\|/bx + \|ey\|/by$	Bemerkung
1	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
2	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
3	0,0	0,3	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
4	0,0	0,3	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
5	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
6	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
7	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
8	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
9	0,0	0,3	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
10	0,0	0,3	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
11	0,0	0,3	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
12	0,0	0,3	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
13	0,0	0,2	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
14	0,0	0,2	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
15	0,0	0,2	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
16	0,0	0,2	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
17	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
18	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
19	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge

Fortsetzung Nachweis Ausmitten:

20	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
21	0,0	0,2	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
22	0,0	0,2	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
23	0,0	0,2	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
24	0,0	0,2	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
25	0,0	0,2	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
26	0,0	0,2	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge

Gleitnachweis GEO-2:

Auftrieb wird berücksichtigt!
Nachweis für nichtbindigen oder konsolidierten bindigen Boden
eta = (Rt,d + Ept,d) / Td >= 1,00 (eta=0 --> unzul. klaff. Fuge, eta=100000 --> Hx/Hy=0)
γR,h = 1,100 [-] (Sicherheitsbeiwert Gleitwiderstand) [= 1,00 bei außergew.LFK]

LFK Nr.	eta [-]
1	100000,000
2	100000,000
3	74,285
4	74,285
5	100000,000
6	100000,000
7	100000,000
8	100000,000
9	77,729
10	77,729
11	129,548
12	129,548
13	89,503
14	89,503
15	149,172
16	149,172
17	100000,000
18	100000,000
19	100000,000
20	100000,000
21	92,947
22	92,947
23	154,911
24	154,911
25	154,911
26	154,911

Grundbruchnachweis GEO-2:

Auftrieb wird berücksichtigt!
Nachweis für nichtbindigen oder konsolidierten bindigen Boden
eta = V,d / Rv,d <= 1.00 (eta = 0,000 --> unzul. klaffende Fuge)
Kohäsion c,k = 5,00 kN/m²
Scherwinkel Phi,k = 30,00 °
Einbindetiefe / Bodenüberdeckung s. bei Lasteingaben!
ϒR,v = 1,400 [-] (Sicherheitsbeiwert Grundbruchwiderstand) [= 1,20 bei außergew.LFK]

LFK	Nc0 [-]	Nd0 [-]	Nb0 [-]	vc [-]	vd [-]	vb [-]	ic [-]	id [-]	ib [-]	V,d [kN]	Rv,d [kN]	eta [-]
1	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	1,00	1,00	1,00	416,66	1222,13	0,34
2	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	1,00	1,00	1,00	546,43	1222,13	0,45
3	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	0,99	0,99	0,99	416,66	1205,46	0,35
4	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	0,99	0,99	0,99	546,43	1205,46	0,45
5	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	1,00	1,00	1,00	444,56	1222,13	0,36
6	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	1,00	1,00	1,00	574,33	1222,13	0,47
7	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	1,00	1,00	1,00	539,96	1222,13	0,44
8	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	1,00	1,00	1,00	669,73	1222,13	0,55
9	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	0,99	0,99	0,99	430,61	1206,20	0,36
10	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	0,99	0,99	0,99	560,38	1206,20	0,46
11	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	0,99	0,99	0,99	444,56	1206,20	0,37
12	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	0,99	0,99	0,99	574,33	1206,20	0,48
13	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	0,99	0,99	0,99	502,97	1208,29	0,42
14	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	0,99	0,99	0,99	632,74	1208,29	0,52
15	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	0,99	0,99	0,99	539,96	1208,29	0,45
16	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	0,99	0,99	0,99	669,73	1208,29	0,55
17	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	1,00	1,00	1,00	530,87	1222,13	0,43
18	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	1,00	1,00	1,00	660,64	1222,13	0,54
19	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	1,00	1,00	1,00	556,70	1222,13	0,46
20	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	1,00	1,00	1,00	686,47	1222,13	0,56
21	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	0,99	0,99	0,99	516,92	1208,80	0,43
22	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	0,99	0,99	0,99	646,69	1208,80	0,53
23	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	0,99	0,99	0,99	530,87	1208,80	0,44
24	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	0,99	0,99	0,99	660,64	1208,80	0,55
25	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	0,99	0,99	0,99	553,91	1208,80	0,46
26	30,13	18,40	10,04	1,53	1,50	0,70	0,99	0,99	0,99	683,68	1208,80	0,57

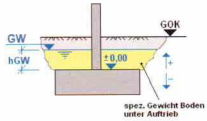
Nachweis der Lagesicherheit nach EC0:

Auftrieb wird berücksichtigt!
Sicherheit gegen Abheben:
eta = (Gk*ϒG,sup + Gk*ϒG,inf) / (Qk*ϒQ + F,Auftrieb*1,10) >= 1,00
ϒG,sub = 1,05 [-] (bzw. 1,00 bei außergew. LFK)
ϒG,inf = 0,95 [-] (bzw. 0,95 bei außergew. LFK) --> Auftrieb
ϒQ = 1,50 [-] (bzw. 1,00 bei außergew. LFK)
min.eta = 26,36 >= 1.00 --> Nachweis erbracht (min.Fd,G = 391,46 kN / max.Fd,Q = -14,85 kN)

Ausmitten (Kippen):
max.ex = 0,00 m <= zul.ex = 0,75 m
max.ey = 0,00 m <= zul.ey = 0,75 m

Nachweis der Sicherheit gegen Auftrieb nach UPL EC0/EC7:

Kote Wasser hGW = 0,000 m
Wichte des Bodens unter Auftrieb = 12,00 kN/m³
Wichte des Betons wird mit 23,0 kN/m³ angesetzt
eta = Gk*ϒG,stb / (Ak* ϒG,dst + Qk* ϒQ,dst) >= 1,00



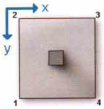
ϒG,stb = 0,950 [-]
ϒG,dst = 1,050 [-]
ϒQ,dst = 1,500 [-]
A,d = -14,175 kN (Auftriebskraft)
G,d = 391,457 kN (gammafach für massg. Kombination)
Q,d = 0,000 kN (gammafach für massg. Kombination)

min.eta = 27,62 >= 1,00 --> ausreichend

Nachweis Bodenpressungen:

Werte für Bodenpressung in [kN/m²]; Sigma,m,d = Nd / (a'x b') zum Vergleich mit Sigma,Rd
Bodenpressungen sind gamma - fach (mit Sicherheitsfaktoren)
Auftrieb wird berücksichtigt!

LFK Nr.	Punkt 1	Punkt 2	Punkt 3	Punkt 4	max.Sigma,d	Sigma,m,d	Bemerkung
1	191,184	191,184	191,184	191,184	191,184	191,184	Nachweis erfüllt
2	248,856	248,856	248,856	248,856	248,856	248,856	Nachweis erfüllt
3	194,208	188,160	188,160	194,208	194,208	191,907	Nachweis erfüllt
4	251,880	245,832	245,832	251,880	251,880	249,797	Nachweis erfüllt
5	203,584	203,584	203,584	203,584	203,584	203,584	Nachweis erfüllt
6	261,256	261,256	261,256	261,256	261,256	261,256	Nachweis erfüllt
7	245,984	245,984	245,984	245,984	245,984	245,984	Nachweis erfüllt
8	303,656	303,656	303,656	303,656	303,656	303,656	Nachweis erfüllt
9	200,408	194,360	194,360	200,408	200,408	198,097	Nachweis erfüllt
10	258,080	252,032	252,032	258,080	258,080	255,978	Nachweis erfüllt
11	205,398	201,769	201,769	205,398	205,398	204,320	Nachweis erfüllt
12	263,070	259,442	259,442	263,070	263,070	262,200	Nachweis erfüllt
13	232,568	226,520	226,520	232,568	232,568	230,264	Nachweis erfüllt
14	290,240	284,192	284,192	290,240	290,240	288,117	Nachweis erfüllt
15	247,798	244,169	244,169	247,798	247,798	246,755	Nachweis erfüllt
16	305,470	301,842	301,842	305,470	305,470	304,609	Nachweis erfüllt
17	241,944	241,944	241,944	241,944	241,944	241,944	Nachweis erfüllt
18	299,616	299,616	299,616	299,616	299,616	299,616	Nachweis erfüllt
19	253,424	253,424	253,424	253,424	253,424	253,424	Nachweis erfüllt
20	311,096	311,096	311,096	311,096	311,096	311,096	Nachweis erfüllt
21	238,768	232,720	232,720	238,768	238,768	236,456	Nachweis erfüllt
22	296,440	290,392	290,392	296,440	296,440	294,302	Nachweis erfüllt
23	243,758	240,129	240,129	243,758	243,758	242,675	Nachweis erfüllt
24	301,430	297,802	297,802	301,430	301,430	300,521	Nachweis erfüllt
25	253,998	250,369	250,369	253,998	253,998	252,946	Nachweis erfüllt
26	311,670	308,042	308,042	311,670	311,670	310,792	Nachweis erfüllt



Zuordnung Punkte für Bodenpressung

Bemessung für Biegung:

Beton : C20/25

Betonstahl : B500 (A,B)

- ☑ Grenze x/d <= 0.45 eingehalten (Biegung)
- ☑ Mindestbewehrung (Mindestmomente nach EC2) wird berücksichtigt
- ☑ Verteilung der Bewehrung konstant über bx bzw. by
- ☑ Bemessungsmomente werden in Stützenmitte ermittelt

Bemessungsmomente: Fett gedruckte Werte = Max.Werte, Mxd bzw. Myd = -1 -> unzul. klaffende Fuge

LFK Nr.	Mx,Ed [kNm]	My,Ed [kNm]
1	**55,6**	55,6
2	75,1	75,1
3	43,9	40,5
4	59,5	56,1
5	59,8	59,8
6	79,3	79,3
7	74,1	74,1
8	93,6	93,6
9	45,6	42,2
10	61,1	57,7
11	47,5	43,8
12	63,1	59,4
13	54,2	50,8
14	69,8	66,4
15	58,9	55,3
16	74,5	70,8
17	72,7	72,7
18	92,2	92,2
19	76,6	76,6
20	**96,1**	**96,1**
21	55,9	52,5
22	71,5	68,1
23	57,8	54,2
24	73,4	69,8
25	60,6	56,9
26	76,2	72,5

Mindestmoment min.Mx,Ed = 198,000 kNm (EC2)
Mindestmoment min.My,Ed = 198,000 kNm (EC2)

Bemessung für Biegung / erf. Längsbewehrung:

erf.Asx,unten = 8,1 cm² erf.Asx,oben = 0,0 cm²
erf.Asy,unten = 8,2 cm² erf.Asy,oben = 0,0 cm²

Mindestbewehrung nach EC2 wurde bei Bemessung berücksichtigt!

Anschlussbewehrung in Stütze:

erf.As = 0,00 cm² (mue = 0,00%, min.As = 2,21 cm²)
Die Anschlussbewehrung wird für die reine Druck- bzw. Zugkraft ermittelt, ohne Momentenanteile!

Durchstanznachweis:

- ☑ Längsbewehrung wird automatisch erhöht, um Stanzbewehrung zu vermeiden
- ☑ lotrechte Stanzbewehrung
- ☑ Abstand der Bewehrungsreihen untereinander, sr' = 0,50 x dm (gilt ab 2. Reihe)
- ☑ Abstand der Stanzbewehrung tangential, st = 20,0 cm (für Mindestbewehrung)
- ☑ Lasterhöhungsfaktor für Durchstanzen (nicht beta!) f,Erh = 1,00 [-]
- ☑ Beiwert beta wird automatisch für unverschiebliche Systeme bestimmt

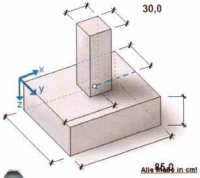
dm = 0,545 m (mittlere stat. Höhe)
Kritischer Rundschnitt sr,crit im Abstand von 0,256 m vom Stützenrand.
Ansetzbare Stützenabmessungen a1 / b1 nach EC2 = 0,300 / 0,300 m
Bemessung als Innenstütze, d.h. beta = 1,10 (unverschiebliches System)
VEd,Stanz = 640,553 kN (ohne Faktor f,Erh und ohne beta)
SigmaBm,d = 284,690 kN/m² (mittlere Bodenpressung als Bemessungswert)
u,crit = 2,809 m
A,crit = 0,604 m²
VEd,cal = 515,615 kN --> VEd,cal = beta x (f,Erh x VEd,Stanz - A,crit x SigmaBm,d)
vEd = 336,758 kN/m² --> vEd = VEd,cal/(u,crit x d)
rho,l,x = 0,098 % (Bewehrungsgehalt x - Richtung)
rho,l,y = 0,102 % (Bewehrungsgehalt y - Richtung)
rho,l,m = 0,100 % (mittl. Bewehrungsgehalt)
rho,l,max = 1,303 % (max. zul. Bewehrungsgehalt)
vRd,c = 1355,331 kN/m² (Durchstanzwiderstand) --> v,min = 0,319 kN/m²
vRd,max = 1897,463 kN/m² (max. Tragfähigkeit gegen Durchstanzen)

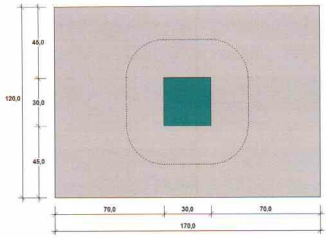
==> vRd,c >= vEd ==> keine Durchstanzbewehrung erforderlich !

Gewählte Längsbewehrung:

x - Richtung: 8 Ø12 (= 9,05 cm²)
y - Richtung: 8 Ø12 (= 9,05 cm²)

Einzelfundament nach EC2 / EC7 + NA Deutschland





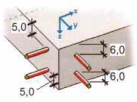
Belastung
aus Pos 4.2
qs = 18.6 kN; g = 18.45+134.1+218.2 =370.75 kN; qv = 82,2 kN

Systemwerte :

bx = 170,0 cm (Fundamentbreite x - Richtung)
by = 120,0 cm (Fundamentbreite y - Richtung)
ax = 85,0 cm (Achsabstand Stütze in x - Richtung)
ay = 60,0 cm (Achsabstand Stütze in y - Richtung)
bsx = 30,0 cm (Stützenbreite in x - Richtung)
bsy = 30,0 cm (Stützenbreite in y - Richtung)
tf = 60,0 cm (Fundamentdicke)

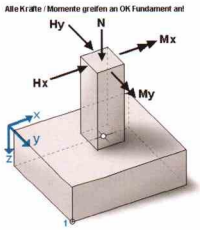
Sigma,Rd = 350,00 kN/m² (zul. Bodenpressung, Designwert)
Phi = 30,0° (Sohlreibungswinkel)

Bewehrungsabstände:



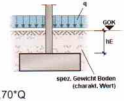
Belastungen :

N, Hx, Hy, Mx und My sind charakt. Lasten (ohne Sicherheitsbeiwerte)!
Das Eigengewicht vom Fundament wird mit 25,0 kN/m³ berücksichtigt!
Positive Momente Mx und My erzeugen in Punkt 1 Druckspannungen (s. nebenstehendes Bild)!
Momente aus Theorie II.Ordnung werden nicht angesetzt!
Lasten aus Anprall für Nachweis Lagesicherheit nach EC0 (nicht für Ausmitten nach DIN 1054)!



Lastfall	N [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
ständig g	370,75	0,00	0,00	0,00	0,00
Schnee	18,60	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind +x	0,00	0,00	1,89	0,00	0,00
Wind -x	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind +y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind -y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
veränderlich q	82,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdbeben	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

veränderl. Last q auf GOK [kN/m²]	Höhe Boden [cm]	Gamma Boden [kN/m³]
0,00 (charakt. Wert)	25	19,00



Lastfallkollektive (automatisch ermittelt für vorh. Lastfälle):

LFK 1 = 1,00*G
LFK 2 = 1,35*G
LFK 3 = 1,00*G + 1,50*W+x
LFK 4 = 1,35*G + 1,50*W+x
LFK 5 = 1,00*G + 1,50*S
LFK 6 = 1,35*G + 1,50*S
LFK 7 = 1,00*G + 1,50*Q
LFK 8 = 1,35*G + 1,50*Q
LFK 9 = 1,00*G + 1,50*W+x + 1,50*0,50*S
LFK 10 = 1,35*G + 1,50*W+x + 1,50*0,50*S
LFK 11 = 1,00*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*S
LFK 12 = 1,35*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*S
LFK 13 = 1,00*G + 1,50*W+x + 1,50*0,70*Q
LFK 14 = 1,35*G + 1,50*W+x + 1,50*0,70*Q
LFK 15 = 1,00*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*Q
LFK 16 = 1,35*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*Q
LFK 17 = 1,00*G + 1,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 18 = 1,35*G + 1,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 19 = 1,00*G + 1,50*0,60*S + 1,50*Q
LFK 20 = 1,35*G + 1,50*0,60*S + 1,50*Q
LFK 21 = 1,00*G + 1,50*W+x + 1,50*0,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 22 = 1,35*G + 1,50*W+x + 1,50*0,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 23 = 1,00*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 24 = 1,35*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 25 = 1,00*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*0,50*S + 1,50*Q
LFK 26 = 1,35*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*0,50*S + 1,50*Q

Nachweis Ausmitten (Kippnachweis) für charakt. Lasten SLS:

Nachweis klaffende Fuge Gesamtlast: $(ex/bx)^2 + (ey/by)^2 <= 0,111$
Nachweis klaffende Fuge ständige Lasten: $|ex|/bx + |ey|/by <= 0,166$
Auftrieb wird berücksichtigt!

LFK Nr.	ex [cm]	ey [cm]	$(ex/bx)^2 + (ey/by)^2$	$\|ex\|/bx + \|ey\|/by$	Bemerkung
1	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
2	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
3	0,0	0,3	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
4	0,0	0,3	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
5	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
6	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
7	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
8	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
9	0,0	0,3	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
10	0,0	0,3	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
11	0,0	0,3	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
12	0,0	0,3	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
13	0,0	0,2	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
14	0,0	0,2	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
15	0,0	0,2	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
16	0,0	0,2	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
17	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
18	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
19	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge

Fortsetzung Nachweis Ausmitten:

20	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
21	0,0	0,2	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
22	0,0	0,2	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
23	0,0	0,2	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
24	0,0	0,2	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
25	0,0	0,2	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
26	0,0	0,2	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge

Gleitnachweis GEO-2:

Auftrieb wird berücksichtigt!
Nachweis für nichtbindigen oder konsolidierten bindigen Boden
eta = (Rt,d + Ept,d) / Td >= 1.00 (eta=0 --> unzul. klaff. Fuge, eta=100000 --> Hx/Hy=0)
$\gamma_{R,h}$ = 1,100 [-] (Sicherheitsbeiwert Gleitwiderstand) [= 1,00 bei außergew.LFK]

LFK Nr.	eta [-]
1	100000,000
2	100000,000
3	73,751
4	73,751
5	100000,000
6	100000,000
7	100000,000
8	100000,000
9	77,194
10	77,194
11	128,657
12	128,657
13	88,969
14	88,969
15	148,281
16	148,281
17	100000,000
18	100000,000
19	100000,000
20	100000,000
21	92,412
22	92,412
23	154,020
24	154,020
25	154,020
26	154,020

Grundbruchnachweis GEO-2:

Auftrieb wird berücksichtigt!
Nachweis für nichtbindigen oder konsolidierten bindigen Boden
eta = V,d / Rv,d <= 1.00 (eta = 0,000 --> unzul. klaffende Fuge)
Kohäsion c,k = 5,00 kN/m²
Scherwinkel Phi,k = 30,00 °
Einbindetiefe / Bodenüberdeckung s. bei Lasteingaben!
ϒR,v = 1,400 [-] (Sicherheitsbeiwert Grundbruchwiderstand) [= 1,20 bei außergew.LFK]

LFK	Nc0 [-]	Nd0 [-]	Nb0 [-]	vc [-]	vd [-]	vb [-]	ic [-]	id [-]	ib [-]	V,d [kN]	Rv,d [kN]	eta [-]
1	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	1,00	1,00	1,00	412,32	997,87	0,41
2	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	1,00	1,00	1,00	542,09	997,87	0,54
3	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	0,99	0,99	0,99	412,32	982,49	0,42
4	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	0,99	0,99	0,99	542,09	982,49	0,55
5	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	1,00	1,00	1,00	440,22	997,87	0,44
6	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	1,00	1,00	1,00	569,99	997,87	0,57
7	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	1,00	1,00	1,00	535,62	997,87	0,54
8	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	1,00	1,00	1,00	665,39	997,87	0,67
9	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	0,99	0,99	0,99	426,27	983,18	0,43
10	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	0,99	0,99	0,99	556,04	983,18	0,57
11	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	0,99	0,99	0,99	440,22	983,18	0,45
12	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	0,99	0,99	0,99	569,99	983,18	0,58
13	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	0,99	0,99	0,99	498,63	985,11	0,51
14	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	0,99	0,99	0,99	628,40	985,11	0,64
15	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	0,99	0,99	0,99	535,62	985,11	0,54
16	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	0,99	0,99	0,99	665,39	985,11	0,68
17	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	1,00	1,00	1,00	526,53	997,87	0,53
18	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	1,00	1,00	1,00	656,30	997,87	0,66
19	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	1,00	1,00	1,00	552,36	997,87	0,55
20	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	1,00	1,00	1,00	682,13	997,87	0,68
21	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	0,99	0,99	0,99	512,58	985,58	0,52
22	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	0,99	0,99	0,99	642,35	985,58	0,65
23	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	0,99	0,99	0,99	526,53	985,58	0,53
24	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	0,99	0,99	0,99	656,30	985,58	0,67
25	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	0,99	0,99	0,99	549,57	985,58	0,56
26	30,13	18,40	10,04	1,37	1,35	0,79	0,99	0,99	0,99	679,34	985,58	0,69

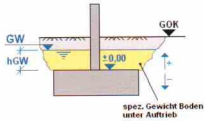
Nachweis der Lagesicherheit nach EC0:

Auftrieb wird berücksichtigt!
Sicherheit gegen Abheben:
eta = (Gk*ϒG,sup + Gk*ϒG,inf) / (Qk*ϒQ + F,Auftrieb*1,10) >= 1,00
ϒG,sub = 1,05 [-] (bzw. 1,00 bei außergew. LFK)
ϒG,inf = 0,95 [-] (bzw. 0,95 bei außergew. LFK) --> Auftrieb
ϒQ = 1,50 [-] (bzw. 1,00 bei außergew. LFK)
min.eta = 28,80 >= 1.00 --> Nachweis erbracht (min.Fd,G = 387,76 kN / max.Fd,Q = -13,46 kN)

Ausmitten (Kippen):
max.ex = 0,00 m <= zul.ex = 0,85 m
max.ey = 0,00 m <= zul.ey = 0,60 m

Nachweis der Sicherheit gegen Auftrieb nach UPL EC0/EC7:

Kote Wasser hGW = 0,000 m
Wichte des Bodens unter Auftrieb = 12,00 kN/m³
Wichte des Betons wird mit 23,0 kN/m³ angesetzt
eta = Gk*ϒG,stb / (Ak* ϒG,dst + Qk*ϒQ,dst) >= 1,00



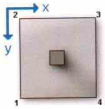
ϒG,stb = 0,950 [-]
ϒG,dst = 1,050 [-]
ϒQ,dst = 1,500 [-]
A,d = -12,852 kN (Auftriebskraft)
G,d = 387,756 kN (gammafach für massg. Kombination)
Q,d = 0,000 kN (gammafach für massg. Kombination)

min.eta = 30,17 >= 1,00 --> ausreichend

Nachweis Bodenpressungen:

Werte für Bodenpressung in [kN/m²]: Sigma,m,d = Nd / (a'x b') zum Vergleich mit Sigma,Rd
Bodenpressungen sind gamma - fach (mit Sicherheitsfaktoren)
Auftrieb wird berücksichtigt!

LFK Nr.	Punkt 1	Punkt 2	Punkt 3	Punkt 4	max.Sigma,d	Sigma,m,d	Bemerkung
1	208,120	208,120	208,120	208,120	208,120	208,120	Nachweis erfüllt
2	271,729	271,729	271,729	271,729	271,729	271,729	Nachweis erfüllt
3	212,289	203,951	203,951	212,289	212,289	209,112	Nachweis erfüllt
4	275,898	267,560	267,560	275,898	275,898	273,024	Nachweis erfüllt
5	221,796	221,796	221,796	221,796	221,796	221,796	Nachweis erfüllt
6	285,405	285,405	285,405	285,405	285,405	285,405	Nachweis erfüllt
7	268,561	268,561	268,561	268,561	268,561	268,561	Nachweis erfüllt
8	332,170	332,170	332,170	332,170	332,170	332,170	Nachweis erfüllt
9	219,127	210,789	210,789	219,127	219,127	215,937	Nachweis erfüllt
10	282,736	274,398	274,398	282,736	282,736	279,835	Nachweis erfüllt
11	224,298	219,295	219,295	224,298	224,298	222,806	Nachweis erfüllt
12	287,907	282,904	282,904	287,907	287,907	286,705	Nachweis erfüllt
13	254,598	246,259	246,259	254,598	254,598	251,417	Nachweis erfüllt
14	318,207	309,869	309,869	318,207	318,207	315,278	Nachweis erfüllt
15	271,062	266,059	266,059	271,062	271,062	269,621	Nachweis erfüllt
16	334,672	329,669	329,669	334,672	334,672	333,482	Nachweis erfüllt
17	264,105	264,105	264,105	264,105	264,105	264,105	Nachweis erfüllt
18	327,714	327,714	327,714	327,714	327,714	327,714	Nachweis erfüllt
19	276,767	276,767	276,767	276,767	276,767	276,767	Nachweis erfüllt
20	340,376	340,376	340,376	340,376	340,376	340,376	Nachweis erfüllt
21	261,436	253,098	253,098	261,436	261,436	258,245	Nachweis erfüllt
22	325,045	316,707	316,707	325,045	325,045	322,095	Nachweis erfüllt
23	266,607	261,604	261,604	266,607	266,607	265,109	Nachweis erfüllt
24	330,216	325,213	325,213	330,216	330,216	328,960	Nachweis erfüllt
25	277,901	272,898	272,898	277,901	277,901	276,446	Nachweis erfüllt
26	341,510	336,507	336,507	341,510	341,510	340,297	Nachweis erfüllt



Zuordnung Punkte für Bodenpressung

Bemessung für Biegung:

Beton : C20/25

Betonstahl : B500 (A,B)

- ☑ Grenze x/d <= 0.45 eingehalten (Biegung)
- ☑ Mindestbewehrung (Mindestmomente nach EC2) wird berücksichtigt
- ☑ Verteilung der Bewehrung konstant über bx bzw. by
- ☑ Bemessungsmomente werden in Stützenmitte ermittelt

Bemessungsmomente: Fett gedruckte Werte = Max.Werte, Mxd bzw. Myd = -1 -> unzul. klaffende Fuge

LFK Nr.	Mx,Ed [kNm]	My,Ed [kNm]
1	**41,7**	64,9
2	56,3	87,6
3	30,7	49,8
4	41,7	68,5
5	44,8	69,8
6	59,4	92,5
7	55,6	86,5
8	70,2	109,2
9	31,9	51,8
10	42,9	70,5
11	33,3	53,8
12	44,3	72,5
13	38,0	62,2
14	49,0	80,9
15	41,4	67,5
16	52,3	86,2
17	54,6	84,9
18	69,2	107,6
19	57,5	89,4
20	**72,1**	**112,1**
21	39,2	64,2
22	50,2	82,9
23	40,6	66,2
24	51,5	84,9
25	42,5	69,5
26	53,5	88,2

Mindestmoment min.Mx,Ed = 224,400 kNm (EC2)
Mindestmoment min.My,Ed = 158,400 kNm (EC2)

Bemessung für Biegung / erf. Längsbewehrung:

erf.Asx,unten = 6,5 cm² erf.Asx,oben = 0,0 cm²
erf.Asy,unten = 9,3 cm² erf.Asy,oben = 0,0 cm²

Mindestbewehrung nach EC2 wurde bei Bemessung berücksichtigt!

Anschlussbewehrung in Stütze:

erf.As = 0,00 cm² (mue = 0,00%, min.As = 2,21 cm²)
Die Anschlussbewehrung wird für die reine Druck- bzw. Zugkraft ermittelt, ohne Momentenanteile!

Durchstanznachweis:

- ☑ Längsbewehrung wird automatisch erhöht, um Stanzbewehrung zu vermeiden
- ☑ lotrechte Stanzbewehrung
- ☑ Abstand der Bewehrungsreihen untereinander, sr' = 0,50 x dm (gilt ab 2. Reihe)
- ☑ Abstand der Stanzbewehrung tangential, st = 20,0 cm (für Mindestbewehrung)
- ☑ Lasterhöhungsfaktor für Durchstanzen (nicht beta!) f,Erh = 1,00 [-]
- ☑ Beiwert beta wird automatisch für unverschiebliche Systeme bestimmt

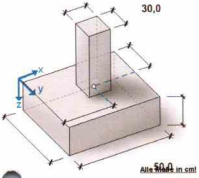
dm = 0,545 m (mittlere stat. Höhe)
Kritischer Rundschnitt sr,crit im Abstand von 0,240 m vom Stützenrand.
Ansetzbare Stützenabmessungen a1 / b1 nach EC2 = 0,300 / 0,300 m
Bemessung als Innenstütze, d.h. beta = 1,10 (unverschiebliches System)
VEd,Stanz = 640,553 kN (ohne Faktor f,Erh und ohne beta)
SigmaBm,d = 313,996 kN/m² (mittlere Bodenpressung als Bemessungswert)
u,crit = 2,707 m
A,crit = 0,558 m²
VEd,cal = 511,736 kN --> VEd,cal = beta x (f,Erh x VEd,Stanz - A,crit x SigmaBm,d)
vEd = 346,908 kN/m² --> vEd = VEd,cal/(u,crit x d)
rho,l,x = 0,098 % (Bewehrungsgehalt x - Richtung)
rho,l,y = 0,102 % (Bewehrungsgehalt y - Richtung)
rho,l,m = 0,100 % (mittl. Bewehrungsgehalt)
rho,l,max = 1,303 % (max. zul. Bewehrungsgehalt)
vRd,c = 1447,740 kN/m² (Durchstanzwiderstand) --> v,min = 0,319 kN/m²
vRd,max = 2026,835 kN/m² (max. Tragfähigkeit gegen Durchstanzen)

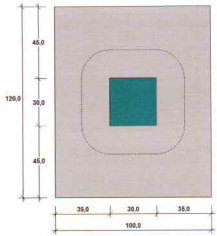
==> vRd,c >= vEd ==> keine Durchstanzbewehrung erforderlich !

Gewählte Längsbewehrung:

x - Richtung: 8 Ø12 (= 9,05 cm²)
y - Richtung: 8 Ø12 (= 9,05 cm²)

Einzelfundament nach EC2 / EC7 + NA Deutschland





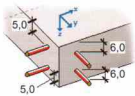

```
Belastung
aus Pos 4.3
qs = 9.3 kN; g = 18.45+74.0+109.1 =201.55 kN; qv = 41.1 kN
```

Systemwerte :

bx = 100,0 cm (Fundamentbreite x - Richtung)
by = 120,0 cm (Fundamentbreite y - Richtung)
ax = 50,0 cm (Achsabstand Stütze in x - Richtung)
ay = 60,0 cm (Achsabstand Stütze in y - Richtung)
bsx = 30,0 cm (Stützenbreite in x - Richtung)
bsy = 30,0 cm (Stützenbreite in y - Richtung)
tf = 60,0 cm (Fundamentdicke)

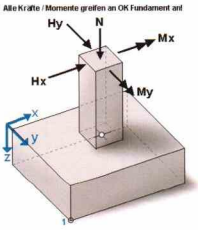
Sigma,Rd = 350,00 kN/m² (zul. Bodenpressung, Designwert)
Phi = 30,0° (Sohlreibungswinkel)

Bewehrungsabstände:



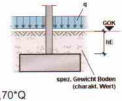
Belastungen :

N, Hx, Hy, Mx und My sind charakt. Lasten (ohne Sicherheitsbeiwerte)!
Das Eigengewicht vom Fundament wird mit 25,0 kN/m³ berücksichtigt!
Positive Momente Mx und My erzeugen in Punkt 1 Druckspannungen (s. nebenstehendes Bild)!
Momente aus Theorie II.Ordnung werden nicht angesetzt!
Lasten aus Anprall für Nachweis Lagesicherheit nach EC0 (nicht für Ausmitten nach DIN 1054)!



Lastfall	N [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
ständig g	201,55	0,00	0,00	0,00	0,00
Schnee	9,30	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind +x	0,00	0,00	1,89	0,00	0,00
Wind -x	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind +y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind -y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
veränderlich q	41,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdbeben	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

veränderl. Last q auf GOK [kN/m²]	Höhe Boden [cm]	Gamma Boden [kN/m³]
0,00 (charakt. Wert)	25	19,00



Lastfallkollektive (automatisch ermittelt für vorh. Lastfälle):

LFK 1 = 1,00*G
LFK 2 = 1,35*G
LFK 3 = 1,00*G + 1,50*W+x
LFK 4 = 1,35*G + 1,50*W+x
LFK 5 = 1,00*G + 1,50*S
LFK 6 = 1,35*G + 1,50*S
LFK 7 = 1,00*G + 1,50*Q
LFK 8 = 1,35*G + 1,50*Q
LFK 9 = 1,00*G + 1,50*W+x + 1,50*0,50*S
LFK 10 = 1,35*G + 1,50*W+x + 1,50*0,50*S
LFK 11 = 1,00*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*S
LFK 12 = 1,35*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*S
LFK 13 = 1,00*G + 1,50*W+x + 1,50*0,70*Q
LFK 14 = 1,35*G + 1,50*W+x + 1,50*0,70*Q
LFK 15 = 1,00*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*Q
LFK 16 = 1,35*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*Q
LFK 17 = 1,00*G + 1,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 18 = 1,35*G + 1,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 19 = 1,00*G + 1,50*0,60*S + 1,50*Q
LFK 20 = 1,35*G + 1,50*0,60*S + 1,50*Q
LFK 21 = 1,00*G + 1,50*W+x + 1,50*0,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 22 = 1,35*G + 1,50*W+x + 1,50*0,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 23 = 1,00*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 24 = 1,35*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*S + 1,50*0,70*Q
LFK 25 = 1,00*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*0,50*S + 1,50*Q
LFK 26 = 1,35*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*0,50*S + 1,50*Q

Nachweis Ausmitten (Kippnachweis) für charakt. Lasten SLS:

Nachweis klaffende Fuge Gesamtlast: $(ex/bx)^2 + (ey/by)^2 <= 0,111$
Nachweis klaffende Fuge ständige Lasten: $|ex|/bx + |ey|/by <= 0,166$
Auftrieb wird berücksichtigt!

LFK Nr.	ex [cm]	ey [cm]	$(ex/bx)^2 + (ey/by)^2$	$\|ex\|/bx + \|ey\|/by$	Bemerkung
1	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
2	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
3	0,0	0,5	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
4	0,0	0,5	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
5	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
6	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
7	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
8	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
9	0,0	0,5	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
10	0,0	0,5	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
11	0,0	0,5	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
12	0,0	0,5	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
13	0,0	0,4	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
14	0,0	0,4	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
15	0,0	0,4	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
16	0,0	0,4	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
17	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
18	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
19	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge

Fortsetzung Nachweis Ausmitten:

20	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
21	0,0	0,4	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
22	0,0	0,4	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
23	0,0	0,4	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
24	0,0	0,4	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
25	0,0	0,4	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
26	0,0	0,4	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge

Gleitnachweis GEO-2:

Auftrieb wird berücksichtigt!
Nachweis für nichtbindigen oder konsolidierten bindigen Boden
eta = (Rt,d + Ept,d) / Td >= 1.00 (eta=0 --> unzul. klaff. Fuge, eta=100000 --> Hx/Hy=0)
γR,h = 1,100 [-] (Sicherheitsbeiwert Gleitwiderstand) [= 1,00 bei außergew.LFK]

LFK Nr.	eta [-]
1	100000,000
2	100000,000
3	40,289
4	40,289
5	100000,000
6	100000,000
7	100000,000
8	100000,000
9	42,010
10	42,010
11	70,017
12	70,017
13	47,897
14	47,897
15	79,829
16	79,829
17	100000,000
18	100000,000
19	100000,000
20	100000,000
21	49,619
22	49,619
23	82,699
24	82,699
25	82,699
26	82,699

Grundbruchnachweis GEO-2:

Auftrieb wird berücksichtigt!
Nachweis für nichtbindigen oder konsolidierten bindigen Boden
eta = V,d / Rv,d <= 1.00 (eta = 0,000 --> unzul. klaffende Fuge)
Kohäsion c,k = 5,00 kN/m²
Scherwinkel Phi,k = 30,00 °
Einbindetiefe / Bodenüberdeckung s. bei Lasteingaben!
γR,v = 1,400 [-] (Sicherheitsbeiwert Grundbruchwiderstand) [= 1,20 bei außergew.LFK]

LFK	Nc0 [-]	Nd0 [-]	Nb0 [-]	vc [-]	vd [-]	vb [-]	ic [-]	id [-]	ib [-]	V,d [kN]	Rv,d [kN]	eta [-]
1	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	1,00	1,00	1,00	225,77	575,65	0,39
2	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	1,00	1,00	1,00	296,31	575,65	0,51
3	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	0,99	0,99	0,98	225,77	563,09	0,40
4	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	0,99	0,99	0,98	296,31	563,09	0,53
5	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	1,00	1,00	1,00	239,72	575,65	0,42
6	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	1,00	1,00	1,00	310,26	575,65	0,54
7	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	1,00	1,00	1,00	287,42	575,65	0,50
8	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	1,00	1,00	1,00	357,96	575,65	0,62
9	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	0,99	0,99	0,98	232,74	563,60	0,41
10	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	0,99	0,99	0,98	303,29	563,60	0,54
11	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	0,99	0,99	0,98	239,72	563,60	0,43
12	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	0,99	0,99	0,98	310,26	563,60	0,55
13	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	0,99	0,99	0,98	268,92	565,07	0,48
14	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	0,99	0,99	0,98	339,47	565,07	0,60
15	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	0,99	0,99	0,98	287,42	565,07	0,51
16	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	0,99	0,99	0,98	357,96	565,07	0,63
17	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	1,00	1,00	1,00	282,87	575,65	0,49
18	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	1,00	1,00	1,00	353,42	575,65	0,61
19	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	1,00	1,00	1,00	295,79	575,65	0,51
20	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	1,00	1,00	1,00	366,33	575,65	0,64
21	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	0,99	0,99	0,98	275,90	565,44	0,49
22	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	0,99	0,99	0,98	346,44	565,44	0,61
23	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	0,99	0,99	0,98	282,87	565,44	0,50
24	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	0,99	0,99	0,98	353,42	565,44	0,63
25	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	0,99	0,99	0,98	294,39	565,44	0,52
26	30,13	18,40	10,04	1,44	1,42	0,75	0,99	0,99	0,98	364,94	565,44	0,65

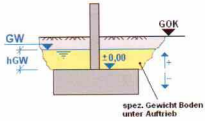
Nachweis der Lagesicherheit nach EC0:

Auftrieb wird berücksichtigt!
Sicherheit gegen Abheben:
eta = (Gk*γG,sup + Gk*γG,inf) / (Qk*γQ + F,Auftrieb*1,10) >= 1,00
γG,sub = 1,05 [-] (bzw. 1,00 bei außergew. LFK)
γG,inf = 0,95 [-] (bzw. 0,95 bei außergew. LFK) --> Auftrieb
γQ = 1,50 [-] (bzw. 1,00 bei außergew. LFK)
min.eta = 26,79 >= 1.00 --> Nachweis erbracht (min.Fd,G = 212,21 kN / max.Fd,Q = -7,92 kN)

Ausmitten (Kippen):
max.ex = 0,00 m <= zul.ex = 0,50 m
max.ey = 0,01 m <= zul.ey = 0,60 m

Nachweis der Sicherheit gegen Auftrieb nach UPL EC0/EC7:

Kote Wasser hGW = 0,000 m
Wichte des Bodens unter Auftrieb = 12,00 kN/m³
Wichte des Betons wird mit 23,0 kN/m³ angesetzt
eta = Gk*ϒG,stb / (Ak* ϒG,dst + Qk*ϒQ,dst) >= 1,00



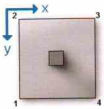
ϒG,stb = 0,950 [-]
ϒG,dst = 1,050 [-]
ϒQ,dst = 1,500 [-]
A,d = -7,560 kN (Auftriebskraft)
G,d = 212,213 kN (gammafach für massg. Kombination)
Q,d = 0,000 kN (gammafach für massg. Kombination)

min.eta = 28,07 >= 1,00 --> ausreichend

Nachweis Bodenpressungen:

Werte für Bodenpressung in [kN/m²]; Sigma,m,d = Nd / (a'x b') zum Vergleich mit Sigma,Rd
Bodenpressungen sind gamma - fach (mit Sicherheitsfaktoren)
Auftrieb wird berücksichtigt!

LFK Nr.	Punkt 1	Punkt 2	Punkt 3	Punkt 4	max.Sigma,d	Sigma,m,d	Bemerkung
1	194,140	194,140	194,140	194,140	194,140	194,140	Nachweis erfüllt
2	252,925	252,925	252,925	252,925	252,925	252,925	Nachweis erfüllt
3	201,227	187,052	187,052	201,227	201,227	195,841	Nachweis erfüllt
4	260,013	245,838	245,838	260,013	260,013	255,141	Nachweis erfüllt
5	205,765	205,765	205,765	205,765	205,765	205,765	Nachweis erfüllt
6	264,550	264,550	264,550	264,550	264,550	264,550	Nachweis erfüllt
7	245,515	245,515	245,515	245,515	245,515	245,515	Nachweis erfüllt
8	304,300	304,300	304,300	304,300	304,300	304,300	Nachweis erfüllt
9	207,040	192,865	192,865	207,040	207,040	201,632	Nachweis erfüllt
10	265,825	251,650	251,650	265,825	265,825	260,911	Nachweis erfüllt
11	210,017	201,512	201,512	210,017	210,017	207,493	Nachweis erfüllt
12	268,803	260,298	260,298	268,803	268,803	266,772	Nachweis erfüllt
13	237,190	223,015	223,015	237,190	237,190	231,796	Nachweis erfüllt
14	295,975	281,800	281,800	295,975	295,975	291,014	Nachweis erfüllt
15	249,767	241,262	241,262	249,767	249,767	247,322	Nachweis erfüllt
16	308,553	300,048	300,048	308,553	308,553	306,540	Nachweis erfüllt
17	241,727	241,727	241,727	241,727	241,727	241,727	Nachweis erfüllt
18	300,513	300,513	300,513	300,513	300,513	300,513	Nachweis erfüllt
19	252,490	252,490	252,490	252,490	252,490	252,490	Nachweis erfüllt
20	311,275	311,275	311,275	311,275	311,275	311,275	Nachweis erfüllt
21	243,002	228,827	228,827	243,002	243,002	237,590	Nachweis erfüllt
22	301,788	287,613	287,613	301,788	301,788	296,793	Nachweis erfüllt
23	245,980	237,475	237,475	245,980	245,980	243,444	Nachweis erfüllt
24	304,765	296,260	296,260	304,765	304,765	302,647	Nachweis erfüllt
25	255,580	247,075	247,075	255,580	255,580	253,112	Nachweis erfüllt
26	314,365	305,860	305,860	314,365	314,365	312,315	Nachweis erfüllt



Zuordnung Punkte für Bodenpressung

Bemessung für Biegung:

Beton : C20/25

Betonstahl : B500 (A,B)

- ☑ Grenze x/d <= 0.45 eingehalten (Biegung)
- ☑ Mindestbewehrung (Mindestmomente nach EC2) wird berücksichtigt
- ☑ Verteilung der Bewehrung konstant über bx bzw. by
- ☑ Bemessungsmomente werden in Stützenmitte ermittelt

Bemessungsmomente: Fett gedruckte Werte = Max.Werte, Mxd bzw. Myd = -1 -> unzul. klaffende Fuge

LFK Nr.	Mx,Ed [kNm]	My,Ed [kNm]
1	**22,7**	17,6
2	30,6	23,8
3	16,5	10,3
4	22,4	14,7
5	24,2	18,9
6	32,2	25,0
7	29,6	23,0
8	37,5	29,2
9	17,1	10,8
10	23,0	15,1
11	17,9	11,2
12	23,8	15,5
13	20,1	13,0
14	26,1	17,3
15	21,9	14,1
16	27,8	18,4
17	29,1	22,6
18	37,0	28,8
19	30,6	23,8
20	**38,5**	**29,9**
21	20,7	13,4
22	26,6	17,7
23	21,5	13,8
24	27,5	18,2
25	22,5	14,5
26	28,4	18,9

Mindestmoment min.Mx,Ed = 132,000 kNm (EC2)
Mindestmoment min.My,Ed = 158,400 kNm (EC2)

Bemessung für Biegung / erf. Längsbewehrung:

erf.Asx,unten = 6,5 cm² erf.Asx,oben = 0,0 cm²
erf.Asy,unten = 5,5 cm² erf.Asy,oben = 0,0 cm²

Mindestbewehrung nach EC2 wurde bei Bemessung berücksichtigt!

Anschlussbewehrung in Stütze:

erf.As = 0,00 cm² (mue = 0,00%, min.As = 1,18 cm²)
Die Anschlussbewehrung wird für die reine Druck- bzw. Zugkraft ermittelt, ohne Momentenanteile!

Durchstanznachweis:

- ☑ Längsbewehrung wird automatisch erhöht, um Stanzbewehrung zu vermeiden
- ☑ lotrechte Stanzbewehrung
- ☑ Abstand der Bewehrungsreihen untereinander, sr' = 0,50 x dm (gilt ab 2. Reihe)
- ☑ Abstand der Stanzbewehrung tangential, st = 20,0 cm (für Mindestbewehrung)
- ☑ Lasterhöhungsfaktor für Durchstanzen (nicht beta!) f,Erh = 1,00 [-]
- ☑ Beiwert beta wird automatisch für unverschiebliche Systeme bestimmt

dm = 0,545 m (mittlere stat. Höhe)
Kritischer Rundschnitt sr,crit im Abstand von 0,180 m vom Stützenrand.
Ansetzbare Stützenabmessungen a1 / b1 nach EC2 = 0,300 / 0,300 m
Bemessung als Innenstütze, d.h. beta = 1,10 (unverschiebliches System)
VEd,Stanz = 342,113 kN (ohne Faktor f,Erh und ohne beta)
SigmaBm,d = 285,094 kN/m² (mittlere Bodenpressung als Bemessungswert)
u,crit = 2,330 m
A,crit = 0,407 m²
VEd,cal = 248,551 kN --> VEd,cal = beta x (f,Erh x VEd,Stanz - A,crit x SigmaBm,d)
vEd = 195,733 kN/m² --> vEd = VEd,cal/(u,crit x d)
rho,l,x = 0,098 % (Bewehrungsgehalt x - Richtung)
rho,l,y = 0,102 % (Bewehrungsgehalt y - Richtung)
rho,l,m = 0,100 % (mittl. Bewehrungsgehalt)
rho,l,max = 1,303 % (max. zul. Bewehrungsgehalt)
vRd,c = 1930,320 kN/m² (Durchstanzwiderstand) --> v,min = 0,319 kN/m²
vRd,max = 2702,447 kN/m² (max. Tragfähigkeit gegen Durchstanzen)

==> vRd,c >= vEd ==> keine Durchstanzbewehrung erforderlich !

Gewählte Längsbewehrung:

x - Richtung: 6 Ø12 (= 6,79 cm²)
y - Richtung: 6 Ø12 (= 6,79 cm²)