



Kapitel 8 - Gründung



Inhaltsverzeichnis

Kapitel/Position	Seite
Vorbemerkung(1) Kapitel 08	8-4
8.1 Bodenplatte UG	8-5
Vorwort(0) Decke ü UG	8-6
System	8-11
Einwirkungen	8-16
Verformungen	8-34
Auflagerreaktionen Bodenplatte	8-41
Schnittgrößen Decke	8-46
F.002(5.2) Schnittgrößen	8-53
Bemessung Decke	8-54
Durchstanzen	8-65
F.002(7) Durchstanzen	8-66
DS-F.2(d) Durchstanzen-innerer Hebelarm	8-70
DS-F.2(nw) Durchstanznachweise	8-71
Bemessung Balken	8-73
8.2 Bemessung der Pfähle	8-85
Uebersicht Pfahltypen	8-86
Steifigkeitsermittlung	8-87
Bemessung	8-113
Vorbemerkung Pfahlbemessung	8-114
Übersicht inkl. Lasten	8-115
Lasten auf Pfähle	8-117
F.301 d88/13,8 Bemessung	8-118
F.302 d88/17,8 Bemessung	8-126
F.303 d88/19,7 Bemessung	8-133
F.304 d88/14,2 Bemessung	8-141
F.305 d88/10,3 Bemessung	8-149



Kapitel/Position	Seite
F.306 d88/19,8 Bemessung	8-156
F.307 d88/11,7 Bemessung	8-165
8.3 Bemessung der Pfahlköpfe	8-173



Pos. Vorbemerkung(1)

Kapitel 08

Im folgenden Kapitel wird zum einen die Bodenplatte im Untergeschoss, zum anderen die Gründung über Pfähle betrachtet.

Zunächst folgt die Bemessung der Bodenplatte:



8.1 Bodenplatte UG

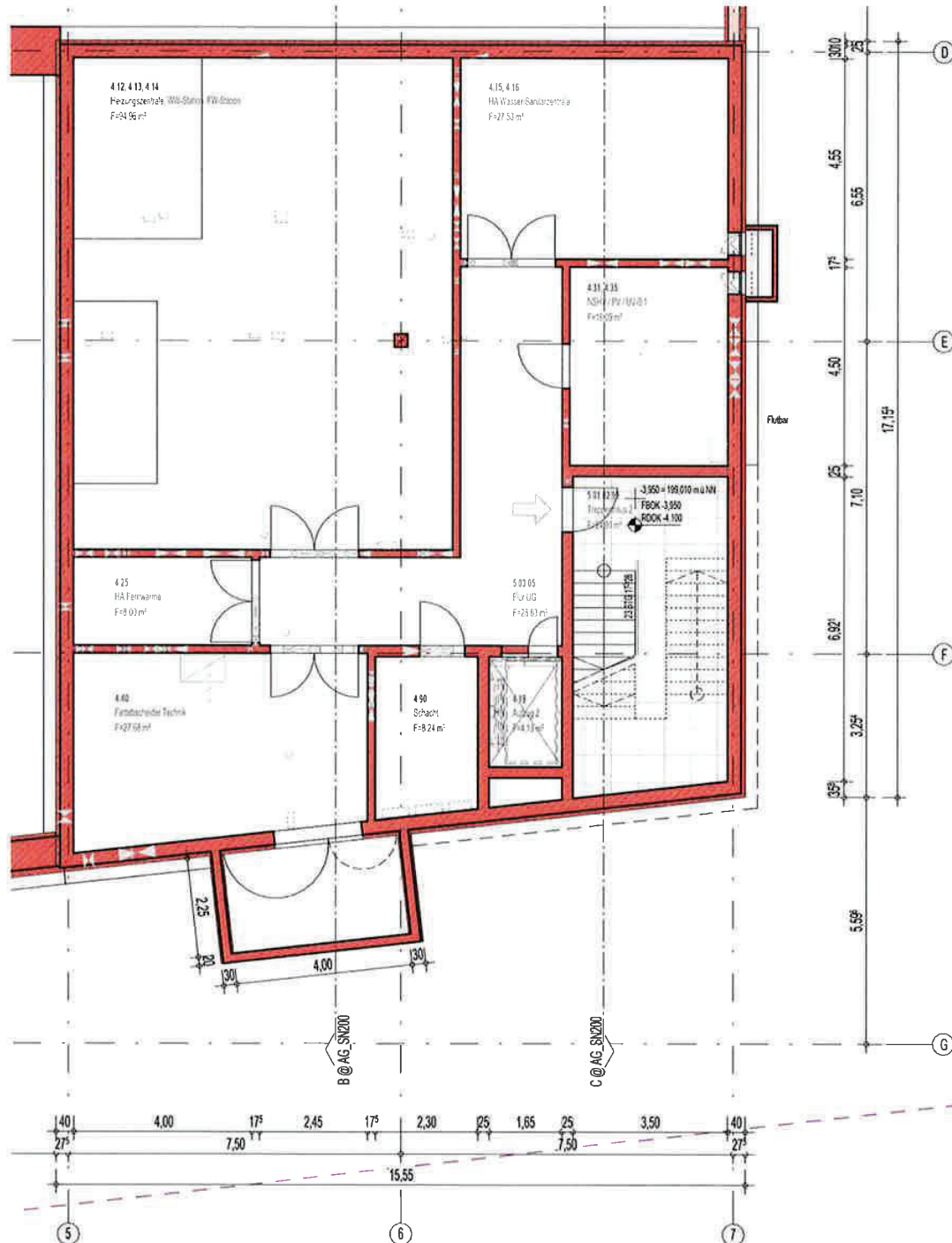


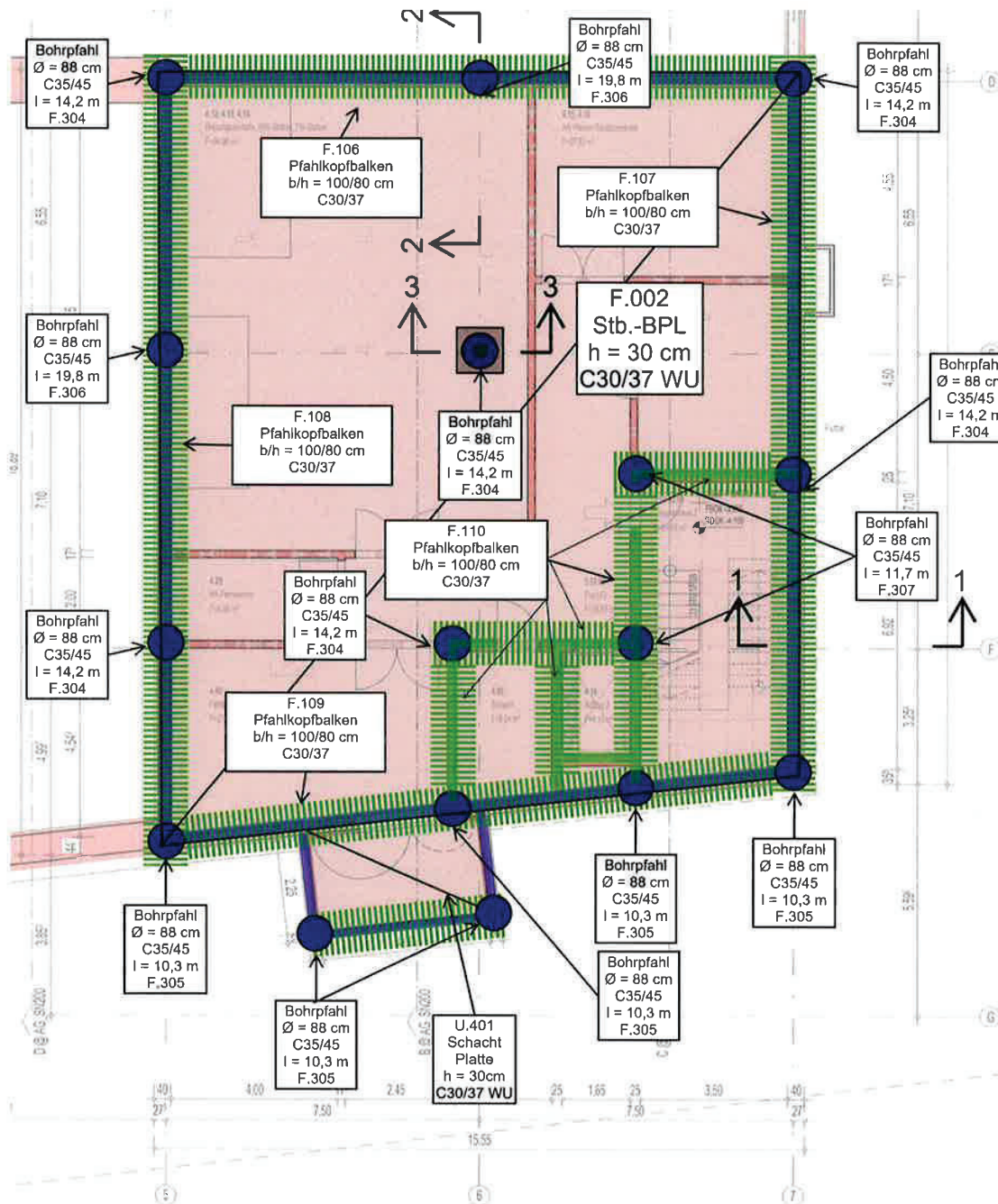
Pos. Vorwort(0)

Decke ü UG

Übersicht

Im folgenden wird die Bodenplatte im UG bemessen. Hierzu Planausschnitte der Platte:





Die Platte stellt eine frei tragende Bodenplatte dar, die teils punktförmig auf Pfählen gelagert ist, i.d.R jedoch linienförmig auf Pfahlkopfbalken. Sie ist Teil der weißen Wanne und wird in WU-Bauweise ausgeführt.



Lasten

Allgemein sei für Lasten auf Kap. 01 – Grundlagen, sowie die Lastenpläne verwiesen. Hier ergänzend folgendes:

- Mauerwerk nichttragend $20 \text{ kN/m}^3 \times 3,7\text{m} \times 0,175\text{m}$ sei 16 kN/m
- Treppenpodeste und -läufe

Lasten gemäß Lastenpläne und Eigengewichten/Kap. „Treppen“

- Eigengewicht aufgh. Bauteile
Wand $h = 25 \text{ cm}$ $0,25 \times 25 \times 3,7$ = 23 kN/m

Lasten aus der Decke ein Geschoss über der hier betrachteten Decke werden EDV-seitig über die Lagerkräfte getrennt nach ständigen und veränderlichen Lasten aus der LFK Summe LWL Gk/Qk importiert. Das Eigengewicht der tragenden Bauteile im Geschoss wird zusätzlich berücksichtigt.

Der Boden des Aufzugschachtes wird gelenkig an die Bodenplatte angeschlossen.

Ebenfalls werden Aussteifungslasten auf die Gründung berücksichtigt, indem die resultierenden Trapezlasten je nach der zu stabilisierenden Richtung aufgebracht werden:

Position	Länge [m]	Moment $M_{y,d,maßg.}$ [kNm]	Trapezlast [kN/m]
Wand 1	3,15	-132	-80
Wand 2	3,15	-138	-83
Wand 3	entfällt		
Wand 4	4,33	-370	-118
Wand 5	6,25	-989	-152
Wand 6	5,95	936	159
Wand 7	4,00	-435	-163
Wand 7.1	6,37	1170	173
Wand 8	5,50	-1007	-200
Wand 9y	7,54	232	24
Wand 9.1y	12,50	1003	39
Wand 9.2y	8,90	613	46
Wand 9x	8,90	-28	-2
Wand 9.1x	8,90	-113	-9
Wand 9.2x	8,90	-63	-5
Wand 10	4,00	262	98
Wand 11	6,20	-1092	-170
Wand 12	3,95	-301	-116

Aussteifungslasten s. auch Kap. Aussteifung

Federsteifigkeiten

Für Pfähle s. Kap. Gründung



Pos. F.002 Allgemein

Bodenplatte

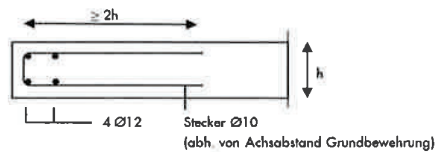
Dicke:	$h = 30 \text{ cm}$	
Betongüte:	C30/37	
Betonstahl:	B 500 S(B)	
Expositionsklasse:	unten:	XC2, W0
	oben:	XC1, W0
Betondeckung c_{nom} :	unten:	3,5 cm
	oben:	2,5 cm
Rissweite w_{cal} :	unten:	0,3 mm
	oben:	0,3 mm

(,da aus unterer Lage durch WU-Konstruktion vorgegeben)

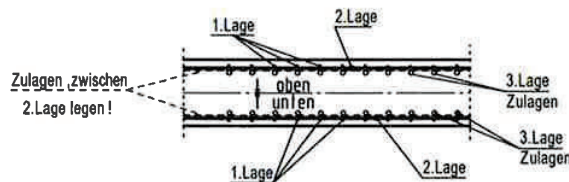
Grundbewehrung:

unten+unten: $\emptyset 12/12,5 (9,05 \text{ cm}^2/\text{m})$

Bewehrung am freien Rand:



Allgemeine Angaben zu Bewehrungslagen:



Für die Punkte, an denen die Platte oder die zugehörigen Balken auf Pfählen gelagert sind, werden Steifigkeiten ermittelt. Die Berechnungen hierzu sind Kap 9.2 "Steifigkeitsermittlung" zu entnehmen.



Pos. F.002(6.1)

Rissbreitenbemessung

Begrenzung der Rissbreite nach DIN EN 1992-1-1: 2015 mit NA: 2015-12

Anforderungen

Expositionsklasse: XC2

Rechenwert der Rissbreite $w_{\max} = 0,30 \text{ mm}$.

Baustoffe, Geometrie

Rechteckquerschnitt: Höhe = 30,0 cm; Breite = 100,0 cm

Betonfestigkeitsklasse: C30/37

Betondeckung c : 3,5 cm

Stabdurchmesser: $d_{s,\text{vorh}} = 10,0 \text{ mm}$ (Betonrippenstahl)

Betonstahl: $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$

Nachweis der Mindestbewehrung

Einwirkung: Zentrischer Zug

Ort der Zwangeinwirkung: Im Bauteil selbst

Wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,\text{eff}} = 0,65 \cdot f_{ctm} = 1,89 \text{ N/mm}^2$

$$A_{s,\min} \cdot \sigma_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,\text{eff}} \cdot A_{ct} \quad (7.1)$$

mit $k_c = 1,00$ $k = 0,80$ $f_{ct,\text{eff}} = 1,89 \text{ N/mm}^2$
 $A_{ct} = 3000,0 \text{ cm}^2$ $\sigma_s = \text{siehe folgende Berechnung}$

Die Begrenzung der Rissbreite wird durch eine Begrenzung des Stabdurchmessers nachgewiesen.

$$\phi_s = \phi_s^* \cdot \frac{k_c \cdot k \cdot h_{cr}}{8 \cdot (h - d)} \cdot \frac{f_{ct,\text{eff}}}{2,9} \geq \phi_s^* \cdot \frac{f_{ct,\text{eff}}}{2,9} \quad (7.7DE)$$

mit $k = 0,80$ $h_{cr} = 30,0 \text{ cm}$ $f_{ct,\text{eff}} = 1,89 \text{ N/mm}^2$
 $h = 30,0 \text{ cm}$ $d = 26,0 \text{ cm}$ $\phi_s = d_{s,\text{vorh}} = 10 \text{ mm}$

$\Rightarrow \phi_s = \phi_s^* \cdot 0,49 < \phi_s^* \cdot 0,65 \quad \Rightarrow \phi_s^* = 10,0 \text{ mm} / 0,65 = 15,38 \text{ mm}$
 $\Rightarrow \sigma_s = \sqrt{(3,48 \cdot 10^6 \cdot w_k / \phi_s^*)} = 260,50 \text{ N/mm}^2$ nach Tabelle 7.2DE mit $\sigma_s \leq f_{yk}$

$A_{s,\min} = 8,68 \text{ cm}^2$ je Lage

Bodenplatte
 $h = 30 \text{ cm}$
C30/37, XC2
oben, unten

Pos. F.002

gewählt unten:

horizontal: $\emptyset 12/12,5$ ($a_s = 9,05 \text{ cm}^2/\text{m}$)

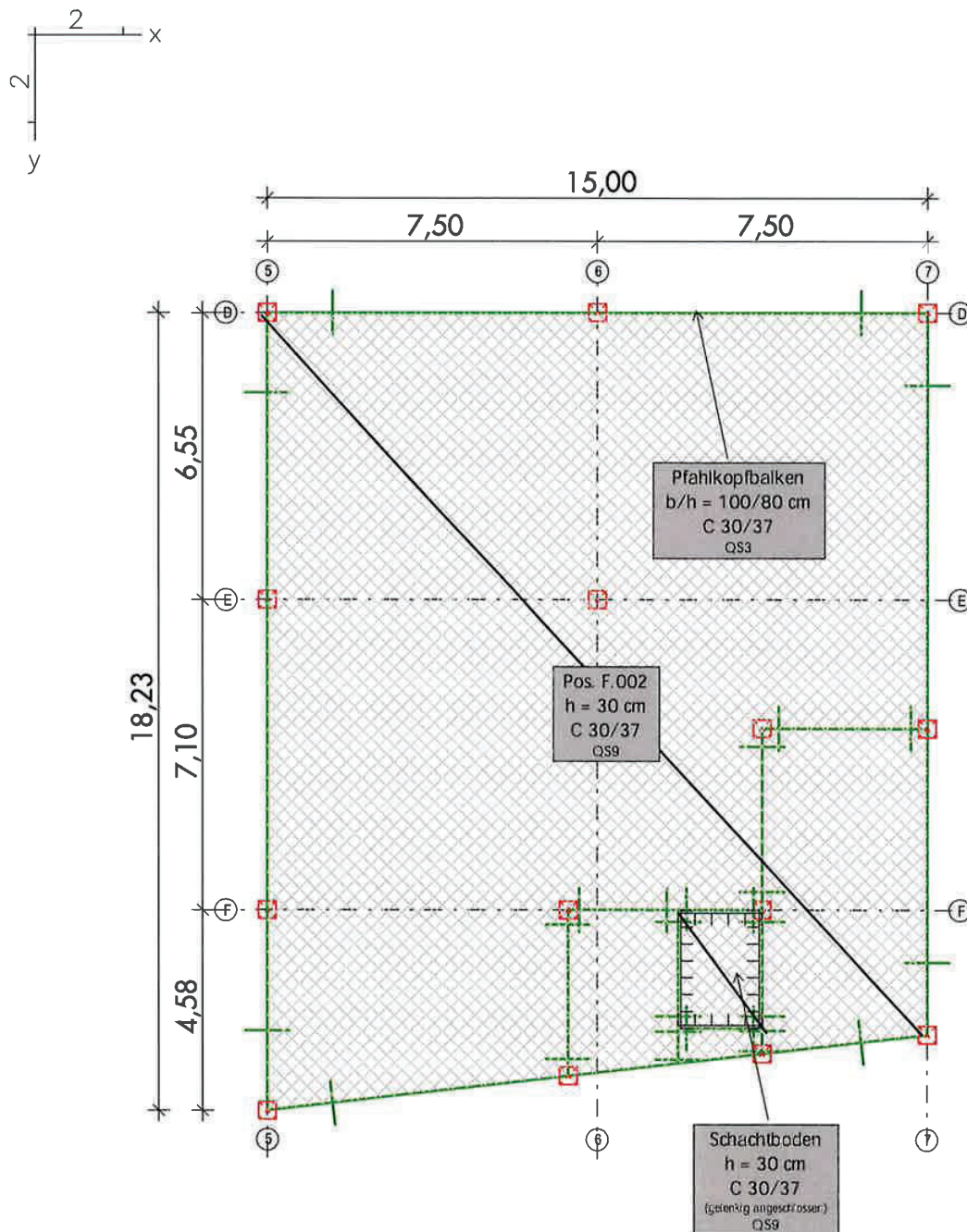


System

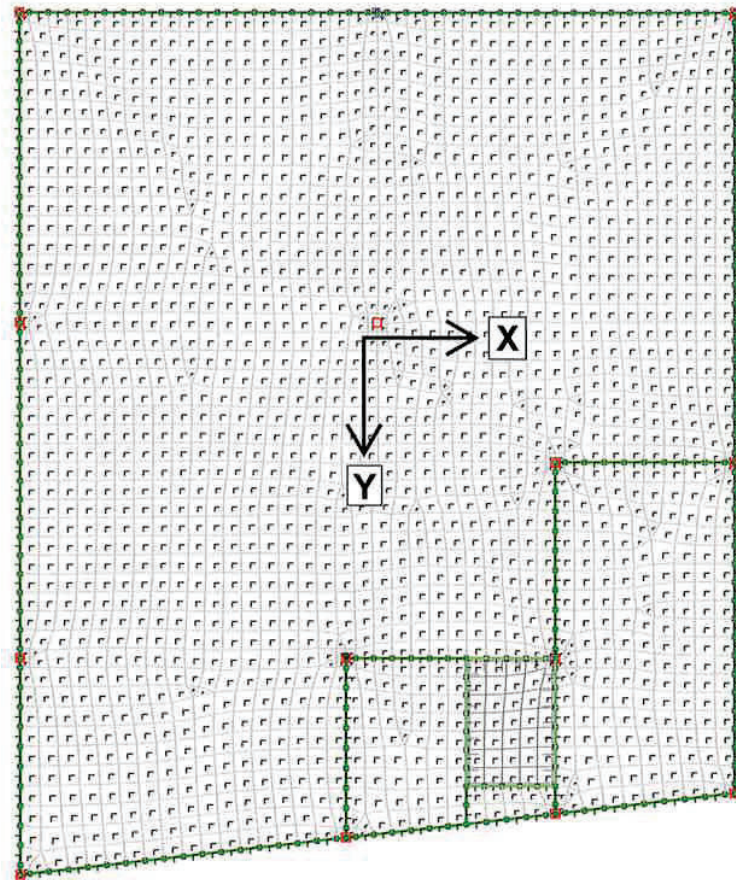
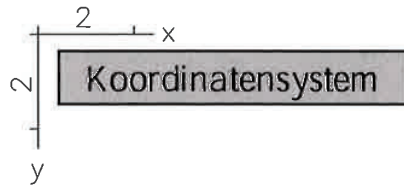


Pos. F.002(1)

System



Maßstab: 1: 150



Die Ausrichtung der lokalen Elementsysteme der Flächenelemente entspricht dem globalen Koordinatensystem.
Bei den Stäben weist die lokale x-Richtung in die Stabängsrichtung und die lokale z-Richtung stets lotrecht in Richtung Baugrund.

Maßstab: 1:150



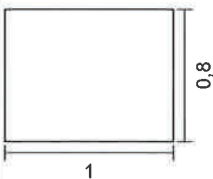
Systemkenngrößen

1811	Knoten	239	Stabelemente
1983	Elemente	1744	Plattenelemente
14	Festhaltungen	0	Scheibenelemente
0	Koppelungen	0	Schalenelemente
2	Materialkennwerte	0	Seilelemente
2	Querschnittswerte	0	Volumenelemente
14	Lastfälle	0	Federelemente
4	LF-Kombinationen	4	Liniengelenke
0	Spannstränge		

Berechnungsort der Flächenelemente: Knoten
2 Ergebnisorte in den Stäben

Gedrehte Koordinatensysteme
1710 Elementsysteme
0 Schnittkraftsysteme
0 Bewehrungssysteme

Querschnittswerte

3	Polygon		Pfahlkopfbalken b/h = 100/50 cm Schwerpunkt [m] $y_s = 0,500$ $z_s = 0,400$ Fläche [m ²] $A = 8,0000e-01$ Trägheitsmomente [m ⁴] $I_x = 1,0000e-06$ $I_y = 4,2667e-02$ $I_1 = 4,2667e-02$ $I_z = 6,6667e-02$ $I_2 = 6,6667e-02$ Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0,000$ $I_{yz} = 0,0000e+00$ Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
9	Fläche		Platte d=30cm C30/37 Elementdicke [m] $d_z = 0,3000$ drillsteif Orthotropie $d_{zy}/d_z = 1$ E-Modul Platte/Scheibe $= 1$

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m ²]	G-Modul [MN/m ²]	Quer- dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m ³]
1	3	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
2	9	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000

Maßstab: 1:



Festhaltungen

	Knoten	Drehung des Lager- systems um Achse [°]			'F' = Fest, '-' = Frei oder Federsteifigkeit [MN/m] bzw. [MNm]					
		x	y	z	ux	uy	uz	phi.x	phi.y	pl
1	48	0,0	0,0	0,0	F	F	235,00	-	-	
2	49	0,0	0,0	0,0	F	F	215,00	-	-	
3	1565	0,0	0,0	0,0	F	F	250,00	-	-	
4	1566	0,0	0,0	0,0	F	F	420,00	-	-	
5	1567	0,0	0,0	0,0	F	F	250,00	-	-	
6	1568	0,0	0,0	0,0	F	F	420,00	-	-	
7	1569	0,0	0,0	0,0	F	F	250,00	-	-	
8	1570	0,0	0,0	0,0	F	F	215,00	-	-	
9	1744	0,0	0,0	0,0	F	F	215,00	-	-	
10	1745	0,0	0,0	0,0	F	F	215,00	-	-	
11	1807	0,0	0,0	0,0	F	F	215,00	-	-	
12	1808	0,0	0,0	0,0	F	F	250,00	-	-	
13	1809	0,0	0,0	0,0	F	F	235,00	-	-	
14	1810	0,0	0,0	0,0	F	F	250,00	-	-	

Betonstahl für Flächenelemente

	Nr.	Lage	Güte	d1x [m]	d2x [m]	asx [cm²/m]	d1y [m]	d2y [m]	asy [cm²/m]	as fix	Walz- art
1	9	1	500M	0,035		0,000	0,045		0,000		Warm
2		2	500M		0,035	0,000		0,045	0,000		Warm

as Grundbewehrung

d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand

d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand

Die positive z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand

Güte Güte bzw. Streckgrenze f_{yk} des Betonstahls [MN/m²]

Betonstahl für Stäbe

	Nr.	Lage	E-Modul [MN/m²]	f_{yk} [MN/m²]	y [m]	z [m]	As [cm²]	Zv0 [kN]	Walz- art
1	3	1		500	0,050	0,050	0,000	0,00	Warm
2		2		500	0,950	0,050	0,000	0,00	Warm
3		3		500	0,950	0,750	0,000	0,00	Warm
4		4		500	0,050	0,750	0,000	0,00	Warm

Der E-Modul wird nur für vorgespannte Stahllagen benutzt.

y, z Koordinaten des Betonstahls

As Grundbewehrung

Zv0 Vorspannkraft einer vorgespannten Stahllage

Maßstab: 1:



Einwirkungen



Pos. F.002(2)

Einwirkungen

1. Ständige und vorübergehende Situation

Endzustand

G Eigenlast
QN Nutzlast

1. Seltene (charakteristische) Situation

Endzustand

G Eigenlast
QN Nutzlast

1. Häufige Situation

Endzustand

G Eigenlast
QN Nutzlast

1. Quasi-ständige Situation

Endzustand

G Eigenlast
QN Nutzlast

Lastfallkombination 1, Summe Gk LWL - ständige Einwirkung

Lastfall	Faktor
1 Eigengewicht gk	1,000
2 Ausbaulast gk	1,000
6 Eigengewicht aufghender Bauteile	1,000
20 Lastimport UG gk	1,000

Lastfallkombination 2, Summe Qk LWL - veränderliche inklusive Einwirkung

Lastfall	Faktor
12 Nutzlast Anordnung 1 qk	1,000
13 Nutzlast Anordnung 2 qk	1,000
14 Nutzlast Anordnung 3 qk	1,000
21 Lastimport UG qk	1,000
Kombination	Faktor
6 Windlast design aus Berechnung"mb"	0,700

Maßstab: 1:



Lastfallkombination 5, Summe LWL design - ständige Einwirkung

Kombination		Faktor
1	Summe Gk LWL	1,350
2	Summe Qk LWL	1,500

Lastfallkombination 6, Windlast design aus Berechnung"mb" - 1. veränderliche exklusive Einwirkung

Lastfall		Faktor
102	Wind+Imperfektion +X	1,000
103	Wind+Imperfektion -X	1,000
104	Wind+Imperfektion +Y	1,000
105	Wind+Imperfektion -Y	1,000

Lastgruppen

	Berechnungstheorie	Vorverformung	Eigengewicht gk	Ausbaulast gk	Eigengewicht aufgehender Bauteile	Nutzlast gesamt qk	Nutzlast Anordnung 1 qk	Nutzlast Anordnung 2 qk	Nutzlast Anordnung 3 qk	Lastimport UG gk
LF-Nr. Lastgruppe	-	-	LF 1	LF 2	LF 6	LF 9	LF 12	LF 13	LF 14	LF 20
100 : Verformungen Faktor 3,5	1.		2,5	3,5	3,5		1,05	1,05	1,05	3,5
	Lastimport UG qk	Wind+Imperfektion +X	Wind+Imperfektion -X	Wind+Imperfektion +Y	Wind+Imperfektion -Y					
LF-Nr. Lastgruppe	LF 21	LF 102	LF 103	LF 104	LF 105					
100 : Verformungen Faktor 3,5	1,75									

Maßstab: 1:



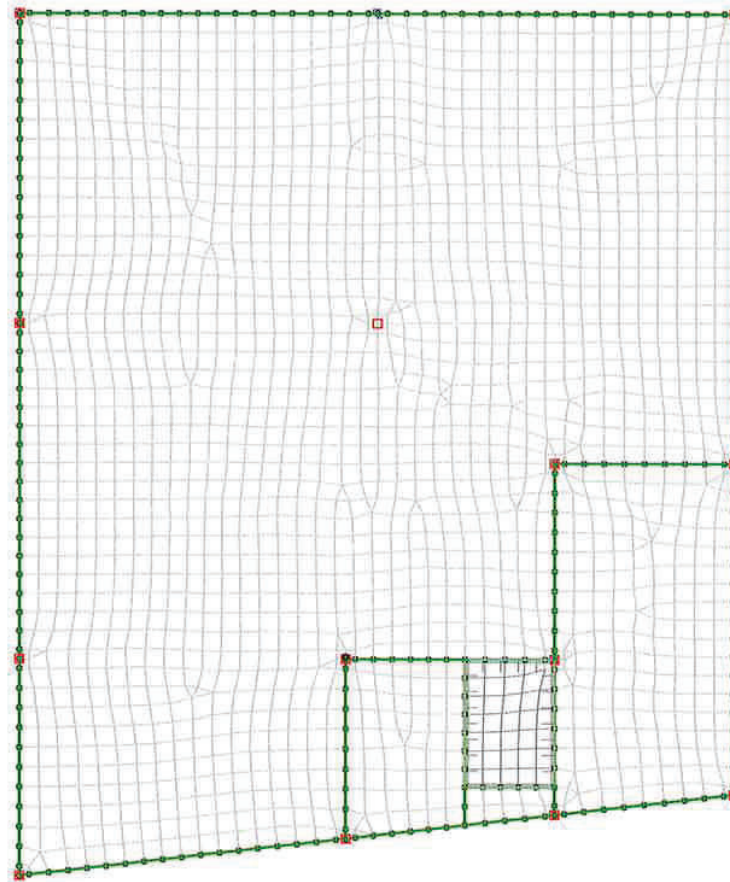
Summe der aufgetragenen Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigengewicht gk	0,000	0,000	3747,587
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	3747,587
2	Ausbaulast gk	0,000	0,000	911,899
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	911,899
6	Eigengewicht aufgehender Bauteile	0,000	0,000	2953,283
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	2953,283
9	Nutzlast gesamt qk	0,000	0,000	1302,513
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	1302,513
12	Nutzlast Anordnung 1 qk	0,000	0,000	717,994
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	717,994
13	Nutzlast Anordnung 2 qk	0,000	0,000	566,459
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	566,459
14	Nutzlast Anordnung 3 qk	0,000	0,000	134,235
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	134,235
20	Lastimport UG gk	0,000	0,000	14407,021
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	14407,021
21	Lastimport UG qk	0,000	0,000	6018,762
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	6018,762
100	Verformungen Faktor 3,5	0,000	0,000	85344,133
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	85344,133
102	Wind+Imperfektion +X	0,000	0,000	42,334
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	42,334
103	Wind+Imperfektion -X	0,000	0,000	-42,334
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	-42,334
104	Wind+Imperfektion +Y	0,000	0,000	-4,601
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	-4,601
105	Wind+Imperfektion -Y	0,000	0,000	4,601
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	4,601

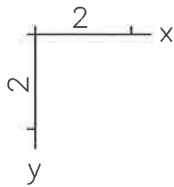
Maßstab: 1:



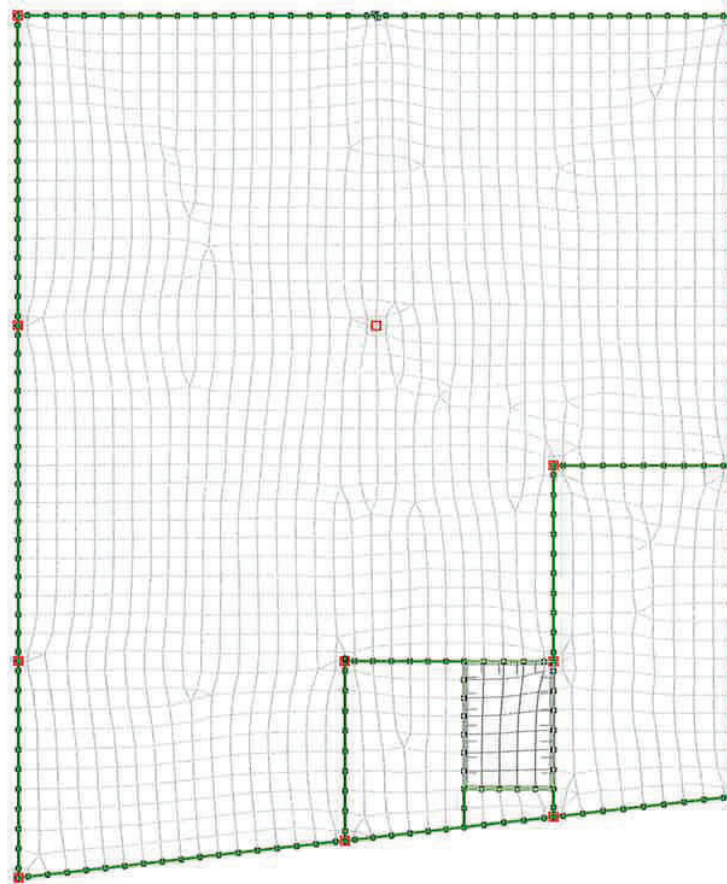
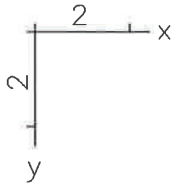
EIGENLAST



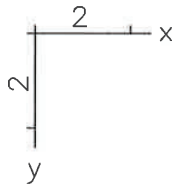
Maßstab: 1: 150



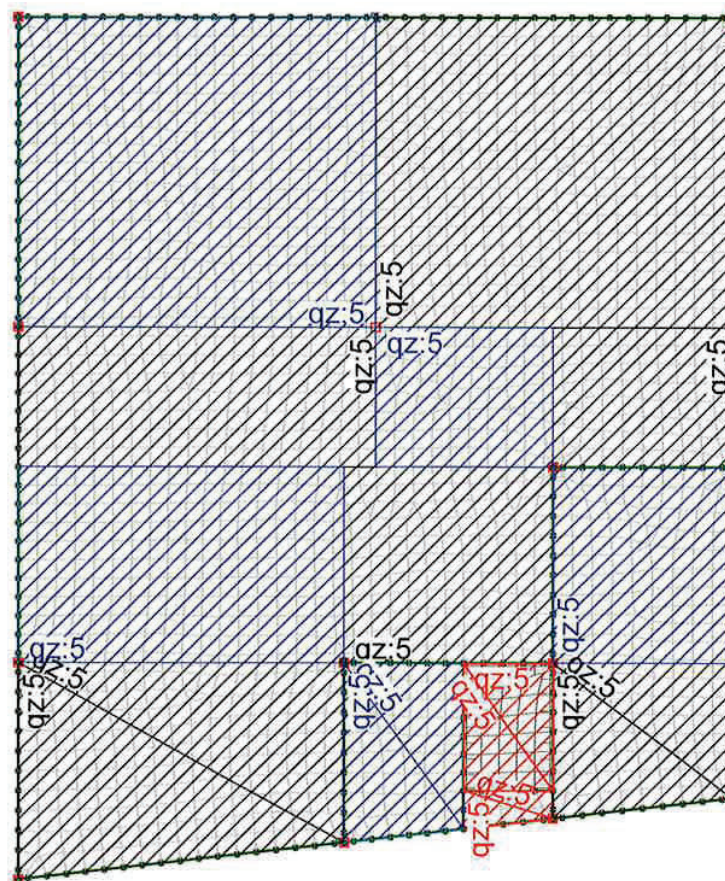
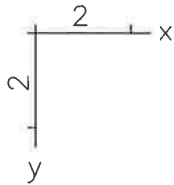
Maßstab: 1:150



Maßstab: 1: 150



Maßstab: 1: 150

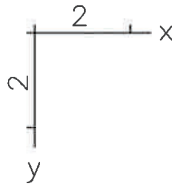


Maßstab: 1:150

LF 9: Belastung, Nutzlast gesamt qk
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

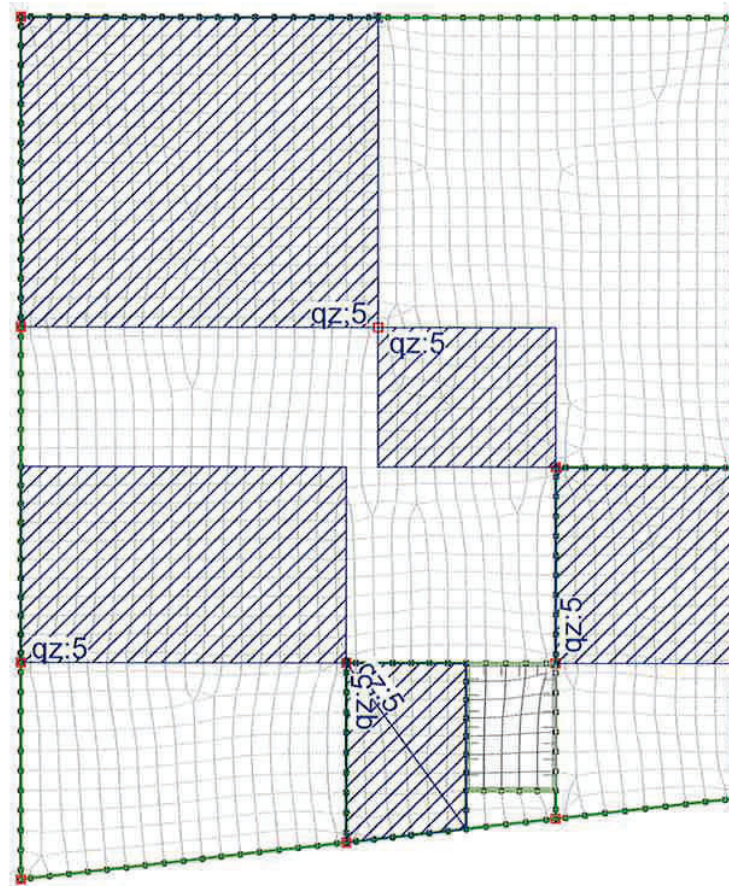
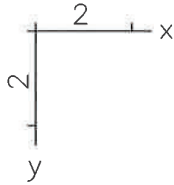
geprüft
Dr.-Ing. J. Diener



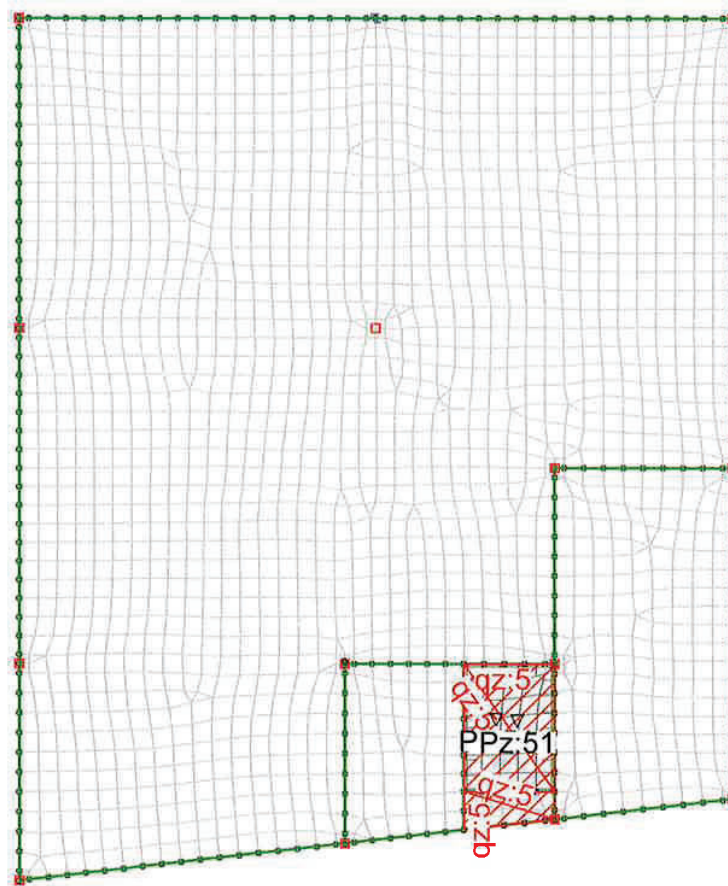
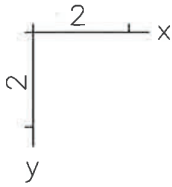
Maßstab: 1:150

LF 12: Belastung, Nutzlast Anordnung 1 qk
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH



Maßstab: 1:150

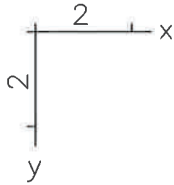


Maßstab: 1:150

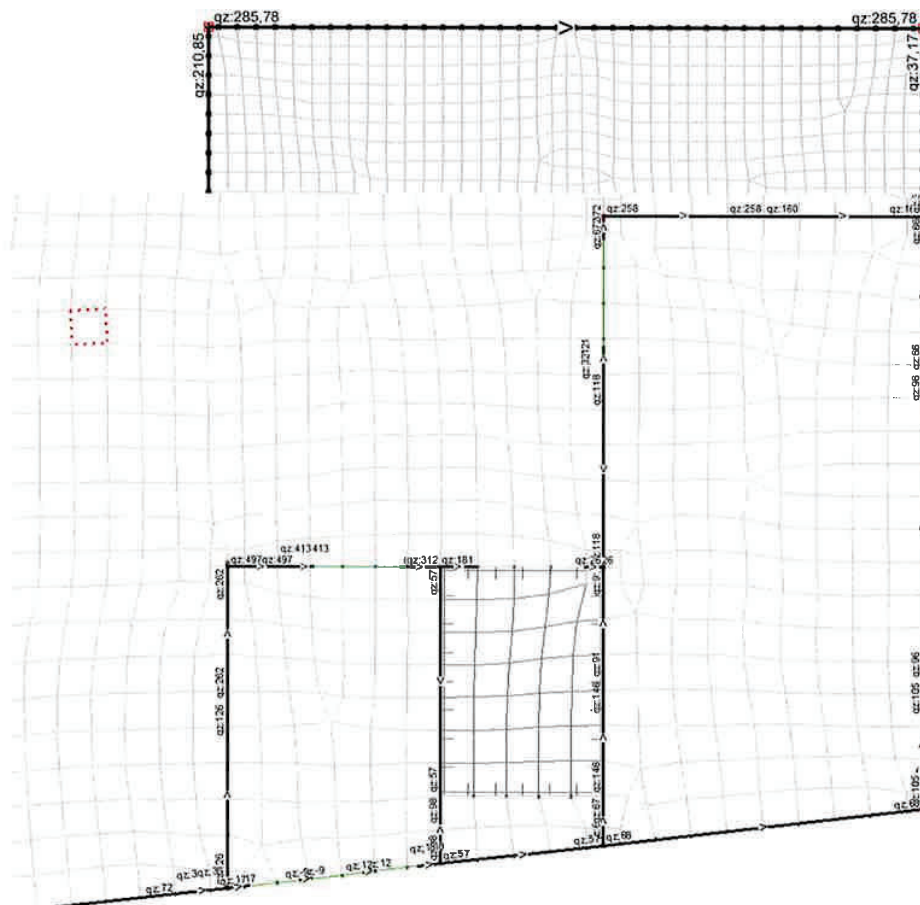
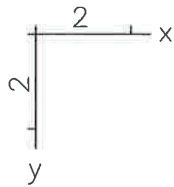
LF 14: Belastung, Nutzlast Anordnung 3 qk
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

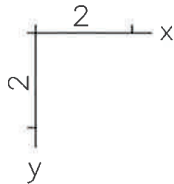
geprüft
Dr.-Ing. J. Diener



Maßstab: 1: 150



Maßstab: 1:150

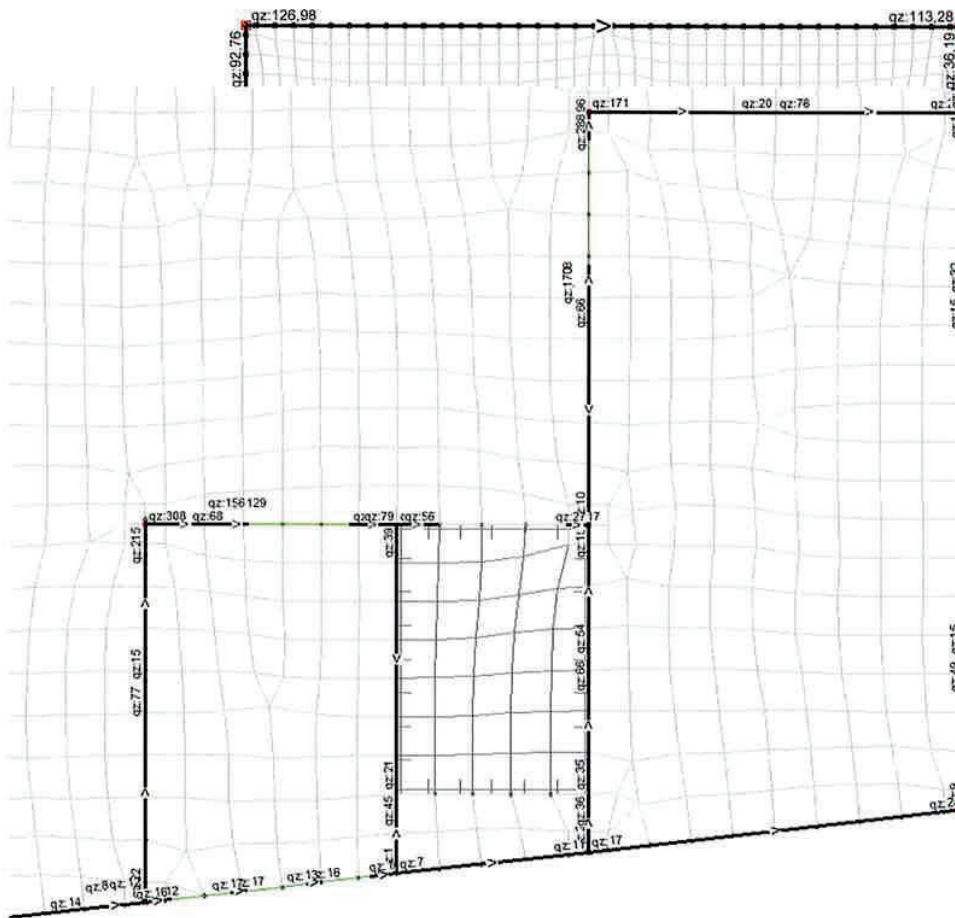
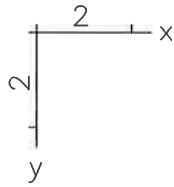


Maßstab: 1: 150

LF 21: Belastung, Lastimport UG qk
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

geprüft
Dr.-Ing. J. Diener

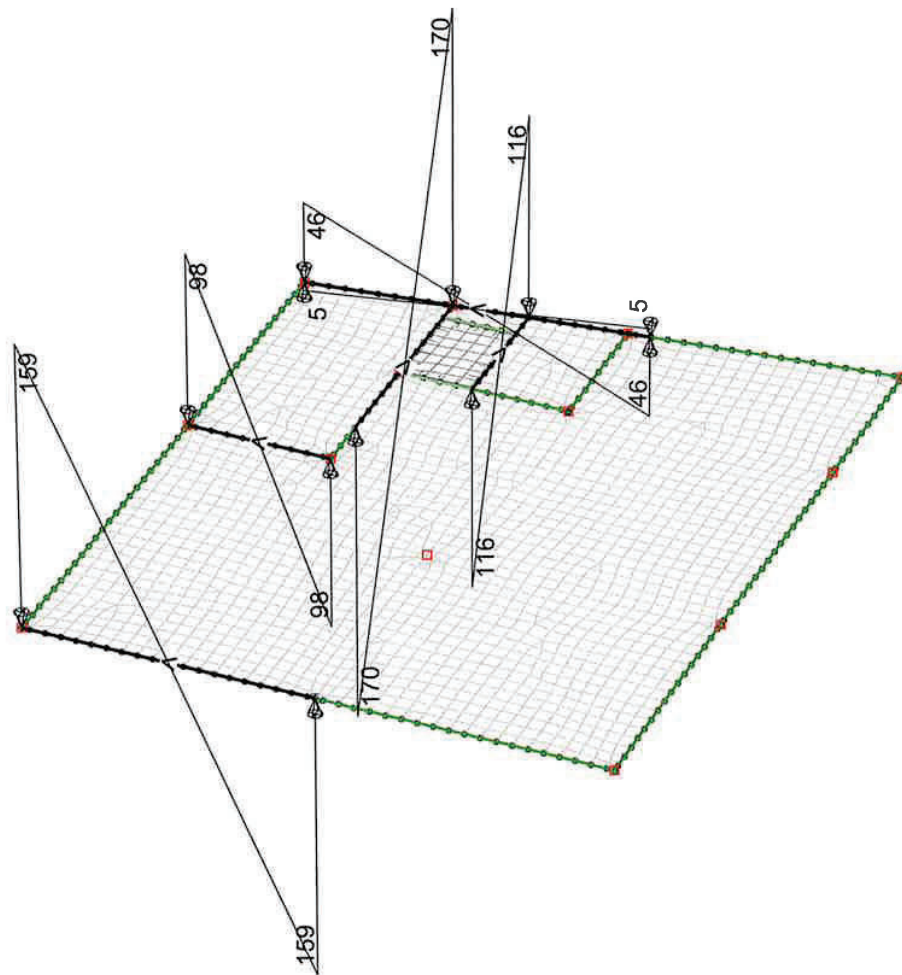


Maßstab: 1:150

LF 21: Belastung, Lastimport UG qk
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

geprüft
Dr.-Ing. J. Diener

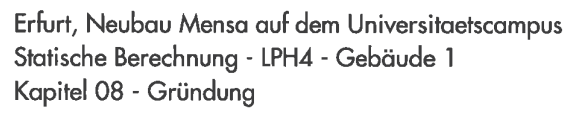


Maßstab: 1:170

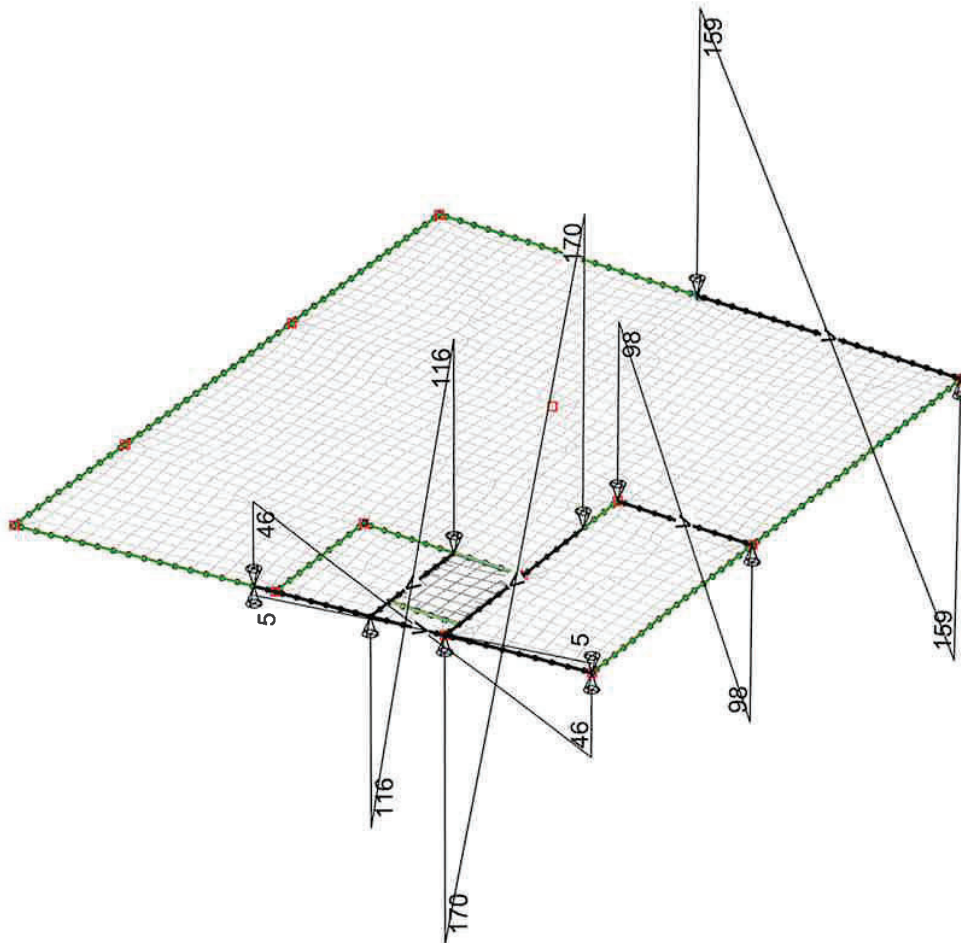
Lastfälle 102,104
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

geprüft
Dr.-Ing. J. Diener



Seite: 8-33
Projekt: 20240588
Kap./Pos.: F.002(2)



Lastfälle 103,105
Lastsummen
20240588_IPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

geprüft
Dr.-Ing. J. Diener



Verformungen



Pos. F.002(3)

Verformung

Es wird eine Lastfallkombination für die Ermittlung der Deformationen inkl. Kriechen und Schwinden (Annahme: $K_a = 3,5$) erstellt.

Die quasi-ständige Lastfallkombination wird als

$$E_{d,perm} = G_k + \psi_2 \times Q_k$$

berechnet.

Der Zustand II errechnet sich wie folgt:

$$f_{ZII} = 3,5 \times (f_{d,perm})$$

Die gesuchte zusätzliche Verformung beträgt entsprechend

$f_{ZII,zus} = 3,5 \times (f_{d,perm}) - f_{EG}$, womit sich die anzusetzenden Faktoren für die verschiedenen Lasten wie folgt ergeben:

Lastgruppen

	Berechnungstheorie	Vorverformung	Eigengewicht g _k	Ausbaulast g _k	Eigengewicht aufgehender Bauteile	Nutzlast gesamt q _k	Nutzlast Anordnung 1 q _k	Nutzlast Anordnung 2 q _k	Nutzlast Anordnung 3 q _k	Lastimport UG g _k
LF-Nr. Lastgruppe	-	-	LF 1	LF 2	LF 6	LF 9	LF 12	LF 13	LF 14	LF 20
100 : Verformungen Faktor 3,5	1.		2,5	3,5	3,5		1,05	1,05	1,05	3,5
	Lastimport UG q _k	Wind+Imperfektion +X	Wind+Imperfektion -X	Wind+Imperfektion +Y	Wind+Imperfektion -Y					
LF-Nr. Lastgruppe	LF 21	LF 102	LF 103	LF 104	LF 105					
100 : Verformungen Faktor 3,5	1,75									

Maßstab: 1:



Begrenzung der Durchbiegung

Hohe Anforderungen:

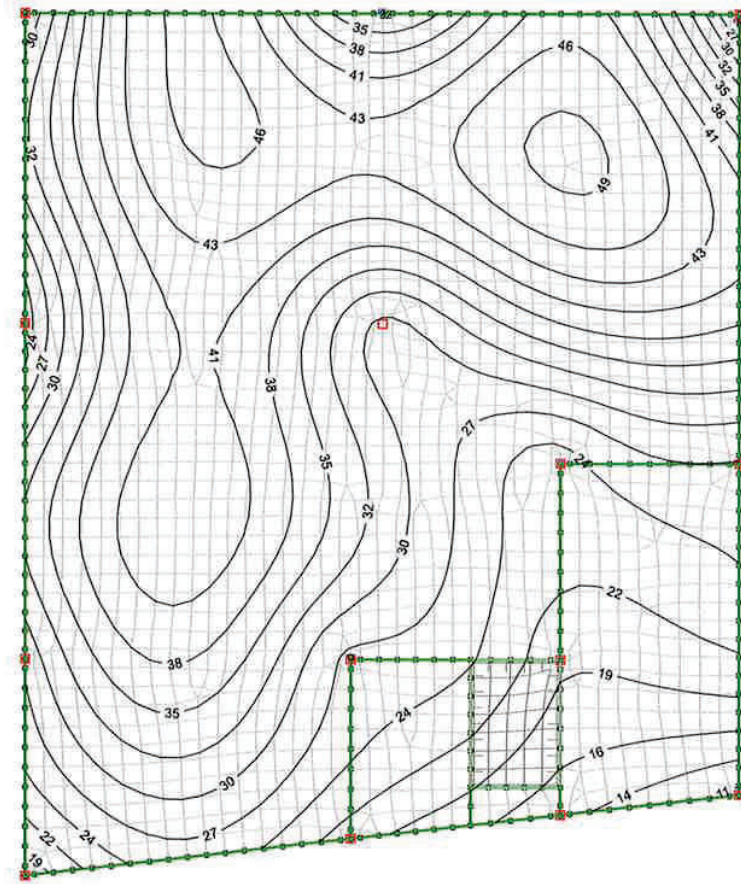
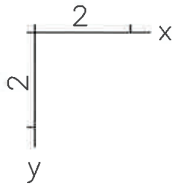
$$u_{\text{grenz}} = L/500$$

Geringe Anforderungen:

$$u_{\text{grenz}} = L/250$$

(Genaue zul. Durchbiegung entsprechend Längen unten)

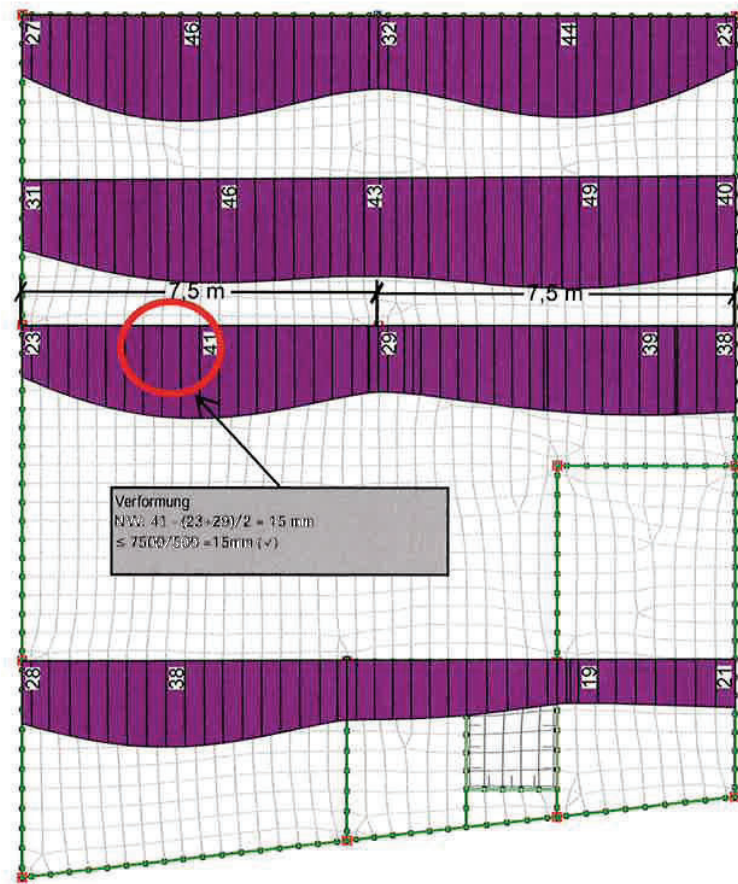
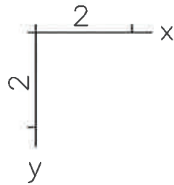
Maßstab: 1:



LF 100: Verformungen Faktor 3,5
Deformationen uz [mm]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): 9,92/49,22 [mm]
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Maßstab: 1: 150

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

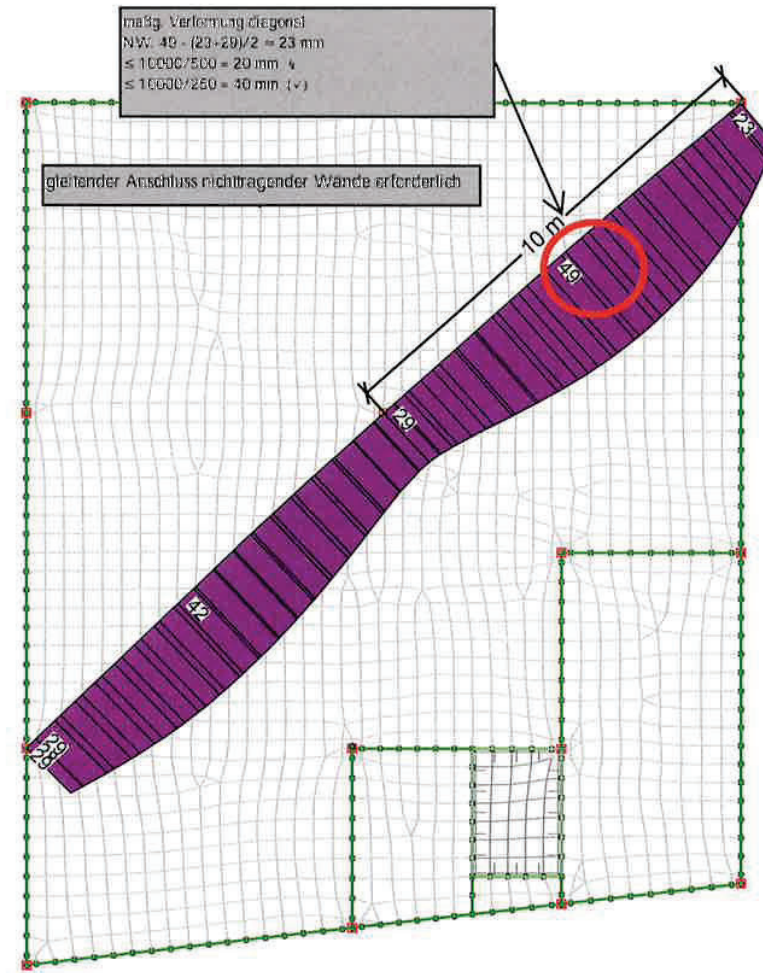
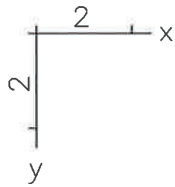


LF 100: Verformungen Faktor 3,5
Deformationen uz. 31,16 [mm] = 
Schnitt "X-Richtung". Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 9,92/49,22 [mm]
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Maßstab: 1: 150

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

geprüft
Dr.-Ing. J. Diener

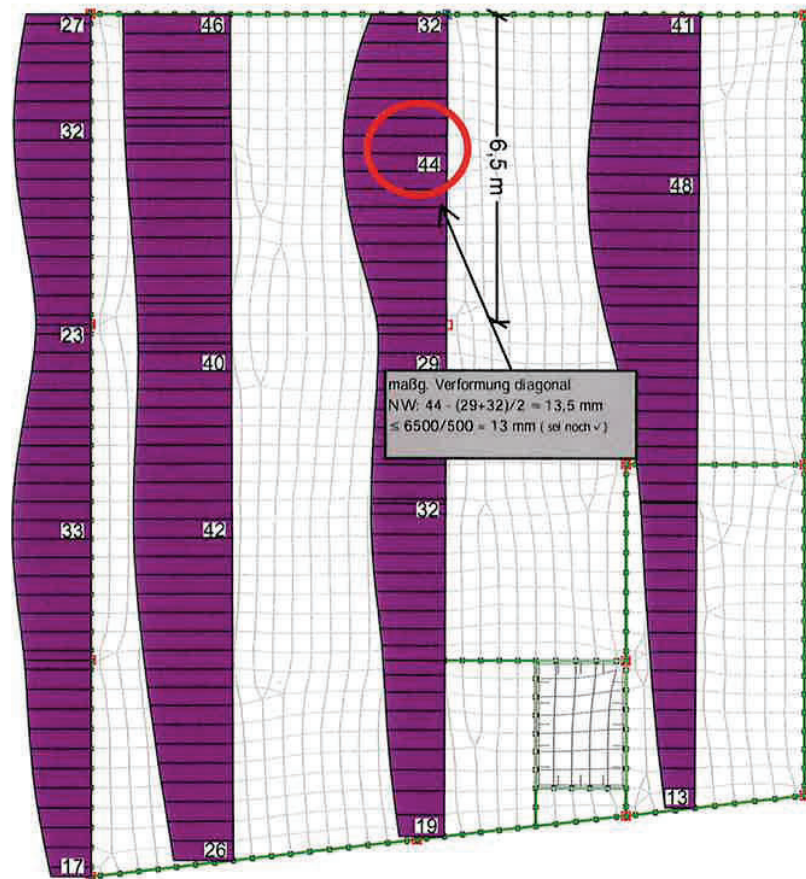
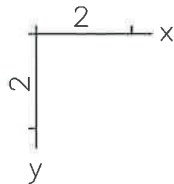


LF 100: Verformungen Faktor 3,5
Deformationen uz. 31,25 [mm] =
Schnitt "Diagonal". Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 9,92/49,22 [mm]
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Maßstab: 1:150

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

geprüft
Dr.-Ing. J. Diener



LF 100: Verformungen Faktor 3,5
Deformationen uz. 30,28 [mm] = 
Schnitt "Y-Richtung". Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 9,92/49,22 [mm]
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Maßstab: 1:150

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

...

geprüft
Dr.-Ing. J. Diener

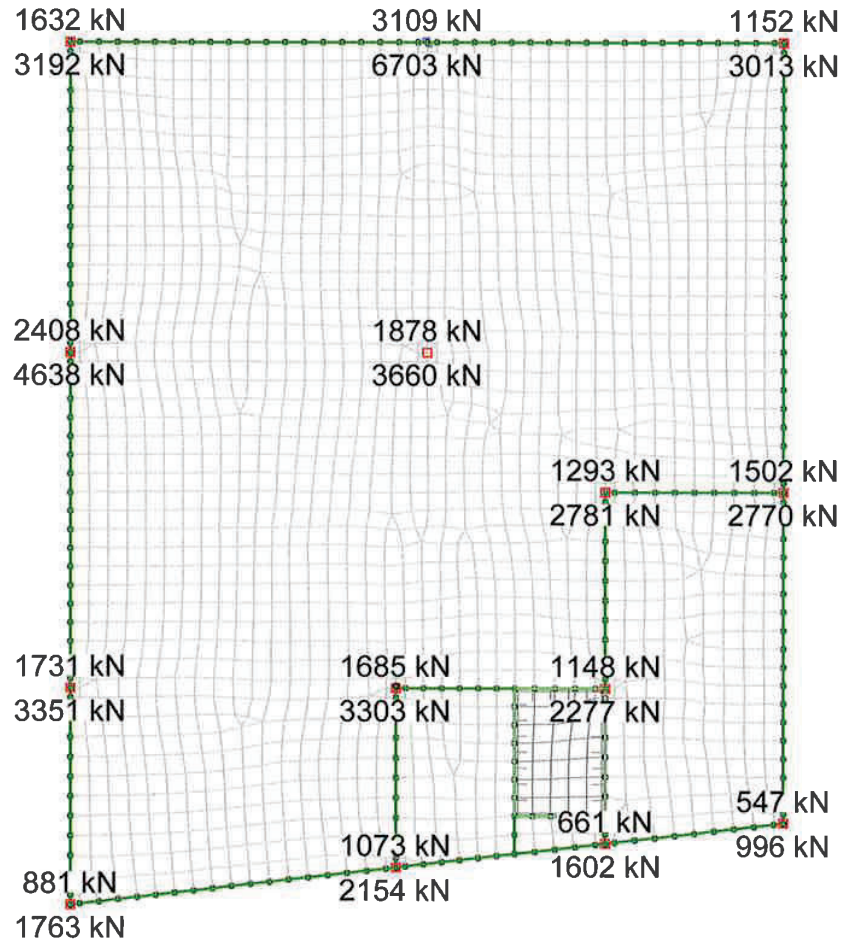
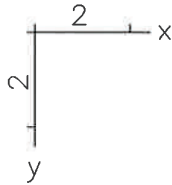


Auflagerreaktionen Bodenplatte



Pos. F.002(4)

Auflagerreaktionen

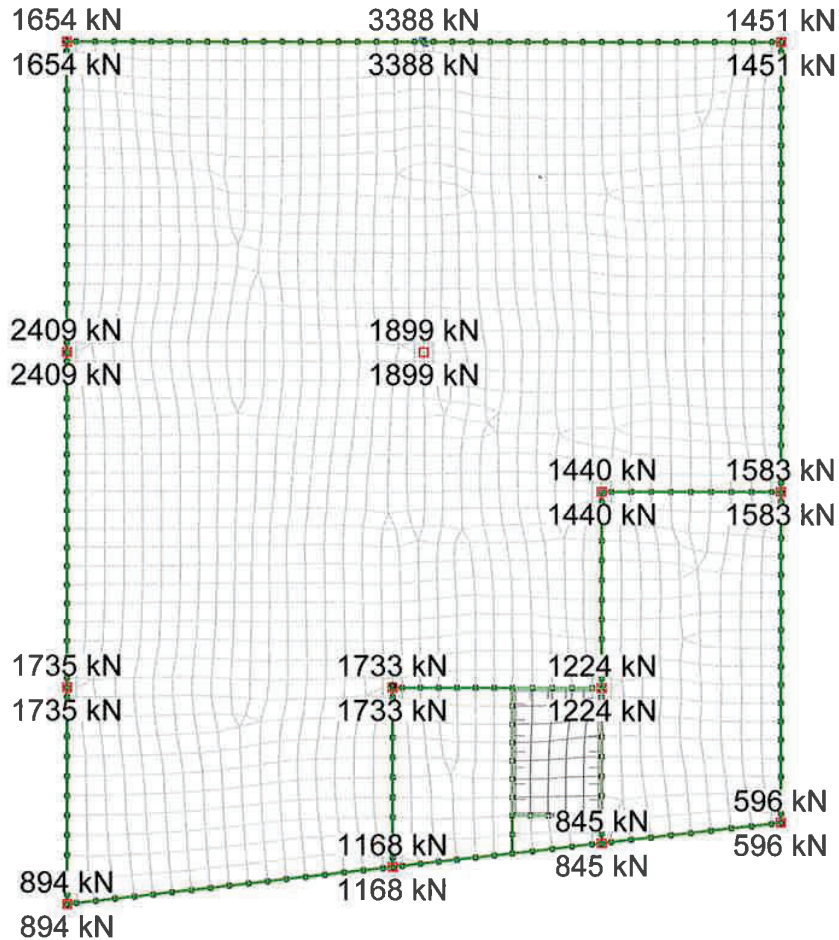
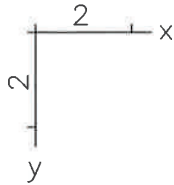


Maßstab: 1: 150

LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien min,max Rz(l). 0,64 [kN/m] = 
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

geprüft
Dr.-Ing. J. Diener

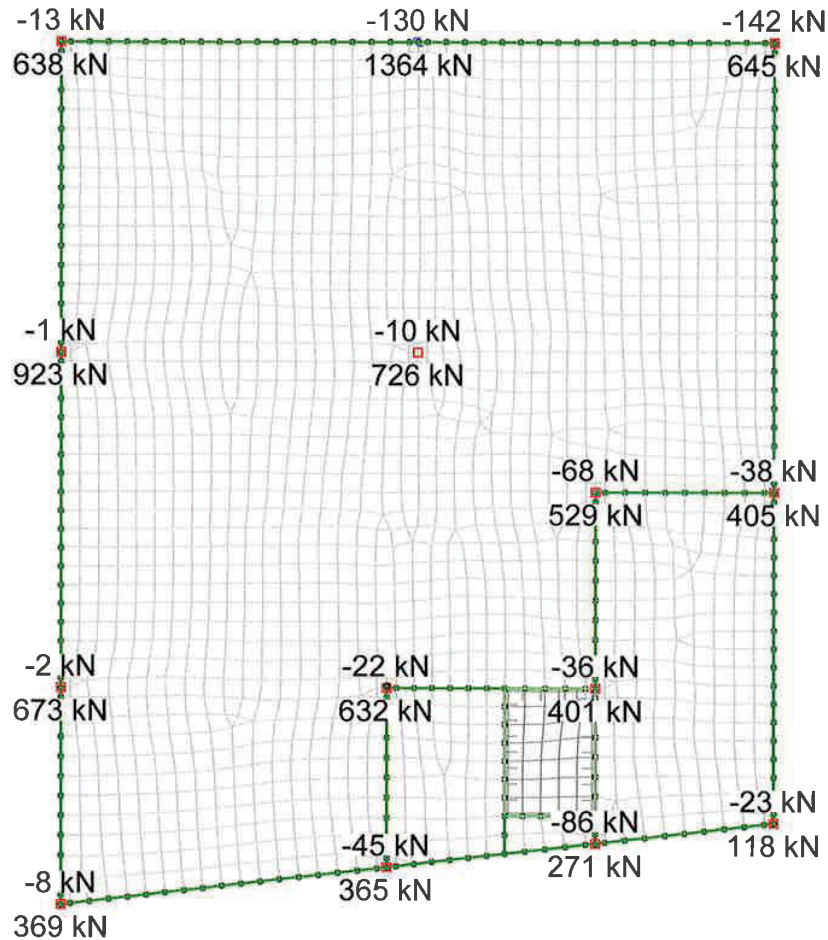
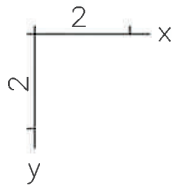


Maßstab: 1: 150

LFK 1: Summe Gk LWL
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien min,max Rz(l), 0,64 [kN/m] = |-----|
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

geprüft
Dr.-Ing. J. Diener

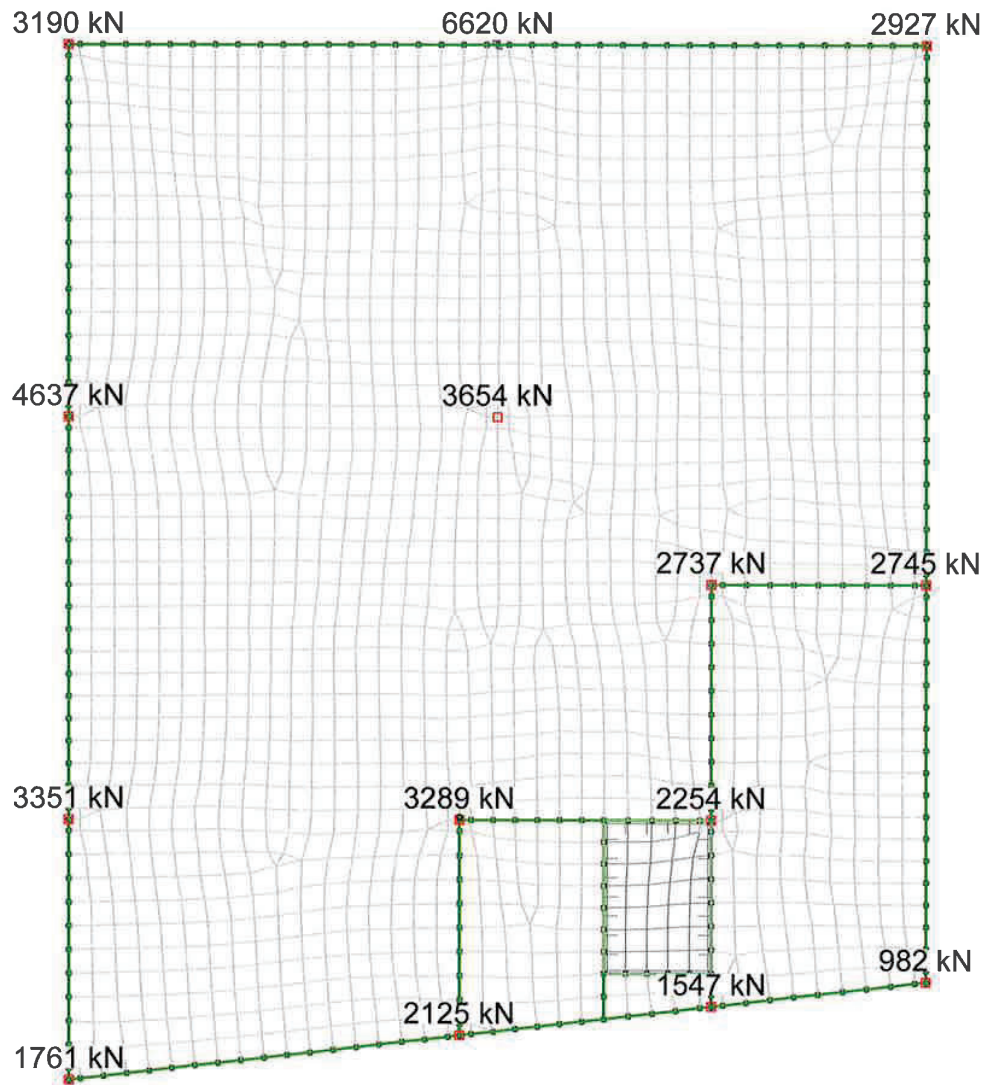
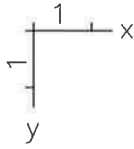


Maßstab: 1: 150

LFK 2: Summe Qk LWL
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien min,max Rz(l). 0,64 [kN/m] = 
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

geprüft
Dr.-Ing. J. Diener



Maßstab: 1:125

LFK 5: Summe LWL design
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien max $R_z(l)$, 0,53 [kN/m] = 
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

geprüft
Dr.-Ing. J. Diener

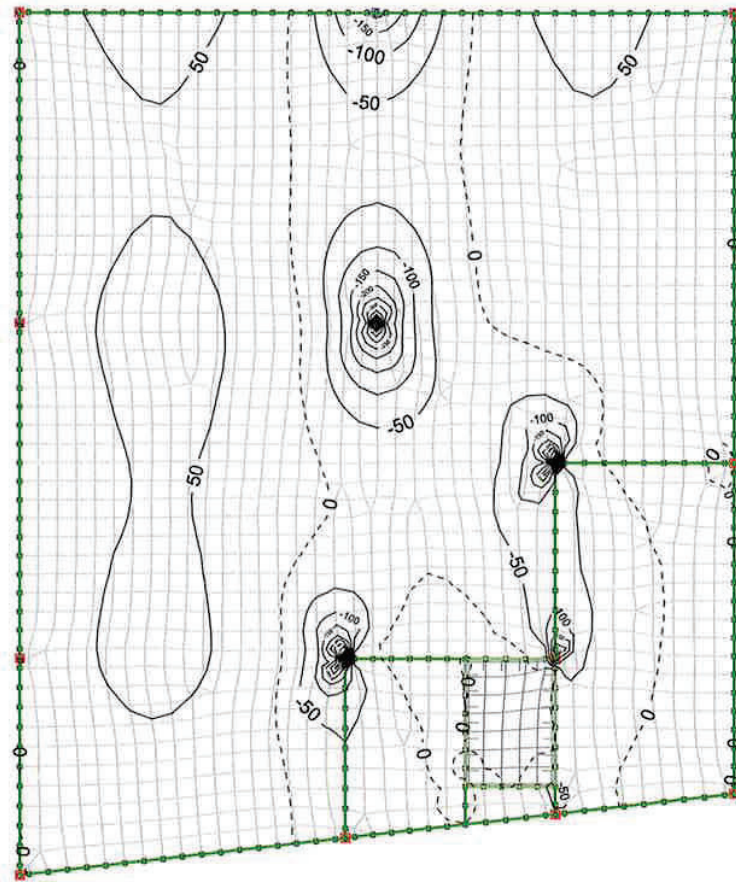
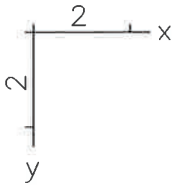


Schnittgrößen Decke



Pos. F.002(5)

Schnittgrößen

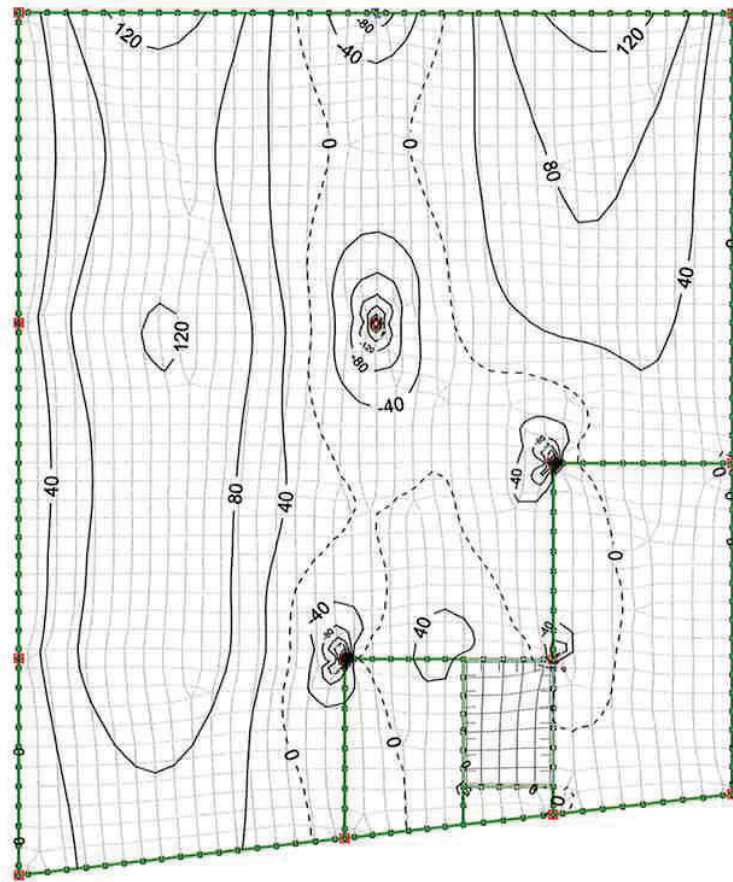
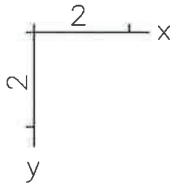


LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Schnittgrößen min mx [kNm/m]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): -655,88/68,73 [kNm/m]
Berechnung in den Elementknoten
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Maßstab: 1: 150

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

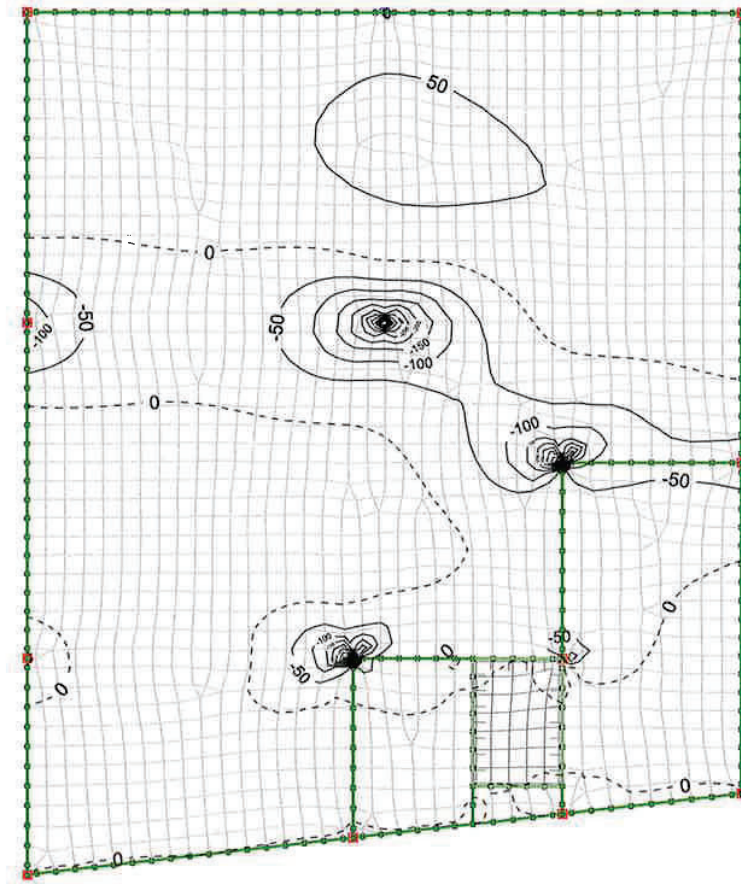
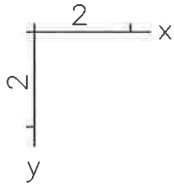
geprüft
Dr.-Ing. J. Diener



LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Schnittgrößen max mx [kNm/m]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): -336,20/140,70 [kNm/m]
Berechnung in den Elementknoten
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Maßstab: 1: 150

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

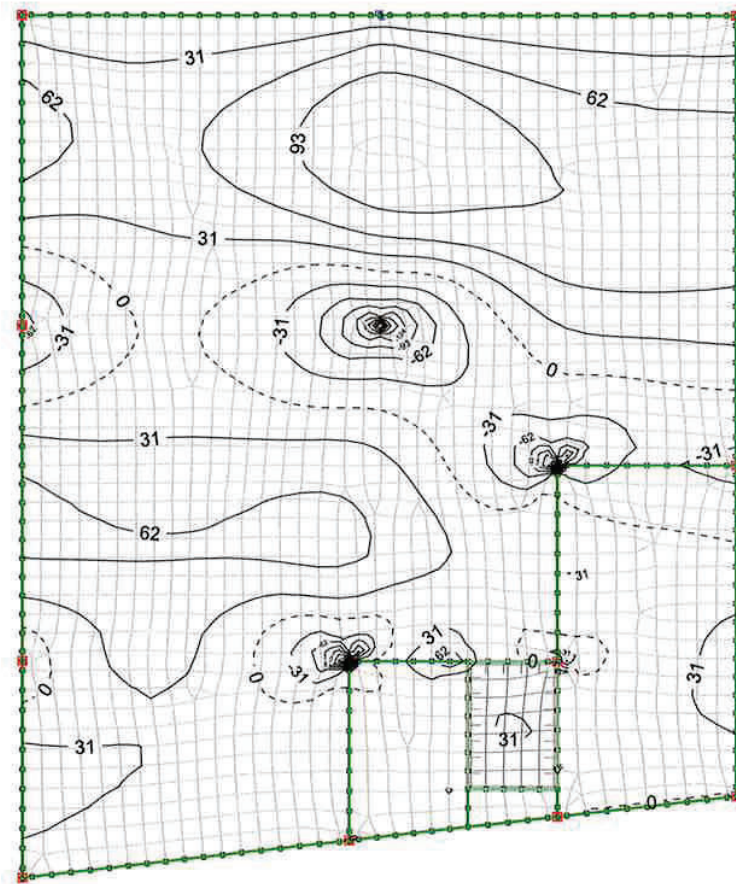
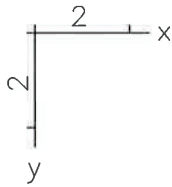


LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Schnittgrößen min my [kNm/m]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): -645,52/63,55 [kNm/m]
Berechnung in den Elementknoten
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Maßstab: 1: 150

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

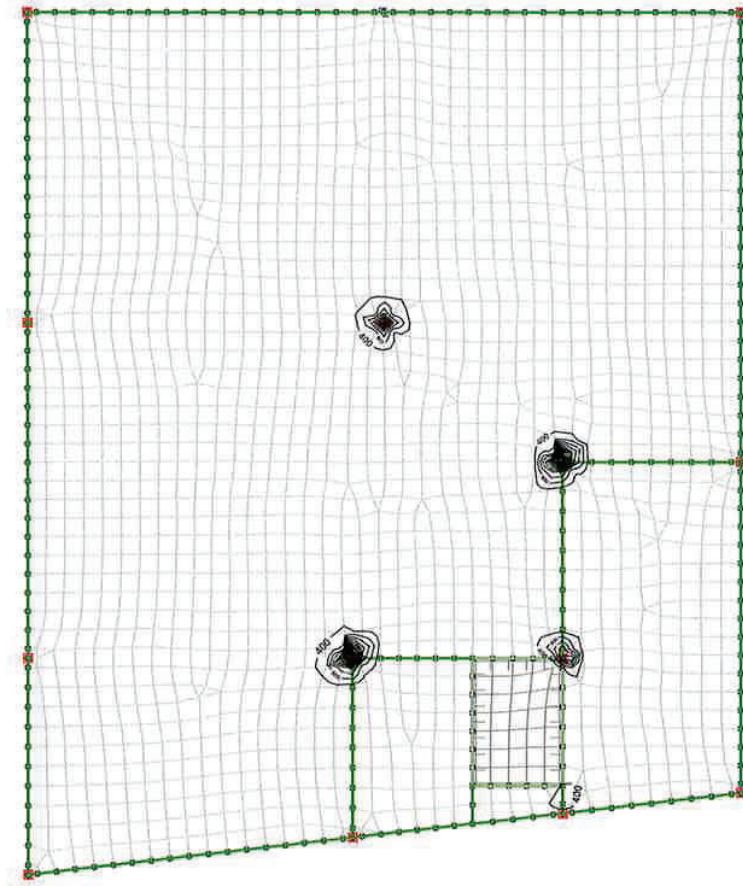
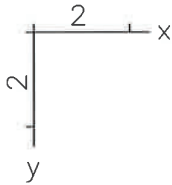
geprüft
Dr.-Ing. J. Diener



LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Schnittgrößen max my [kNm/m]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): -328,40/123,13 [kNm/m]
Berechnung in den Elementknoten
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Maßstab: 1: 150

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH



LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Schnittgrößen q_r [kN/m]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): 5,87/5055,75 [kN/m]
Berechnung in den Elementknoten
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Maßstab: 1:150

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

geprüft
Dr.-Ing. J. Diener



Pos. F.002(5.1)

Querkrafttragfähigkeit

Position: F.002

Plattendicke $h = 0,3$ in m
statische Höhe $d = 0,255$ in m

Beton = C30/37 N/mm²

vorhandene Bewehrung $A_{sI} = 11,31$ cm²/m

Eurocode 2: DIN EN 1992-1-1 mit Nationalem Anhang

6.2.2 Bauteile ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung

(1) Der Bemessungswert für den Querkraftwiderstand $V_{Rd,c}$ darf ermittelt werden mit:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0,12 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \quad (6.2a)$$

mit einem Mindestwert

$$V_{Rd,c} = (v_{min} + 0,12 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \quad (6.2b)$$

Dabei ist

$$C_{Rd,c} = (0,15 / \gamma_c);$$

f_{ck} die charakteristische Betonfestigkeit [N/mm²];

$$k = 1 + \sqrt{200 / d} \leq 2,0 \text{ mit } d \text{ [mm];}$$

$$\rho_1 = A_{sI} / (b_w \cdot d) \leq 0,02;$$

A_{sI} die Fläche der Zugbewehrung, die mindestens $(l_{bd} + d)$ über den betrachteten Querschnitt hinaus geführt wird (siehe Bild 6.3);

b_w die kleinste Querschnittsbreite innerhalb der Zugzone des Querschnitts [mm];

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c < 0,2f_{cd} \quad [\text{N/mm}^2];$$

Betonzugspannungen σ_{cp} sind in den Gleichungen (6.2) negativ einzusetzen.

N_{Ed} die Normalkraft im Querschnitt infolge Lastbeanspruchung oder Vorspannung [N] ($N_{Ed} > 0$ für Druck). Der Einfluss von Zwang auf N_{Ed} darf vernachlässigt werden;

A_c die Betonquerschnittsfläche [mm²];

$$v_{min} = (0,0525 / \gamma_c) \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} \text{ für } d \leq 600 \text{ mm} \quad (6.3aDE);$$

$$v_{min} = (0,0375 / \gamma_c) \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} \text{ für } d > 800 \text{ mm} \quad (6.3bDE);$$

Für $600 \text{ mm} < d \leq 800 \text{ mm}$ darf interpoliert werden.

$V_{Rd,c}$ in [N].

$$V_{rd,c} = \underline{\underline{114 \text{ kN/m}}} \quad \text{Gleichung 6.2a}$$

$$V_{rd,c,min} = \underline{\underline{127 \text{ kN/m}}} \quad \text{Gleichung 6.2b}$$

mit

$$b_w = 1,0 \text{ m}$$

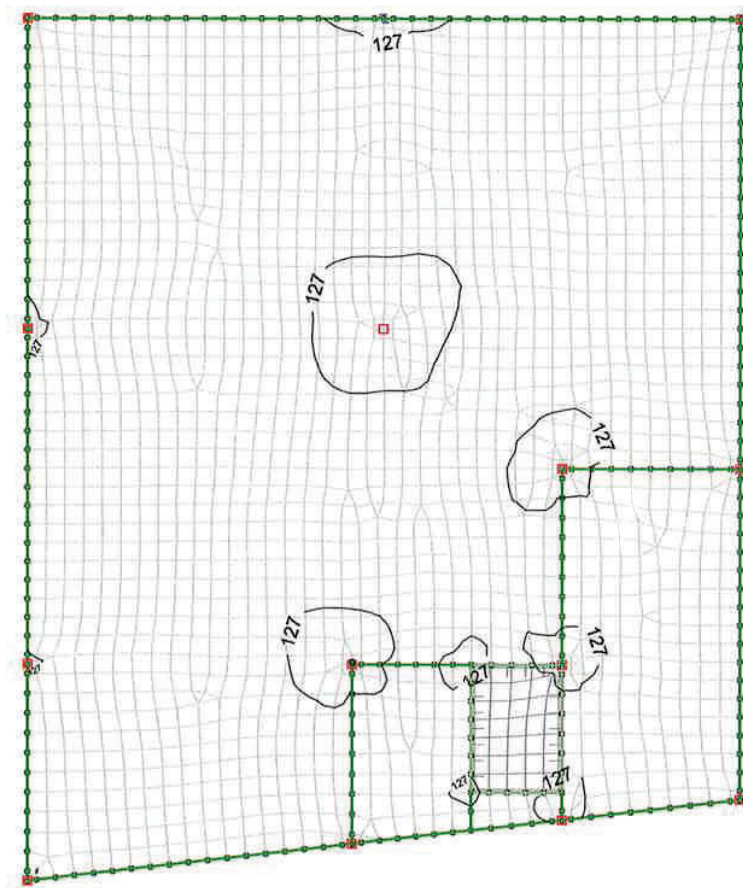
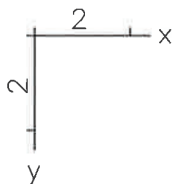
$$\rho_1 = 0,00444$$

$$k = 1,88561489$$



Pos. F.002(5.2)

Schnittgrößen



LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Schnittgrößen q_r [kN/m]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): 5,87/5055,75 [kN/m]
Berechnung in den Elementknoten
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Maßstab: 1:150

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

geprüft
Dr.-Ing. J. Diener

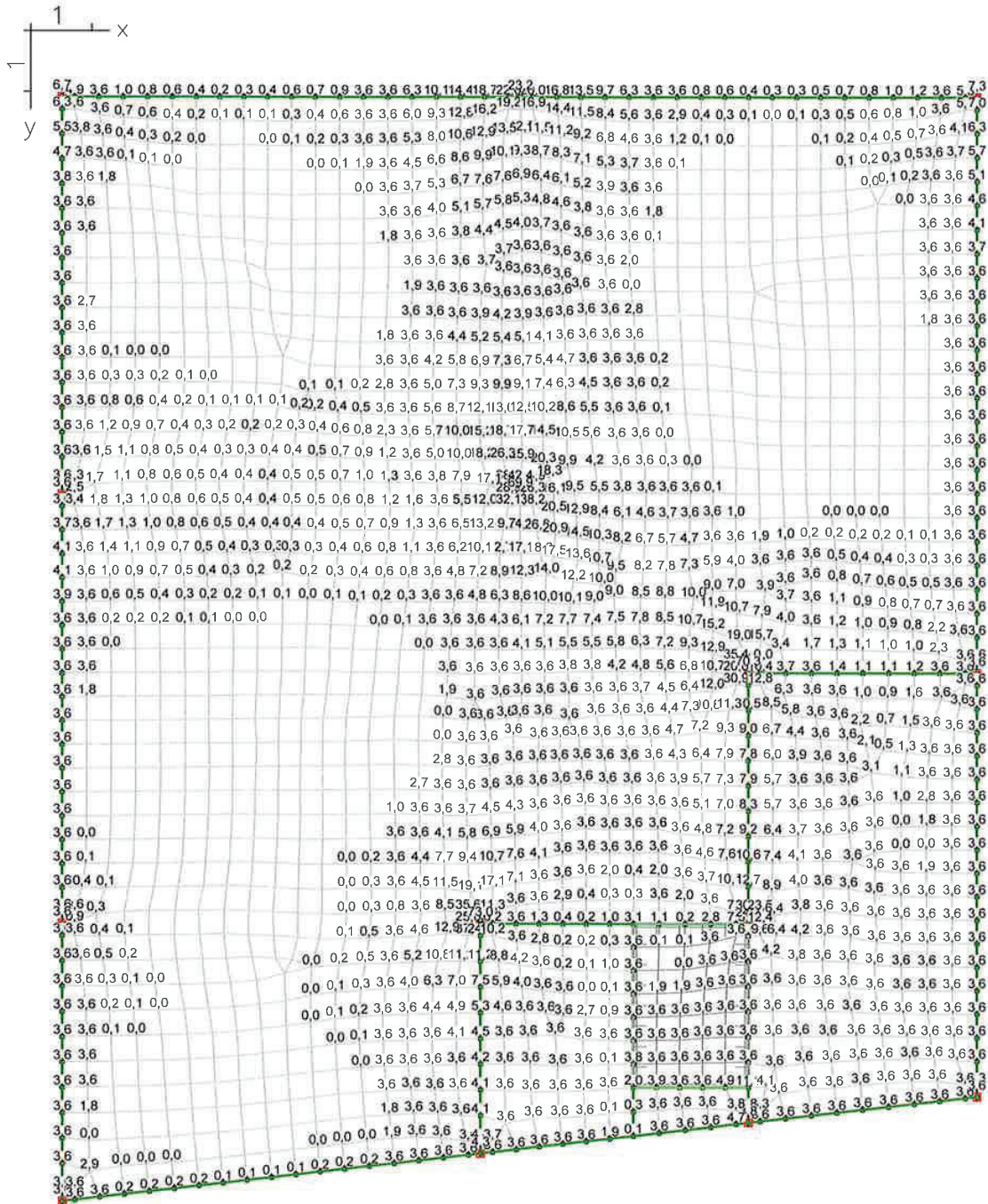


Bemessung Decke



Pos. F.002(6)

Bemessung Decke



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1

Biegebewehrung asx 1. Lage in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 3,3 t

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/14,28 [cm²/m]

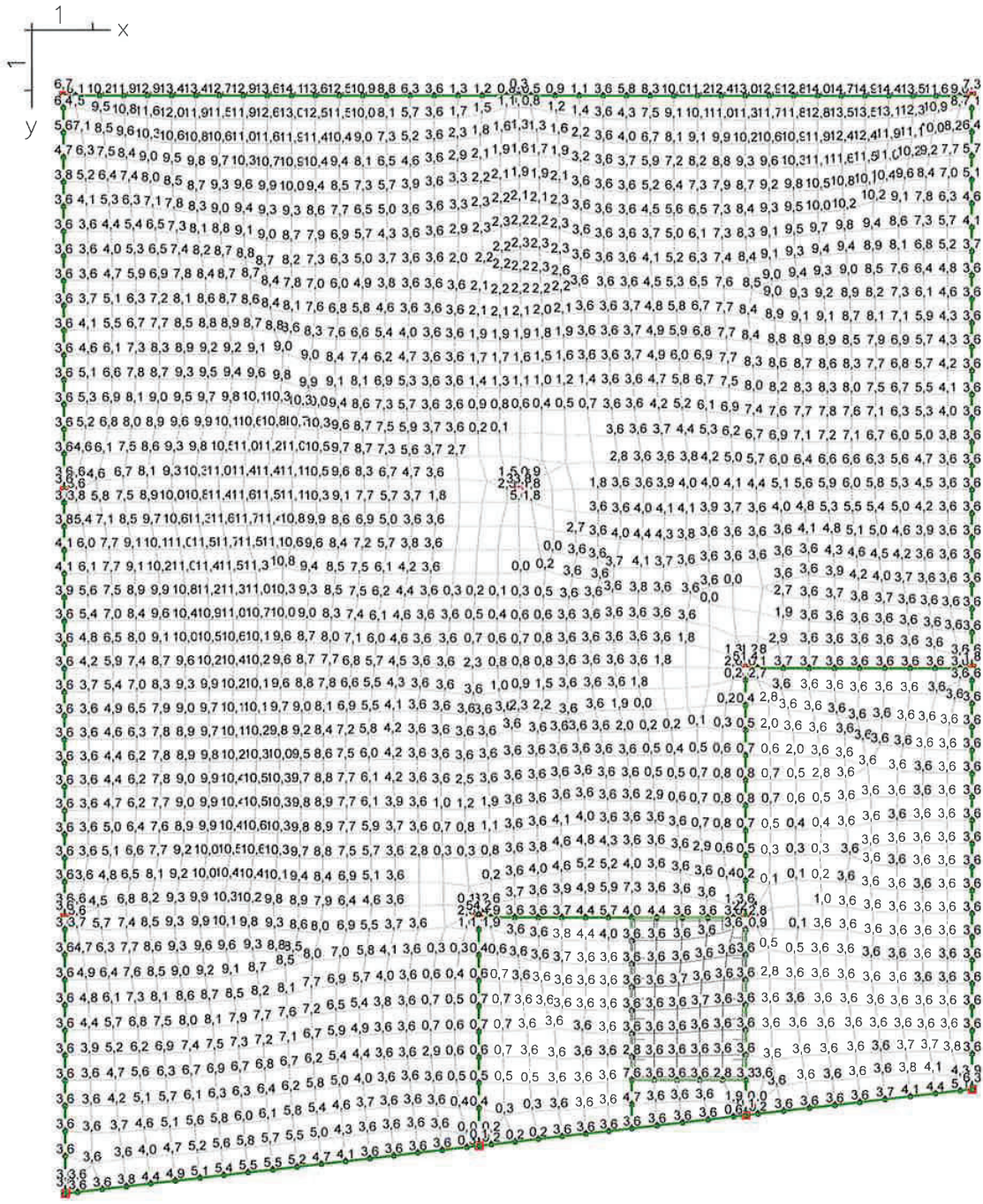
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Lastsummen

20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Maßstab: 1: 104

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

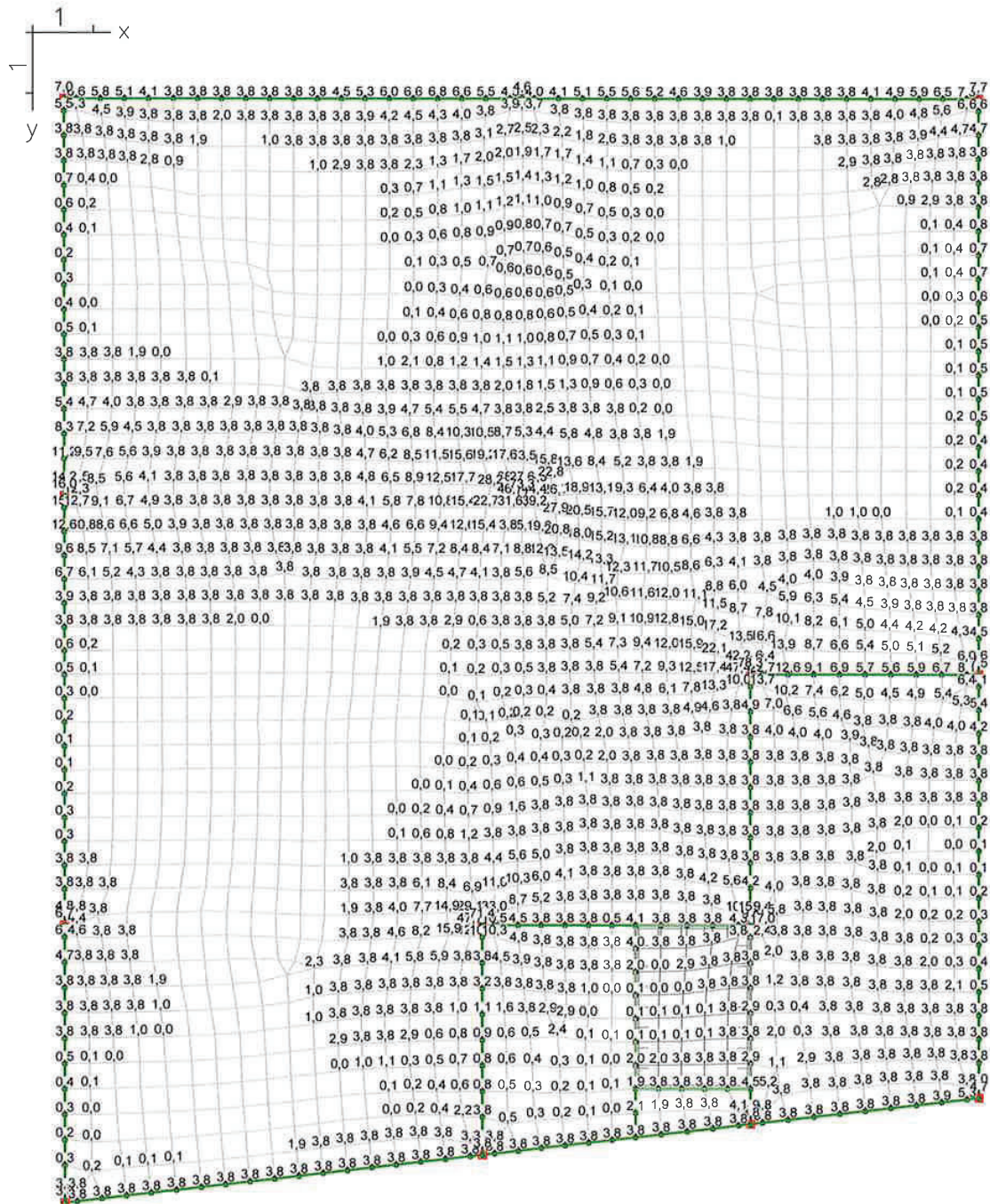


LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 2. Lage in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 3,3 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/111,48 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Maßstab: 1:104

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

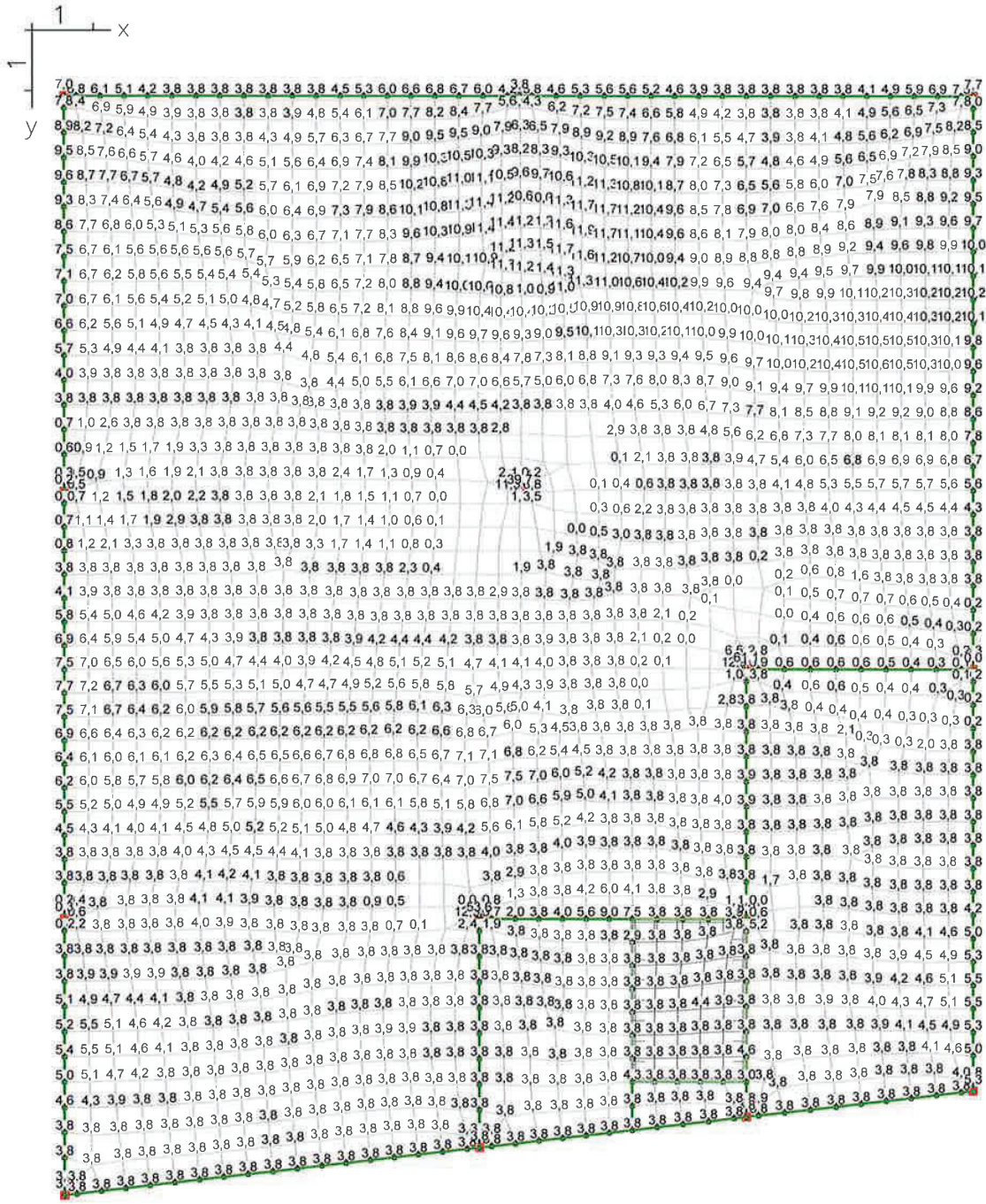
geprüft
Dr.-Ing. J. Dierner



LFK DIN1992:MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung a_s 1. Lage in cm^2/m , Gesamtgew. aus Bemessung: 3,3 t
Wertebereich (Gesamtsummen, min/max): 0,00/154,02 [cm^2/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung
Lastsummen
20240588 LPH4 Gründung-UG_MC 27-11-25

Maßstab: 1:104

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

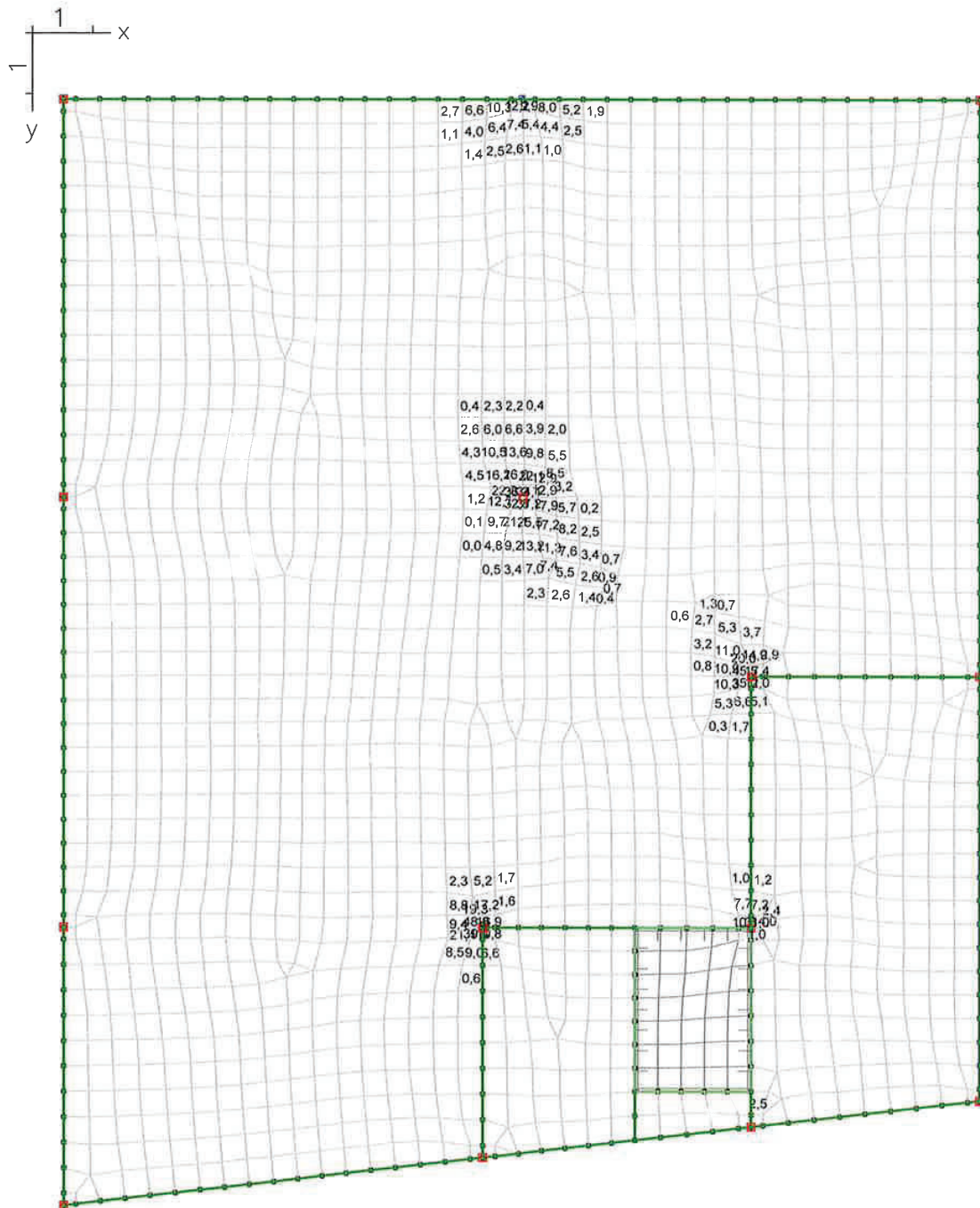


LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 2. Lage in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 3,3 t
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/126,03 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Maßstab: 1:104

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

geprüft
Dr.-Ing. J. Diener



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 1. Lage in cm^2/m , Gesamtgew. aus Bemessung: 3,3 t
Ergebnisse nach Abzug von $\text{asx} = 9,05 \text{ cm}^2/\text{m}$
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Bewehrung oben X

Grundbewehrung

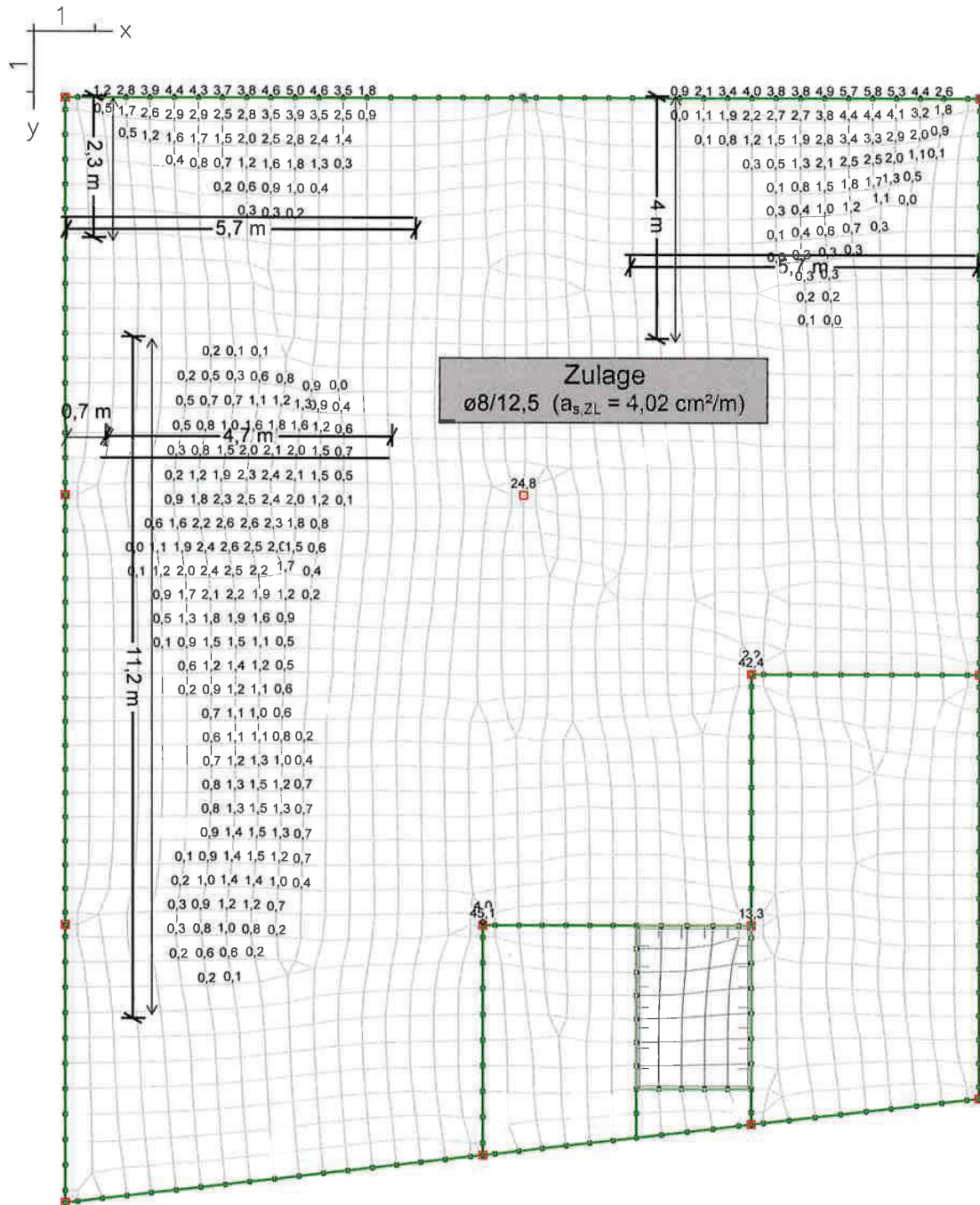
F.002

$\phi 12/12,5 \# (a_s = 9,05 \text{ cm}^2/\text{m})$

Maßstab: 1: 104

c) InfoGraph GmbH

geprüft
Dr.-Ing. J. Diener



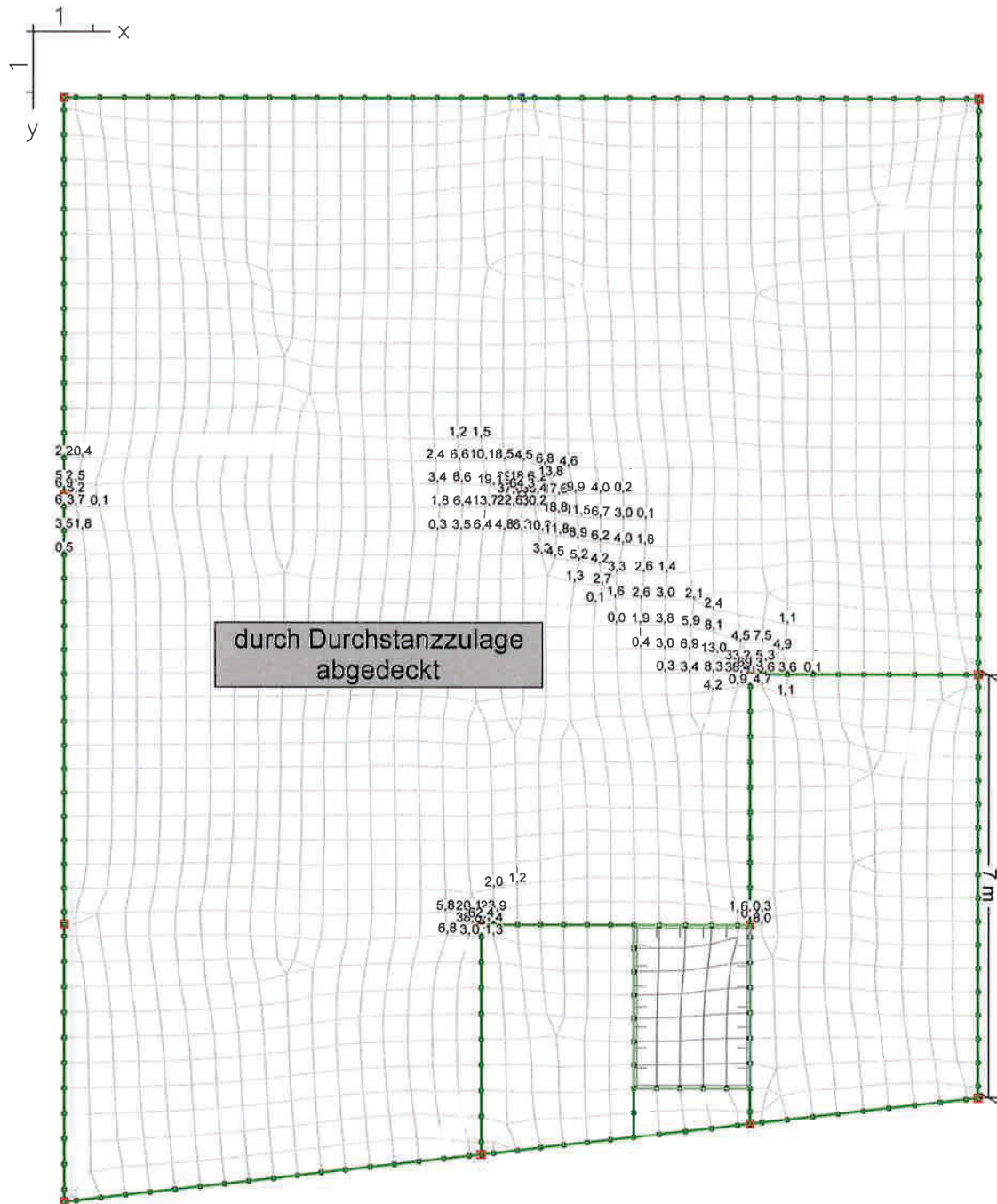
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung a_{sx} 2. Lage in cm^2/m , Gesamtgew. aus Bemessung: 3,3 t
Ergebnisse nach Abzug von $a_{sx} = 9,05 \text{ cm}^2/\text{m}$
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Bewehrung unten X
Grundbewehrung
F.002
 $\phi 12/12,5 \# (a_s = 9,05 \text{ cm}^2/\text{m})$

Maßstab: 1:104

c) InfoGraph GmbH

geprüft
Dr.-Ing. J. Diener



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 1. Lage in cm^2/m , Gesamtgew. aus Bemessung: 3,3 t
Ergebnisse nach Abzug von $\text{asy} = 9,05 \text{ cm}^2/\text{m}$
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Bewehrung oben Y

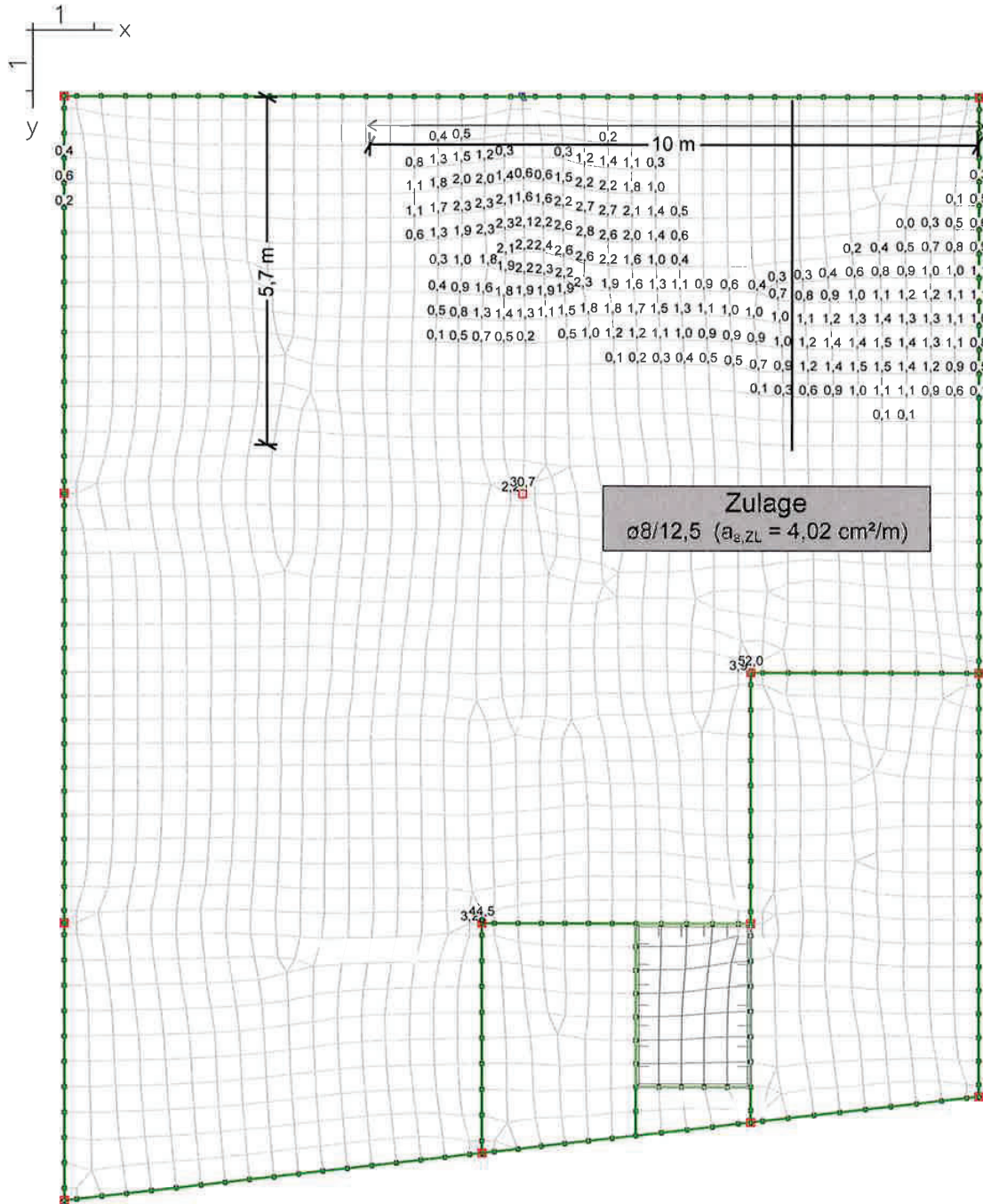
Grundbewehrung

F.002

$\phi 12/12,5 \# (a_s = 9,05 \text{ cm}^2/\text{m})$

Maßstab: 1: 104

c) InfoGraph GmbH



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 2. Lage in cm²/m, Gesamtgew. aus Bemessung: 3,3 t
Ergebnisse nach Abzug von asy = 9,05 cm²/m
Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Bewehrung unten Y

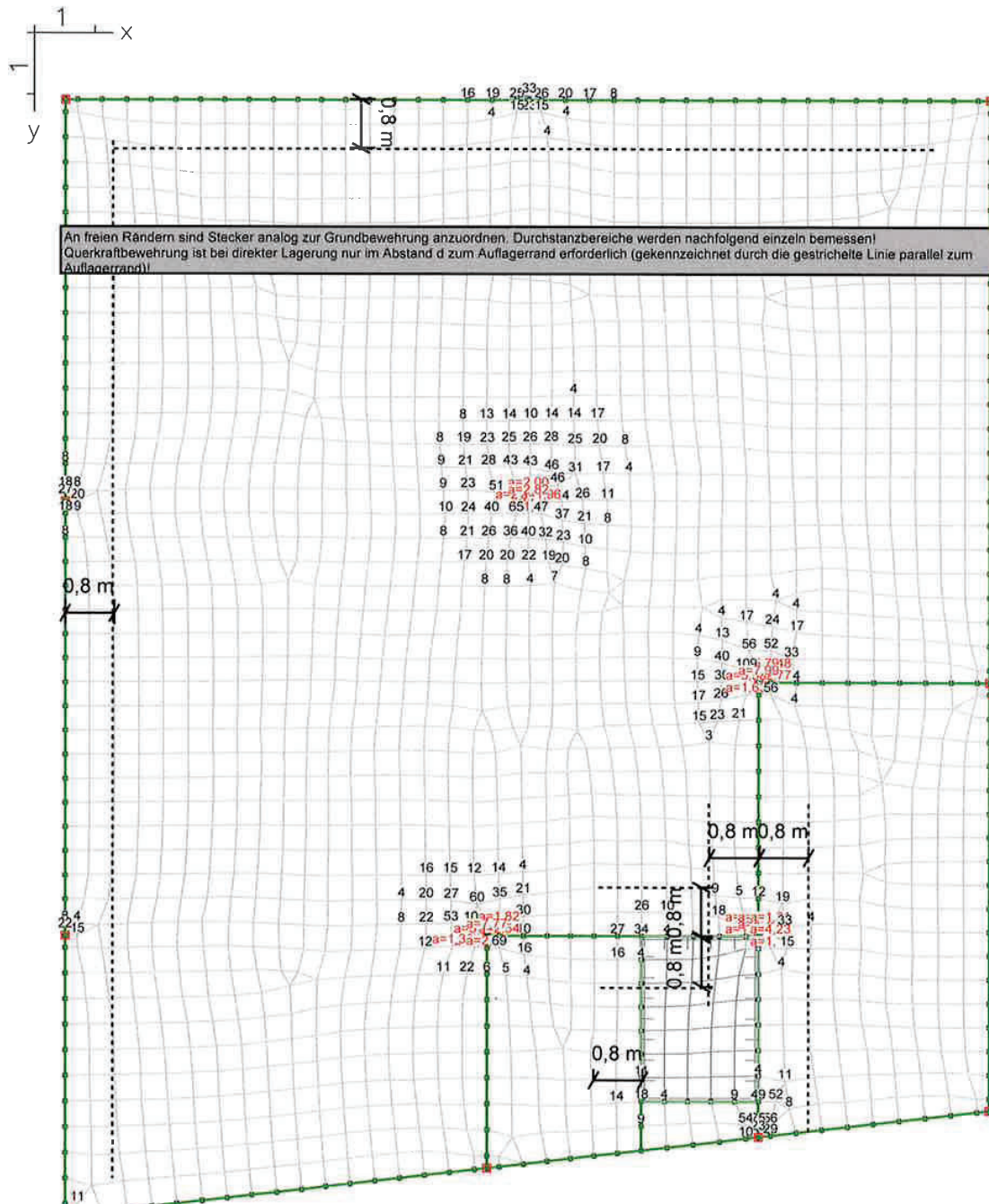
Grundbewehrung

F.002

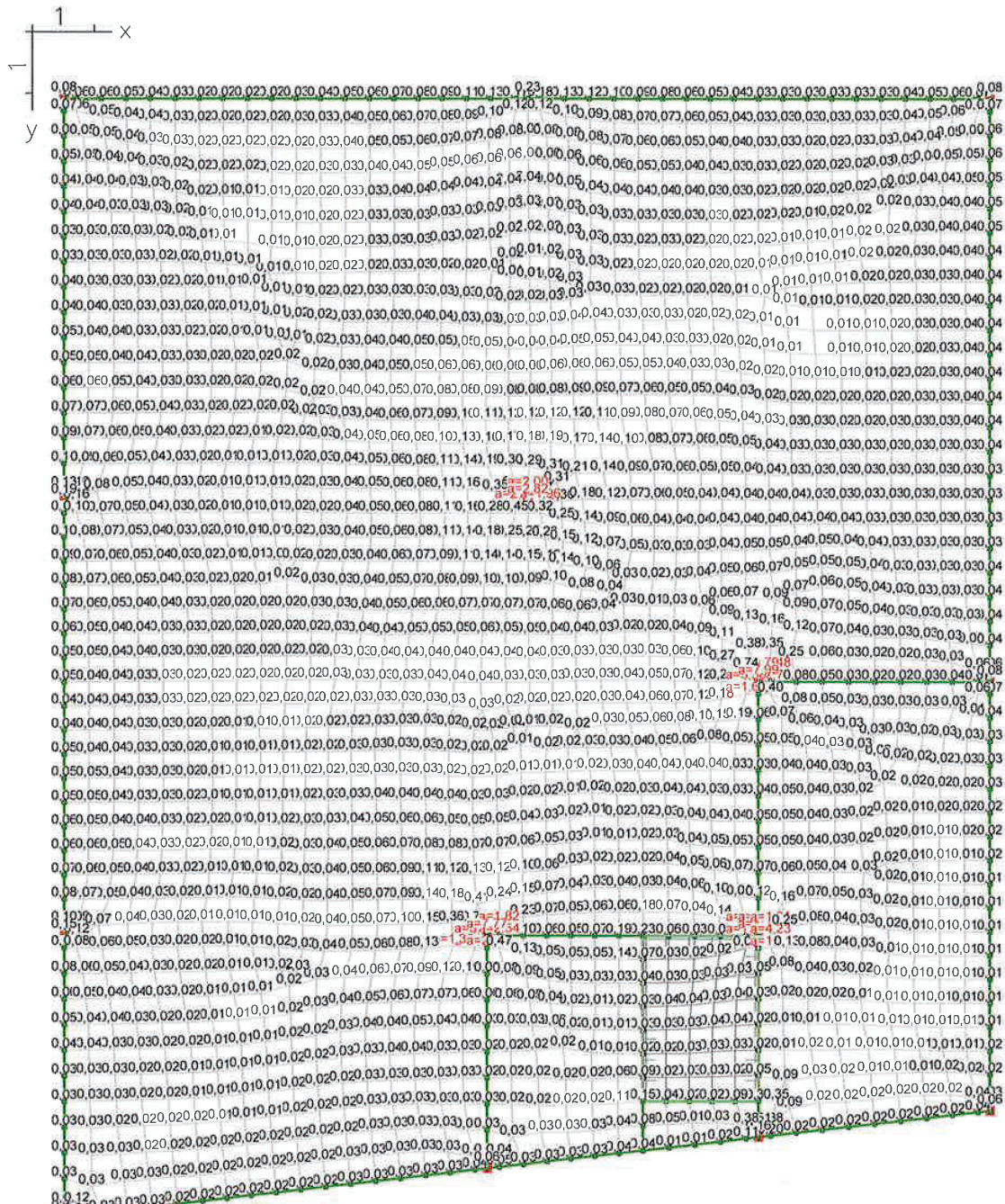
ø12/12,5 # (a_s = 9,05 cm²/m)

Maßstab: 1:104

c) InfoGraph GmbH



Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist an 65 Stellen unzureichend ($\alpha > 1$).



Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist an 65 Stellen unzureichend ($\alpha > 1$).

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1

$q_r/v_{Rd,max}$ [-]

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/7,99 [-]

Berechnung in den Elementknoten, gemittelte Werte in Darstellung

Lastsummen

20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Maßstab: 1: 104

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

geprüft
Dr.-Ing. J. Diener

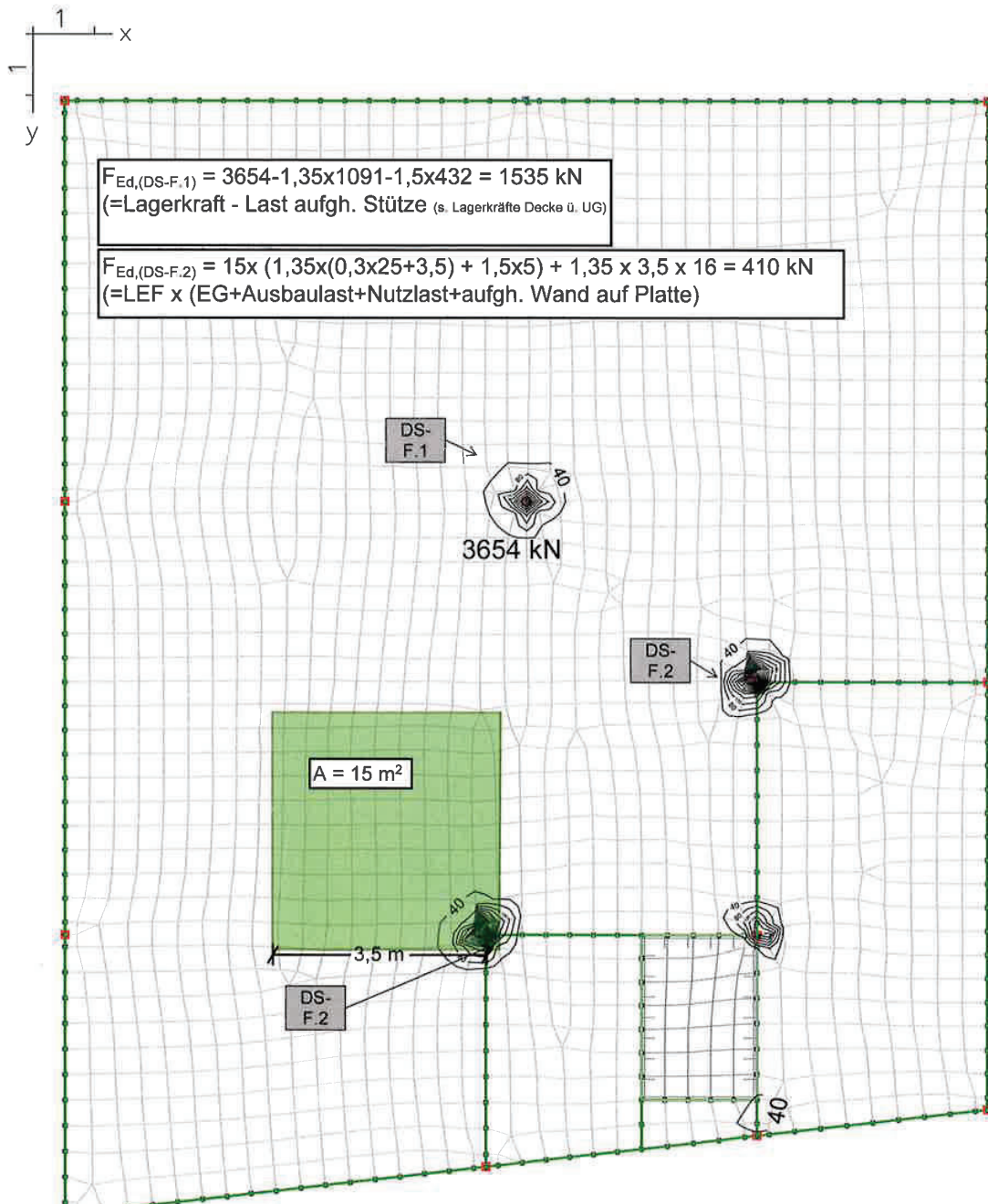


Durchstanzen



Pos. F.002(7)

Durchstanzen



Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist an 65 Stellen unzureichend ($\alpha > 1$).

LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): 0,00/581,41 [cm²/m²]
Berechnung in den Elementknoten
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Maßstab: 1:104

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH



Pos. DS-F.1(d)

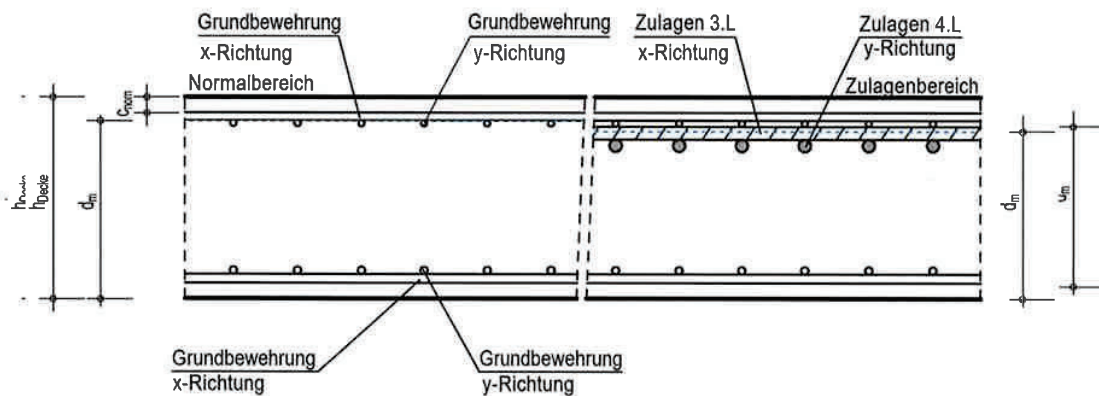
Durchstanzen-innerer Hebelarm

Innerer Hebelarm - Durchstanznachweise

Gründung Typ DS-F.1

Vorwort:

Nachfolgend wird der innere Hebelarm für die Durchstanznachweise ermittelt. Bei der Berechnung wird der Schwerpunkt der mehrlagigen Bewehrung unter Berücksichtigung des gewählten Zulagenquerschnittes berücksichtigt.



System:

$h_{\text{Decke}} =$	30 cm
$c_{\text{nom,o}} =$	2,5 cm

Gewählte Bewehrung

	Ø	Abstand [cm]	a_s - Lage x	d_i [cm]	$h - d_i$
1. Lage GB:	12	/ 12,5	9,05	3,1 cm	26,9 cm
2. Lage GB:	12	/ 12,5	9,05	4,3 cm	25,7 cm
3. Lage Zul. 1:	20	/ 9	34,91	5,9 cm	24,1 cm
4. Lage Zul. 1:	20	/ 9	34,91	7,9 cm	22,1 cm

Ergebnis:

$d_m =$	23,76 cm
$A_{s,\text{ges}} =$	43,95 cm ² /m



Pos. DS-F.1(nw)

Durchstanznachweise

Halben HDB Durchstanzbewehrung gemäß Europäisch technischer Bewertung ETA-12/0454 und Leviat Leistungserklärung H-09-12/0454-1/1.

Halben Bemessungsprogramm HDB, Version 13.80 – Bemessungsgrundlagen: Eurocode 2 sowie ergänzende Regelungen des EOTA TR 060. (Deutschland: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04+A1:2015-12)

Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene Halben-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Bemerkung: Achse E/6

DS-F.1

Durchstanznachweis für Rechteckstütze im Innenbereich (Ortbetonplatte)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	=	1535,0 kN	1,5, da kein zusammenhängender Rundschnitt mehr möglich	
Lasterhöhungsfaktor	β	=	1,50		
Plattendicke	h	=	30 cm		
statische Nutzhöhe	d	=	23,8 cm		
Stützenbreite	b	=	110 cm		
Stützenbreite	a	=	110 cm		
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o} / c_{nom,u}$	=	2,5 cm / 3,5 cm		
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		=	C30/37 / B500 / B500		
Flächenbewehrung	a_{sx}	=	44,0 cm ² /m ($\rho_x = 1,85 \%$)		
Flächenbewehrung	a_{sy}	=	44,0 cm ² /m ($\rho_y = 1,85 \%$)		
Längsbewehrungsgrad	ρ_l	=	1,85 % < 1,95 %		
Öffnungen [cm]:					
	n	$d_{x,n}$	$d_{y,n}$	$x_{s,n}$	$y_{s,n}$
	1	25	15	90	0

am kritischen Rundschnitt u_1

bezogener Stützenumfang	u_0 / d	=	12
u_1		=	584,7 cm
$k = \min \{ 1 + \sqrt{200/d[\text{mm}]} ; 2 \}$		=	1,92
Vorfaktor für $v_{Rd,c,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	$C_{Rd,c}$	=	0,12
$v_{Rd,c,1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$		=	877,18 kN/m ²
$v_{Rd,c,2} = v_{min} = 0,0525 / \gamma_c \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		=	508,7 kN/m ²
$V_{Rd,c} = \max \{ v_{Rd,c,1}; v_{Rd,c,2} \} \cdot u_1 \cdot d = 1220,6 \text{ kN} < 2302,5 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$			
$V_{Rd,max} = 1,96 \cdot V_{Rd,c} = 2392,4 \text{ kN} > 2302,5 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$			

am äußeren Rundschnitt u_{out}

$u_{out, req} = 999,8 \text{ cm} < 1090 \text{ cm} = u_{out, prov}$			
$l_{s, req} = 78,6 \text{ cm} < 93,5 \text{ cm} = l_{s, prov}$			
$\beta_{red} = \max \{ \beta / (1,2 + \beta \cdot l_{s, prov} / (40 \cdot d)) ; 1,1 \}$		=	1,11
Vorfaktor für $v_{Rd,c,out,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	$C_{Rd,c,out}$	=	0,10
$v_{Rd,c,out,1} = C_{Rd,c,out} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$		=	730,98 kN/m ²
$v_{Rd,c,out,2} = v_{min} = 0,0525 / \gamma_c \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		=	508,7 kN/m ²
$V_{Rd,c,out} = \max \{ v_{Rd,c,out,1}; v_{Rd,c,out,2} \} \cdot u_{out, prov} \cdot d = 1896,2 \text{ kN} > 1708,9 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta_{red}$			

Ankerdurchmesser d_A :	12 mm	14 mm	16 mm	20 mm	25 mm
Bereich C :	49	36	28	18	12

Gewählt:	innen :	HDB-14/245-2/340 (85/170/85), Montageleiste oben
	außen :	2 x HDB-14/245-2/340 (85/170/85), Montageleiste oben

Anzahl der Kombinationen pro Stütze $m_c = 20$ Anzahl der Stützen = 1



$$V_{Rd,sy} = m_C \cdot n_C \cdot d_A^2 / 4 \cdot \pi \cdot f_{yd} / \eta = 2579,2 \text{ kN} > 2302,5 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta \quad (\eta = 1,04)$$

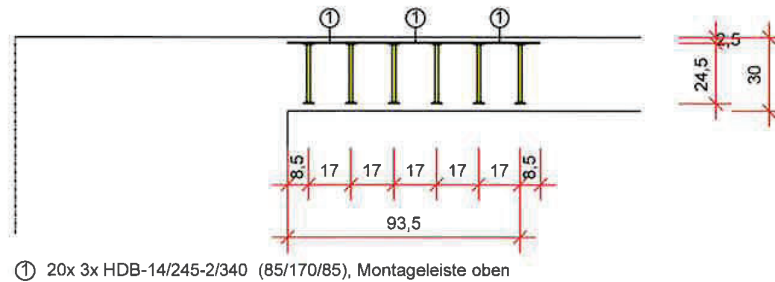
Elementabstand innen / außen = 26,7 cm / 79,9 cm

Hinweis: Für die Abreißbewehrung ist DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 zu berücksichtigen:
 $A_s = V_{Ed} / (1,4 \cdot f_{yk}) = 21,9 \text{ cm}^2$

Verlegebereich

Schnitt

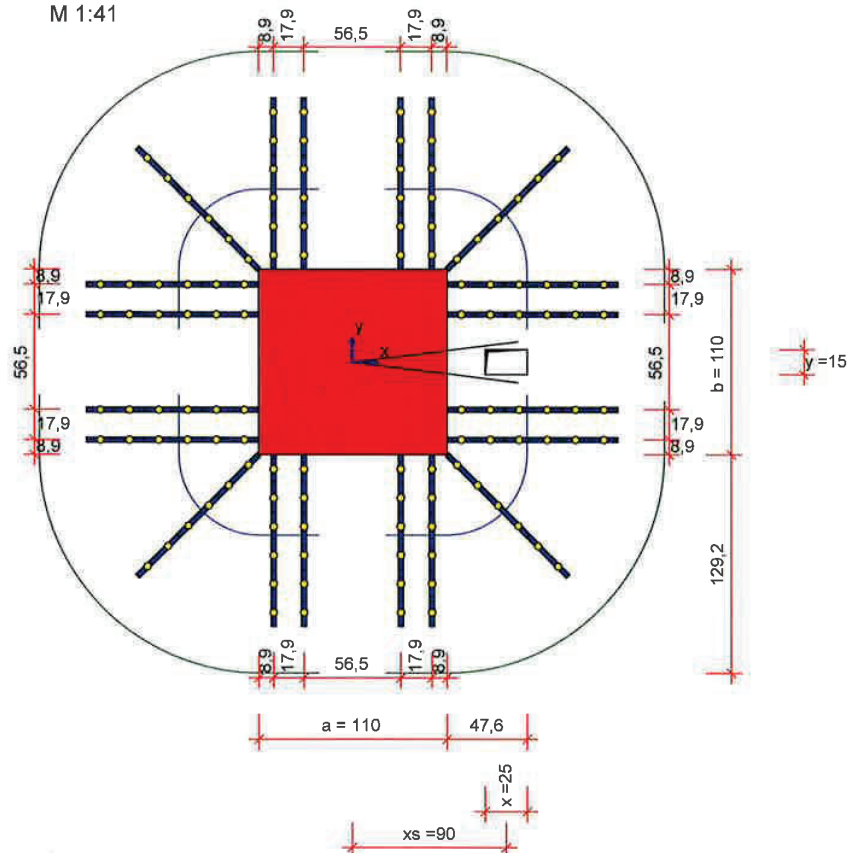
M 1:27



[cm]

Grundriss

M 1:41



Mindeststablängen: $l_{bar,min,x} = 416 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; $l_{bar,min,y} = 416 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; l_{bd} Bemessungswert Verankerungslänge
 Mindeststablänge wurde nach Heft 600 (2. Auflage 2020) ermittelt.

Hinweis: Aus anderen Nachweisen können sich größere erforderliche Mindeststablängen ergeben.



Pos. DS-F.2(d)

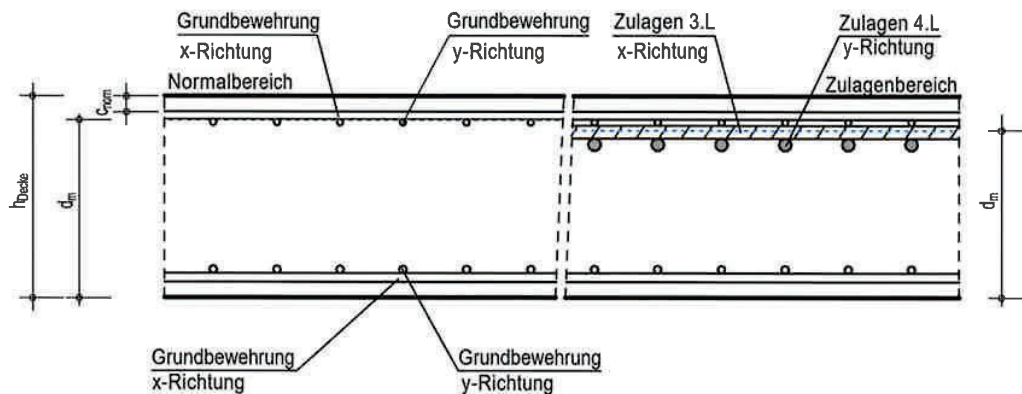
Durchstanzen-innerer Hebelarm

Innerer Hebelarm - Durchstanznachweise

Gründung Typ DS-F.2

Vorwort:

Nachfolgend wird der innere Hebelarm für die Durchstanznachweise ermittelt. Bei der Berechnung wird der Schwerpunkt der mehrlagigen Bewehrung unter Berücksichtigung des gewählten Zulagenquerschnittes berücksichtigt.



System:

$h_{\text{Decke}} =$	30 cm
$c_{\text{nom,o}} =$	2,5 cm

Gewählte Bewehrung

	Ø	Abstand [cm]	a_s - Lage x	d_i [cm]	$h - d_i$
1. Lage GB:	12	/ 12,5	9,05	3,1 cm	26,9 cm
2. Lage GB:	12	/ 12,5	9,05	4,3 cm	25,7 cm
3. Lage Zul. 1:	20	/ 10	31,42	5,9 cm	24,1 cm
4. Lage Zul. 1:	20	/ 10	31,42	7,9 cm	22,1 cm

Ergebnis:

$d_m =$	23,82 cm
$A_{s,\text{ges}} =$	40,46 cm ² /m



Pos. DS-F.2(nw)

Durchstanznachweise

Halben HDB Durchstanzbewehrung gemäß Europäisch technischer Bewertung ETA-12/0454 und Leviat Leistungserklärung H-09-12/0454-1/1.

Halben Bemessungsprogramm HDB, Version 13.80 – Bemessungsgrundlagen: Eurocode 2 sowie ergänzende Regelungen des EOTA TR 060. (Deutschland: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04+A1:2015-12)

Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene Halben-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Bemerkung: Achse F/6

DS-F.2

Durchstanznachweis für Innenecke (Ortbetonplatte)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	=	410,0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β	=	1,20
Plattendicke	h	=	30 cm
statische Nutzhöhe	d	=	23,8 cm
Wanddicke	b	=	35,7 cm
Einflussbreite	a	=	35,7 cm
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o} / c_{nom,u}$	=	2,5 cm / 3,5 cm
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		=	C30/37 / B500 / B500
Flächenbewehrung	a_{sx}	=	40,5 cm ² /m ($\rho_x = 1,70 \%$)
Flächenbewehrung	a_{sy}	=	40,5 cm ² /m ($\rho_y = 1,70 \%$)
Längsbewehrungsgrad	ρ_l	=	1,70 % < 1,95 %

Prof. Dr. J. Diener
Wanddicke

am kritischen Rundschnitt u_1

Rundschnittführung analog Innenstütze
bezogener Stützenumfang

u_0 / d	=	6
	=	146,2 cm
	=	1,92
$C_{Rd,c}$	=	0,12
	=	853,29 kN
	=	508,7 kN

$$V_{Rd,c} = \max \{ v_{Rd,c,1}; v_{Rd,c,2} \} \cdot u_1 \cdot d = 296,8 \text{ kN} < 492,0 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$$

$$V_{Rd,max} = 1,96 \cdot V_{Rd,c} = 581,8 \text{ kN} > 492,0 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$$

am äußeren Rundschnitt u_{out}

$u_{out, req} = 266,5 \text{ cm} < 274,3 \text{ cm} = u_{out, prov}$: Rundschnittführung analog Innenstütze

$$l_{s, req} = 88,5 \text{ cm} < 93,5 \text{ cm} = l_{s, prov}$$

$$\beta_{red} = \max \{ \beta / (1,2 + \beta \cdot l_{s, prov} / (40 \cdot d)); 1,1 \} = 1,10$$

Vorfaktor für $v_{Rd,c,out,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 $C_{Rd,c,out}$

$$v_{Rd,c,out,1} = C_{Rd,c,out} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} = 711,07 \text{ kN/m}^2$$

$$v_{Rd,c,out,2} = v_{min} = 0,0525/\gamma_c \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 508,7 \text{ kN/m}^2$$

$$V_{Rd,c,out} = \max \{ v_{Rd,c,out,1}; v_{Rd,c,out,2} \} \cdot u_{out, prov} \cdot d = 464,3 \text{ kN} > 451,0 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta_{red}$$

Ankerdurchmesser d_A :	12 mm	14 mm	16 mm	20 mm	25 mm
Bereich C:	11	8	6	4	3

Gewählt:	innen:	HDB-14/245-2/340 (85/170/85), Montageleiste oben
	außen:	2 x HDB-14/245-2/340 (85/170/85), Montageleiste oben

Anzahl der Kombinationen pro Stütze $m_C = 5$ Anzahl der Stützen = 1

$$V_{Rd,sy} = m_C \cdot n_C \cdot d_A^2 / 4 \cdot \pi \cdot f_{yd} / \eta = 644,8 \text{ kN} > 492,0 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta (\eta = 1,04)$$

Elementabstand innen / außen = 26,7 cm / 79,9 cm

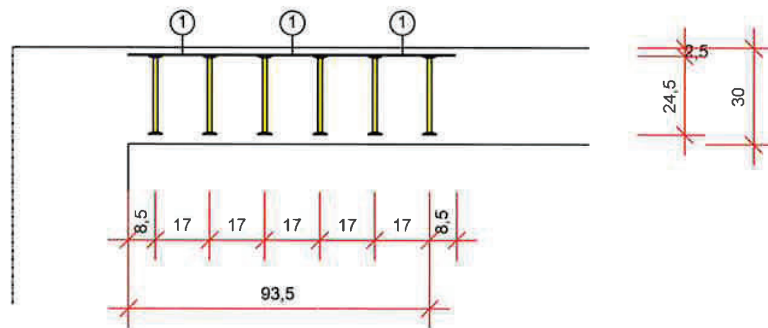


Hinweis: Für die Abreißbewehrung ist DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 zu berücksichtigen:
 $A_s = V_{Ed} / (1,4 \cdot f_{yk}) = 5,9 \text{ cm}^2$

Verlegebereich

Schnitt

M 1:21

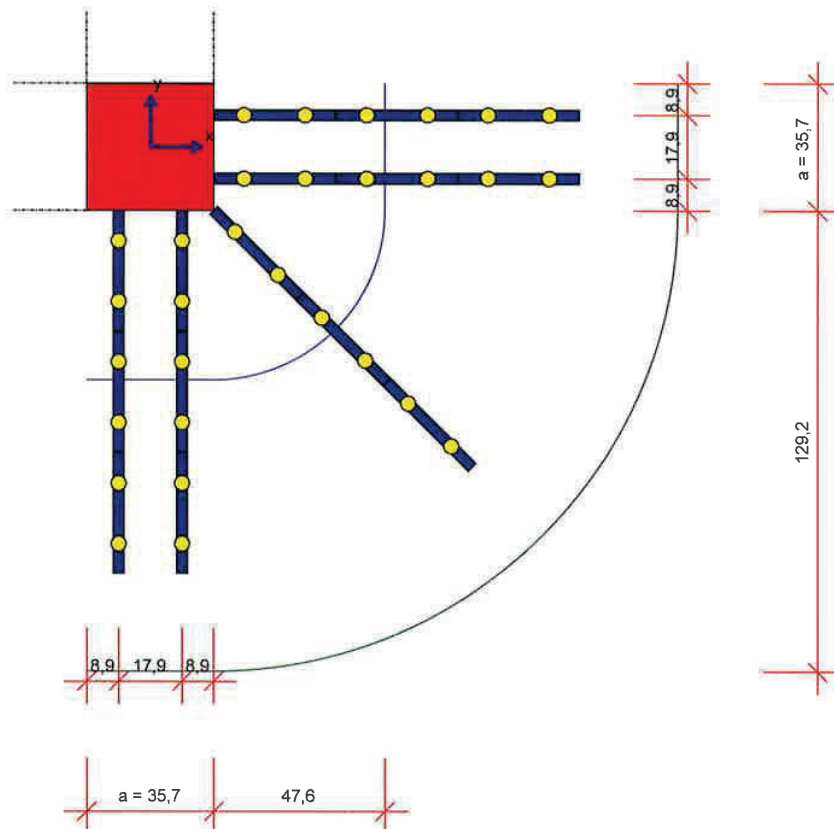


① 5x 3x HDB-14/245-2/340 (85/170/85), Montageleiste oben

[cm]

Grundriss

M 1:20



Mindeststablängen: $l_{bar,min,x} = 188,7 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; $l_{bar,min,y} = 188,7 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; l_{bd} Bemessungswert Verankerungslänge
Mindeststablänge wurde nach Heft 600 (2. Auflage 2020) ermittelt.

Hinweis: Aus anderen Nachweisen können sich größere erforderliche Mindeststablängen ergeben.

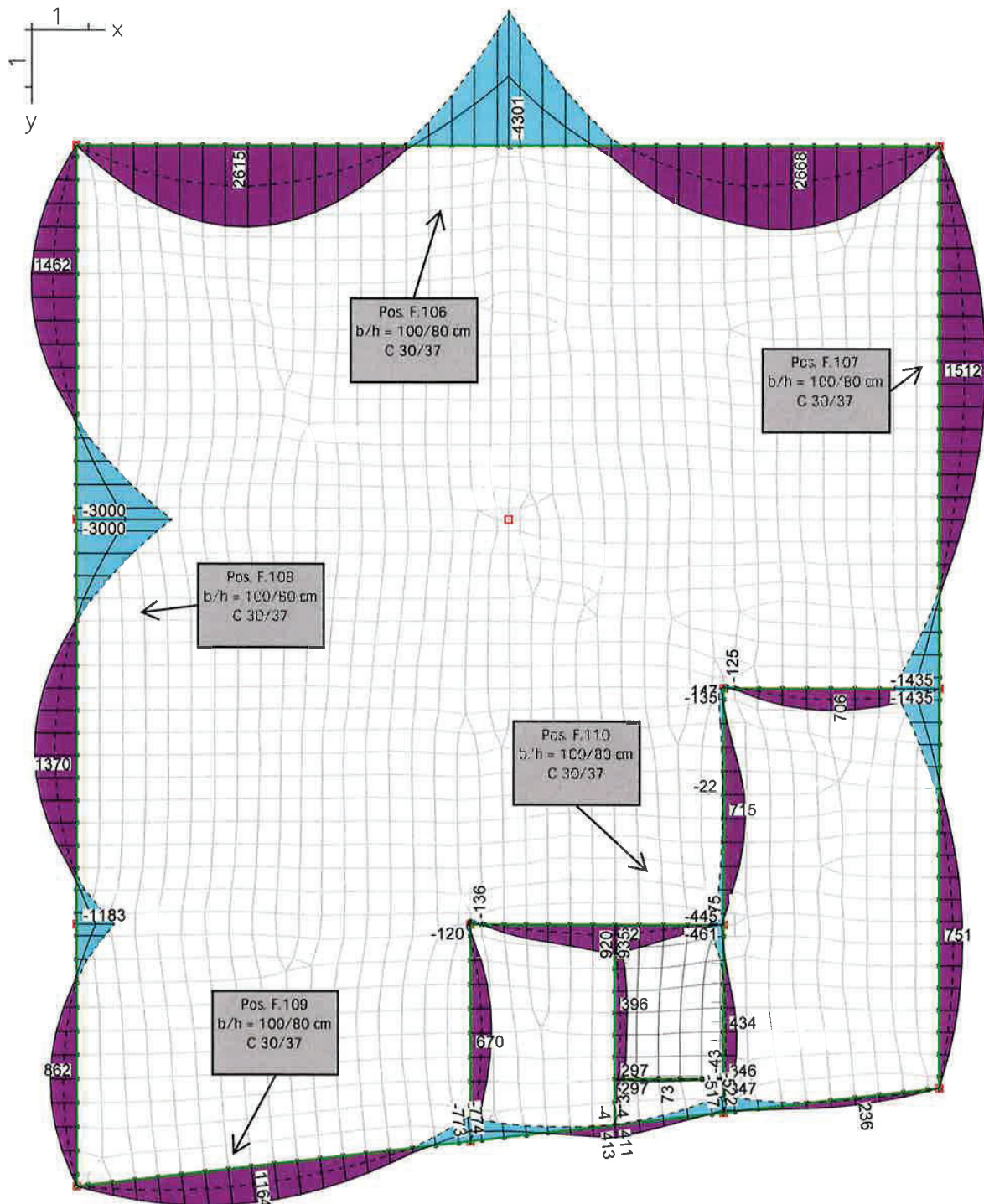
Die Stäbe sind beginnend vom Anschnitt der Wand mindestens $153 \text{ cm} + l_{bd}$ in die Platte zu führen.



Bemessung Balken

Pos. F.002(8)

Bemessung Balken

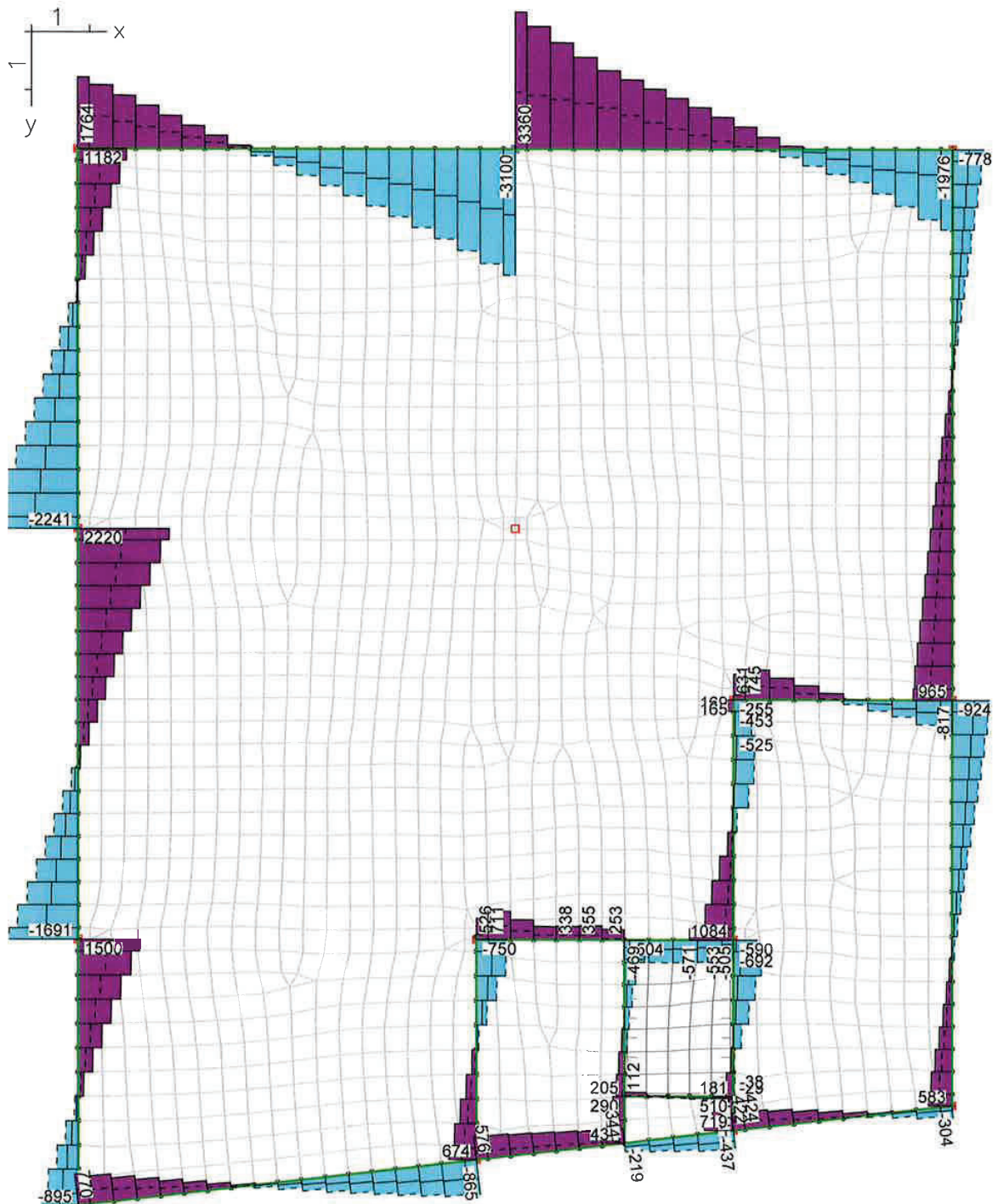


Maßstab: 1:104

LFK DIN 1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Schnittgrößen min,max My. 1897,57 [kNm] = 
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -4301,09/2667,60 [kNm]
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

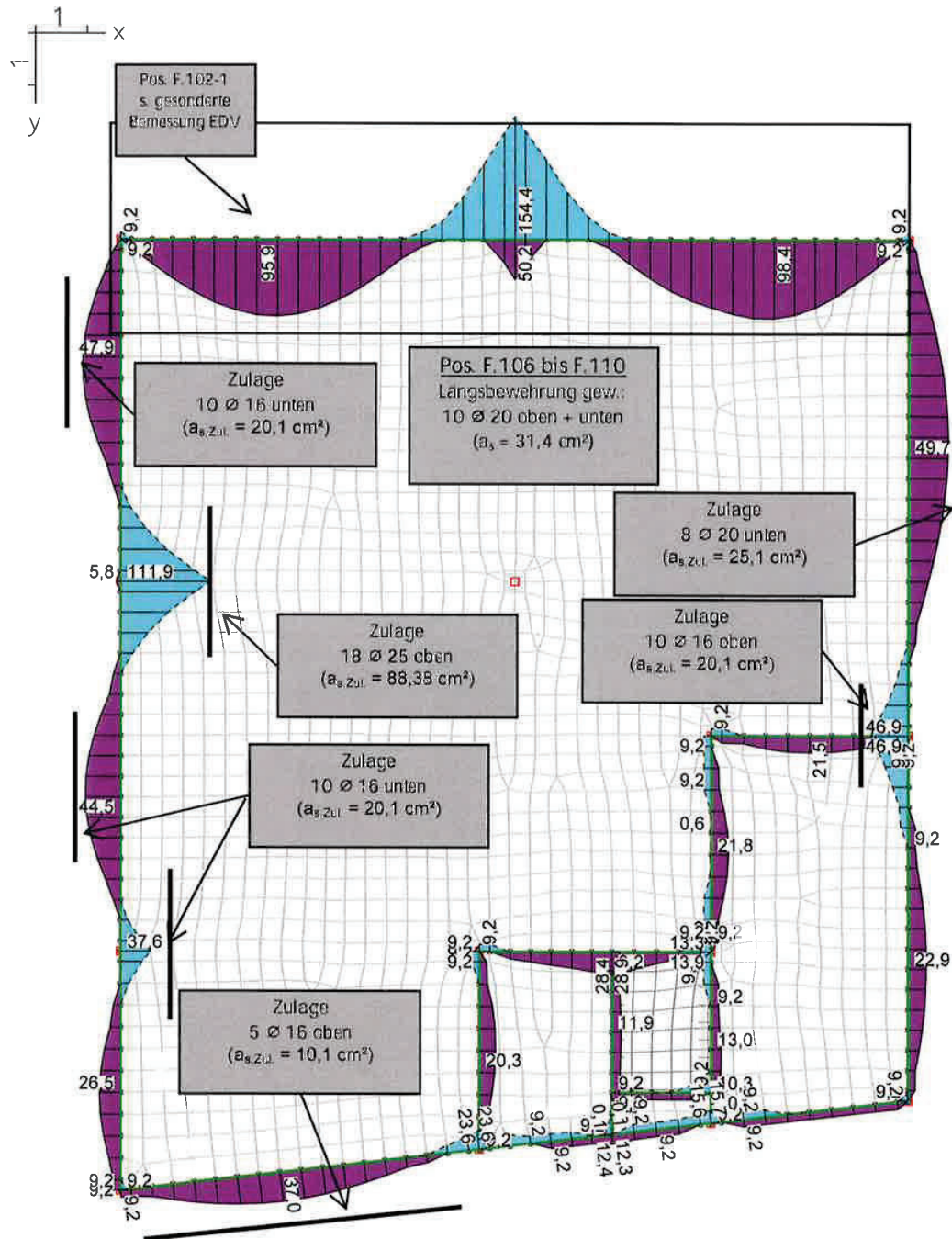
geprüft
Dr.-Ing. J. Diener



LFK DIN1992.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-1-1
Schnittgrößen min,max Qz. 1482,22 [kN] = 
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -3099,71/3359,65 [kN]
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Maßstab: 1: 104

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

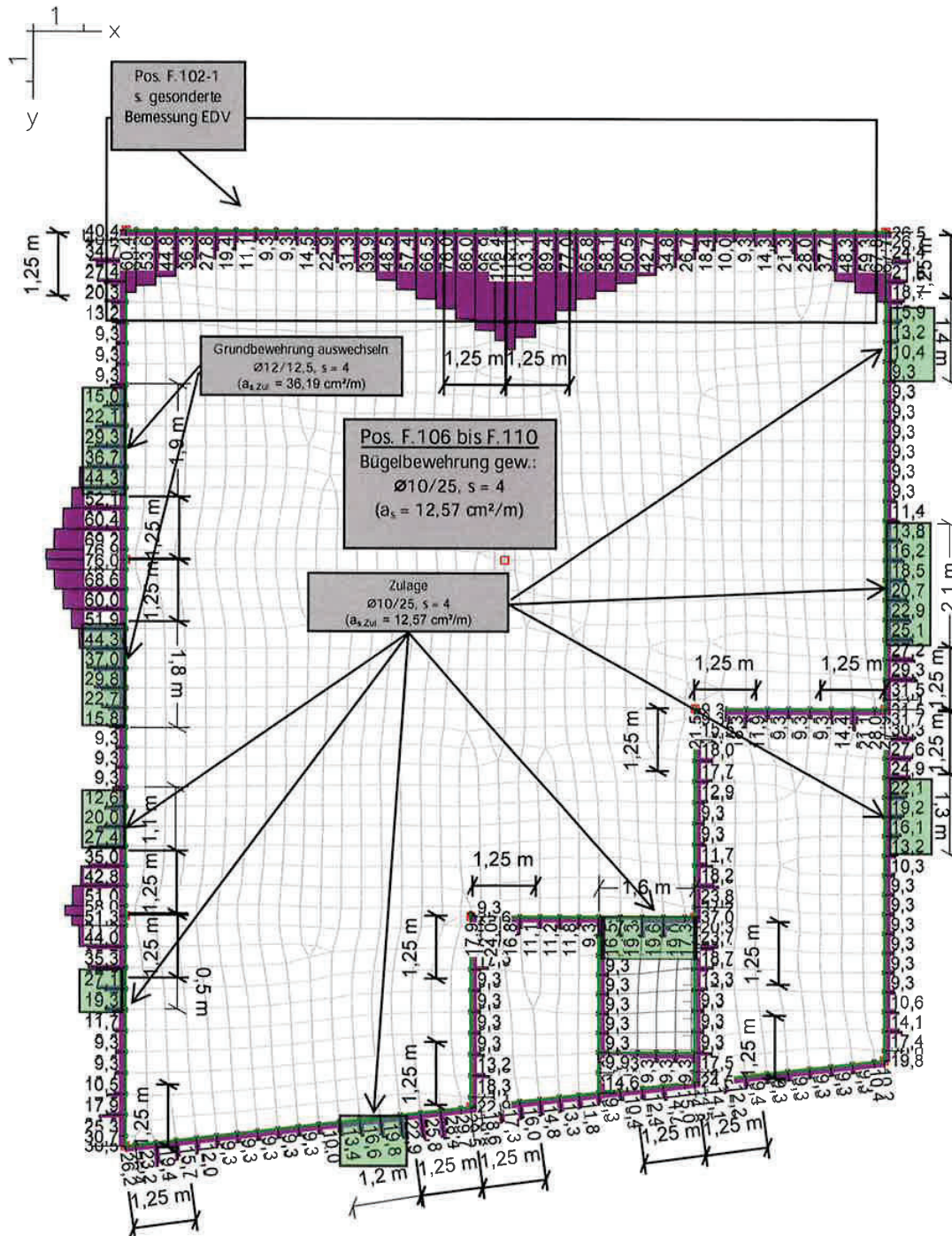


Maßstab: 1:125

LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung, Stahlagen z >= z; z < z (strichliert). 81,74 [cm²] = 
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/154,40 [cm²], Gesamtgew. aus Bemessung: 2,1 t
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

geprüft
Or.-Ing. J. Diener

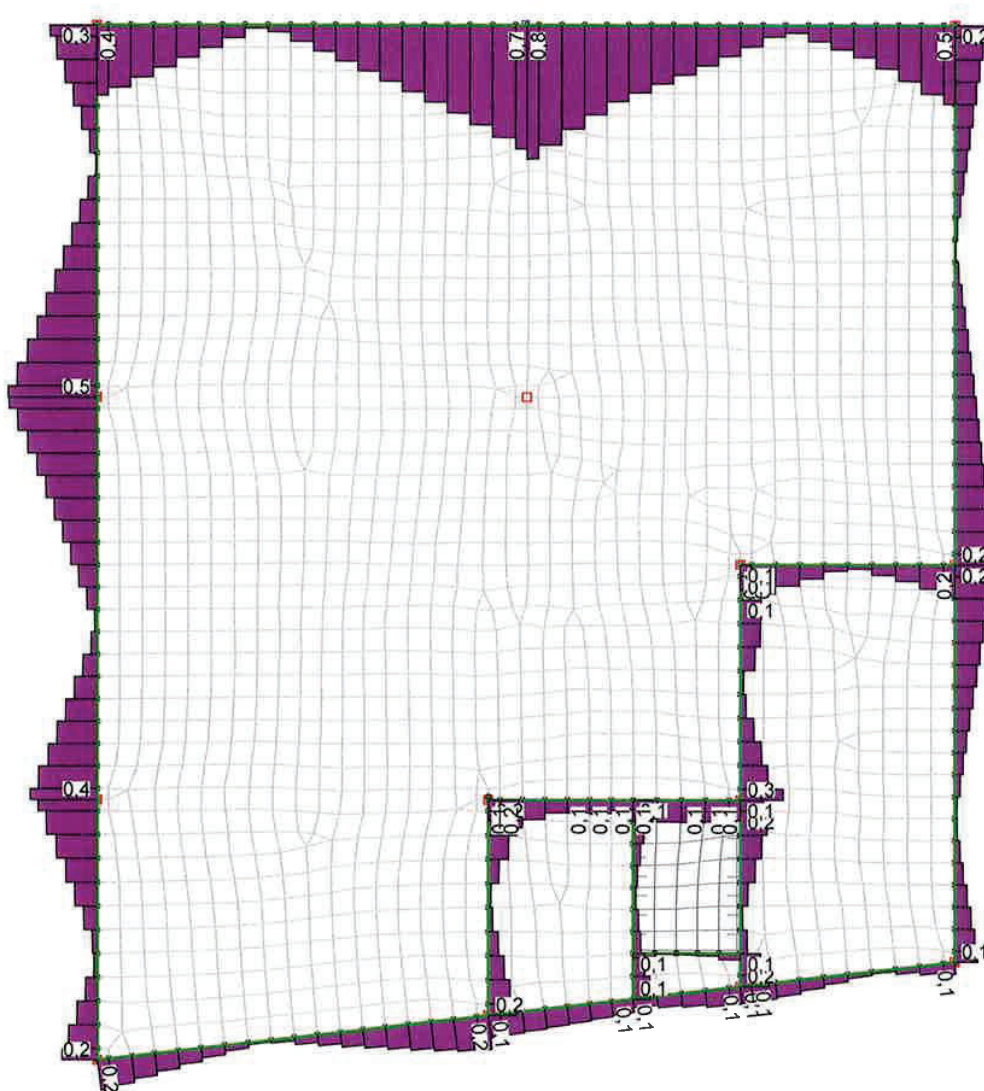
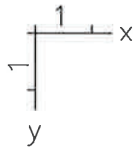


LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
Bügelbewehrung aus Querkraft Qz. 61,06 [cm²/m] = 
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/115,33 [cm²/m]
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Maßstab: 1:125

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

geprüft
Dr.-Ing. J. Diener



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1
 $Q_{z}/VRd,max. 0,42 [-] =$ 
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/0,79 [-]
Lastsummen
20240588_LPH4_Gründung-UG_MC_27-11-25

Maßstab: 1:125

Finite Elemente 25.00 x64 (c) InfoGraph GmbH

geprüft
Dr.-Ing. J. Diener



Pos. F.102-1

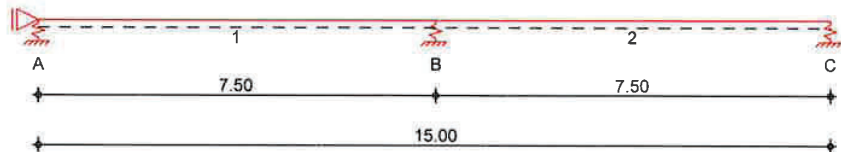
Stahlbeton-Durchlaufträger

- Lasten aus Decke dreiecksförmig für 4-seitig gelagerte Platten
- Lasten aus aufgh. Bauteilen über Länge verteilt
- Lagersteifigkeiten aus FE-Modell übernommen

System

Mehrfeldträger
System

M 1:135



Abmessungen
Mat./Querschnitt

Feld	l [m]	Material	b/h [cm]
1-2	7.50	C 35/45	110.0/80.0

Expositionsklasse

XC2

Auflager

Lager	x [m]	b [cm]	Art	$K_{T,z}$ [kN/m]
A	0.00	110.0	weich	250000.0
B	7.50	110.0	weich	420000.0
C	15.00	110.0	weich	250000.0

weich: biegeweiches, frei drehbares Lager

Belastungen

Belastungen auf das System

Grafik

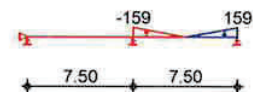
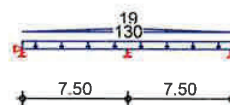
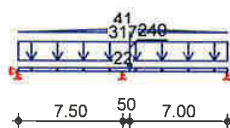
Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

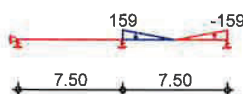
Gk

Qk.NA

Wk.000



Wk.0.090



Streckenlasten
in z-Richtung

Gleich- und Trapezlasten

Einw. Gk

Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q_{li} [kN/m]	q_{re} [kN/m]
1	Eigengew	0.00	15.00		22.00
(a) 1		0.00	15.00		317.00
(b) 1		0.00	7.50	0.00	41.25



	Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q _{li} [kN/m]	q _{re} [kN/m]
Einw. Qk.NA	(b) 2		0.00	7.50	41.25	0.00
	(c) 1		0.00	15.00		130.00
	(d) 1		0.00	7.50	0.00	18.75
	(d) 2		0.00	7.50	18.75	0.00
Einw. Wk.000	2		0.00	7.50	-159.00	159.00
Einw. Wk.0.090	2		0.00	7.50	159.00	-159.00

(a)	Wand			27 =	27.00	kN/m
	Lastimport UG			290 =	290.00	kN/m
				=	317.00	kN/m

(b)	Decke			7.5/2*(0.3*25) =	28.12	kN/m
	Ausbau			7.5/2*3.5 =	13.12	kN/m
				=	41.25	kN/m

(c)	Lastimport UG			130 =	130.00	kN/m
-----	---------------	--	--	-------	--------	------

(d)	Nutz			7.5/2*5 =	18.75	kN/m
-----	------	--	--	-----------	-------	------

Punktlasten in z-Richtung	Einzellasten					F _z [kN]
	Feld	Komm.	a [m]			

Einw. Gk	(a) 2		0.50			240.00
----------	-------	--	------	--	--	--------

(a)	Wand auf Decke			7.5*2*16 =	240.00	kN
-----	----------------	--	--	------------	--------	----

Kombinationen gemäß DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1990

	Ek	Σ (γ*ψ*EW)		
ständig/vorüberg.	1	1.00*Gk		
	2	1.35*Gk	+1.50*Qk.NA (1)	+0.90*Wk.0.090
	3	1.00*Gk	+1.50*Qk.NA (2)	+0.90*Wk.000
	4	1.00*Gk	+1.50*Qk.NA (1)	+0.90*Wk.0.090
	5	1.35*Gk	+1.50*Qk.NA (2)	+0.90*Wk.000
	6	1.00*Gk	+1.50*Wk.0.090	
	7	1.35*Gk	+1.50*Qk.NA (1,2)	+0.90*Wk.000
	8	1.35*Gk	+1.50*Qk.NA (1,2)	+0.90*Wk.0.090
	9	1.00*Gk	+1.50*Wk.000	
	10	1.00*Gk	+1.05*Qk.NA (2)	+1.50*Wk.0.090
	11	1.35*Gk	+1.50*Qk.NA	+0.90*Wk.000



Ek	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot EW)$		
		(1)	
12	1.35*Gk	+1.50*Qk.NA	+0.90*Wk.0.090
		(2)	
13	1.00*Gk	+1.50*Qk.NA	+0.90*Wk.000
		(1)	
14	1.00*Gk	+1.05*Qk.NA	+1.50*Wk.000
		(1)	
15	1.35*Gk	+1.05*Qk.NA	+1.50*Wk.0.090
		(2)	
16	1.00*Gk	+1.05*Qk.NA	+1.50*Wk.0.090
		(1)	

Bem.-schnittgrößen

Bemessungsschnittgrößen

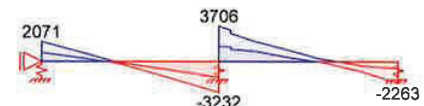
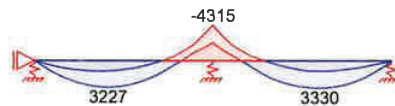
Grafik

Schnittgrößen (Umhüllende)

Kombinationen

Moment $M_{y,d}$ [kNm]

Querkraft $V_{z,d}$ [kN]



Bemessung (GZT)

für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Mindestmomente 5.3.2.2(3)

Kombinat.	Aufl.	min M_l [kNm]	max M_l [kNm]	min M_r [kNm]	max M_r [kNm]
Grundkomb.	B	-2393.43	0.00	-2445.91	0.00

Biegung
Abs. 6.1

Bemessung für Biegebeanspruchung

Feld 1

x	Ek	$M_{y,d,o}$ $M_{y,d,u}$ [kNm]	x/d_o x/d_u	z_o z_u [cm]	$A_{s,o}$ $A_{s,u}$ [cm ²]	$A_{s,o,erf}$ $A_{s,u,erf}$ [cm ²]
[m]						
(L = 7.50 m)						
0.00	1	-	-	-	-	-
	1	-	3.8E-4	72.9	-	47.28 _q
0.40 _a	3	347.56	-	-	-	-
	2	775.90	0.094	70.2	24.21	47.28 _q
3.09 _a	3	1249.31	-	-	-	-
	2	3227.36	0.416	60.3	122.39	122.39
6.95 _a	7	-2648.24	0.328	62.8	95.90	95.90
	6	-1314.06	-	-	-	30.60 _f
7.50	7	-3409.05	0.448	59.2	131.86	131.86
	6	-1642.50	-	-	-	-

Feld 2

(L = 7.50 m)						
0.00	7	-3409.05	0.448	59.2	131.86	131.86



x	Ek	$M_{yd,o}$ $M_{yd,u}$	x/d_o x/d_u	z_o z_u	$A_{s,o}$ $A_{s,u}$	$A_{s,o,erf}$ $A_{s,u,erf}$
[m]		[kNm]		[cm]	[cm ²]	[cm ²]
	6	-1642.50	-	-	-	-
0.55 _a	7	-2575.91	0.317	63.1	92.74	92.74
	6	-1073.21	-	-	-	31.86 _f
4.50 _*	4	1268.03	-	-	-	-
	5	3329.61	0.433	59.8	127.44	127.44
7.10 _a	16	267.68	-	-	-	-
	5	841.83	0.100	70.0	26.34	50.19 _q
7.50	1	-	-	-	-	-
	1	-	3.7E-4	72.9	-	50.19 _q

a: Auflagerrand

*: maximales Feldmoment

f: verlängerte Feldbew. nach Abs. 9.2.1.4(1), 9.3.1.2(1)

q: aus VED im Endauflager nach Abs. 9.2.1.4(2)

Querkraft Abs. 6.2

Bemessung für Querkraftbeanspruchung

Feld 1

x	Ek	V_{Ed}	θ	$V_{Rd,max}$	$V_{Rd,c}$	$\alpha_{sw,erf}$
[m]		[kN]	[°]	[kN]	[kN]	[cm ² /m]
(L = 7.50 m)						
0.00	2	1326.63 _R	25.6	4165.17	-	-
0.40 _a	2	1326.63 _R	25.6	4165.17	-	22.36
1.13 _v	2	1326.63	25.6	4165.17	461.07	22.36
3.09	5	153.84	18.4	3207.87	461.07	11.26 _M
6.22 _v	7	2300.56	32.2	4800.09	339.04	51.23
6.95 _a	7	2300.56 _R	32.2	4800.09	-	51.23
7.50	7	2300.56 _R	32.2	4800.09	-	-

Feld 2

(L = 7.50 m)						
0.00	8	2298.17 _R	32.2	4799.39	-	-
0.55 _a	8	2298.17 _R	32.2	4799.39	-	51.16
1.28 _v	8	2298.17	32.2	4799.39	339.04	51.16
4.50	10	200.43 _R	18.4	3200.32	466.65	11.26 _M
6.37 _v	5	1381.87	26.3	4235.11	466.65	24.07
7.10 _a	5	1381.87 _R	26.3	4235.11	-	24.07
7.50	5	1381.87 _R	26.3	4235.11	-	-

a: Auflagerrand

v: Abstand d vom Auflagerrand

R: Querkraft reduziert

M: Mindestbewehrung nach Abs. 9.2.2

Bewehrungswahl

untere Längsbewehrung

Feld	gew.	A_s	a	l	$l_{bd,l}$	$l_{bd,r}$	Lage
		[cm ²]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	GB 10Ø25	49.09	-0.07	15.08	0.47	0.41	1
	10Ø25	49.09	-0.01	6.28	0.41	0.35	1
	5Ø25	24.54	-0.01	6.28	0.41	0.35	2



Feld	gew.	A_s [cm ²]	a [m]	l [m]	$l_{bd,l}$ [m]	$l_{bd,r}$ [m]	Lage
2	10ø25	49.09	1.10	6.41	0.35	0.41	1
	6ø25	29.45	1.10	6.41	0.35	0.41	2

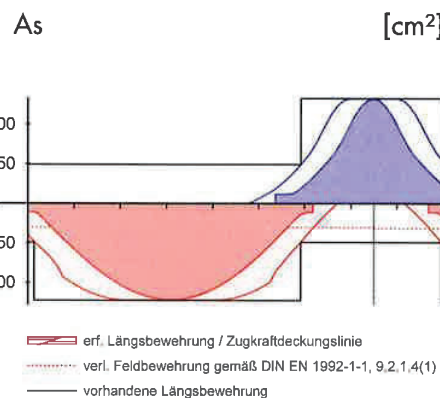
(Längen inkl. Verankerungslängen, ohne Stöße)

obere Längsbewehrung

Feld	gew.	A_s [cm ²]	a [m]	l [m]	$l_{bd,l}$ [m]	$l_{bd,r}$ [m]	Lage
1	GB 10ø25	49.09	-0.01	15.02	0.41 ^m	0.56 ^m	1
	10ø25	49.09	5.48	4.02	0.44 ^m	0.44 ^m	1
	7ø25	34.36	5.48	4.02	0.44 ^m	0.44 ^m	2

(Längen inkl. Verankerungslängen, ohne Stöße)
m: mäßige Verbundbedingungen

Längsbewehrung
M 1:155



Querkraftbewehrung (Bügel)

Feld	x_a [m]	x_e [m]	d_s [mm]	s [cm]	Schn. [-]	a_{sw} [cm ² /m]
1	0.40	6.95	ø12	7.5	4	60.32
2	0.55	7.10	ø12	7.5	4	60.32

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte Träger

Char. Auflagerkr.

charakteristische Auflagerkräfte (je Einwirkung)

Aufl.	$F_{z,k,min}$ [kN]	$F_{z,k,max}$ [kN]
Einw. G_k	A	1026.53
	B	3565.32
	C	1042.53
Einw. $Q_k.NA$	A	-57.11
	B	0.00
	C	-57.11
Einw. $W_k.000$	A	-4.47
	B	-189.82
	C	194.28
Einw. $W_k.0.090$	A	4.47



Aufl.	$F_{z,k,min}$ [kN]	$F_{z,k,max}$ [kN]
B	189.82	189.82
C	-194.28	-194.28

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Ort	η [-]
Expositionsklassen	OK	
Biegung	OK	
Querkraft	OK	
Bewehrungswahl	OK	



8.2 Bemessung der Pfähle



Pos. Uebersicht

Pfahltypen

Folgende Pfahltypen sind geplant:

Pfahltyp	Länge [m]	D [m]	Beton	Expositionsklasse	c _{nom} [mm]	Längsbewehrung	Wendelbewehrung	Ganghöhe [cm]
F.301	13,80	0,88	C35/45	XA2, XC2	35	8Ø20	Ø10	20
F.302	17,80	0,88	C35/45	XA2, XC2	35	8Ø20	Ø10	20
F.303	19,70	0,88	C35/45	XA2, XC2	35	8Ø20	Ø10	20
F.304	14,20	0,88	C35/45	XA2, XC2	35	8Ø20	Ø10	20
F.305	10,30	0,88	C35/45	XA2, XC2	35	8Ø20	Ø10	20
F.306	19,80	0,88	C35/45	XA2, XC2	35	8Ø20	Ø10	20
F.307	11,70	0,88	C35/45	XA2, XC2	35	8Ø20	Ø10	20



Steifigkeitsermittlung



Pos. Steifigkeiten

Pfähle

In der Bemessung der Bodenplatte werden Steifigkeiten der Pfähle berücksichtigt.

In den verschiedenen Gründungsebenen werden jeweils 3 Pfahltypen geplant. Zur Steifigkeitsermittlung wird je Typ eine Einheitslast von 1000 kN angesetzt und inkl. dem Pfahleigengewicht nach der Formel unten der entsprechende Wert berechnet.

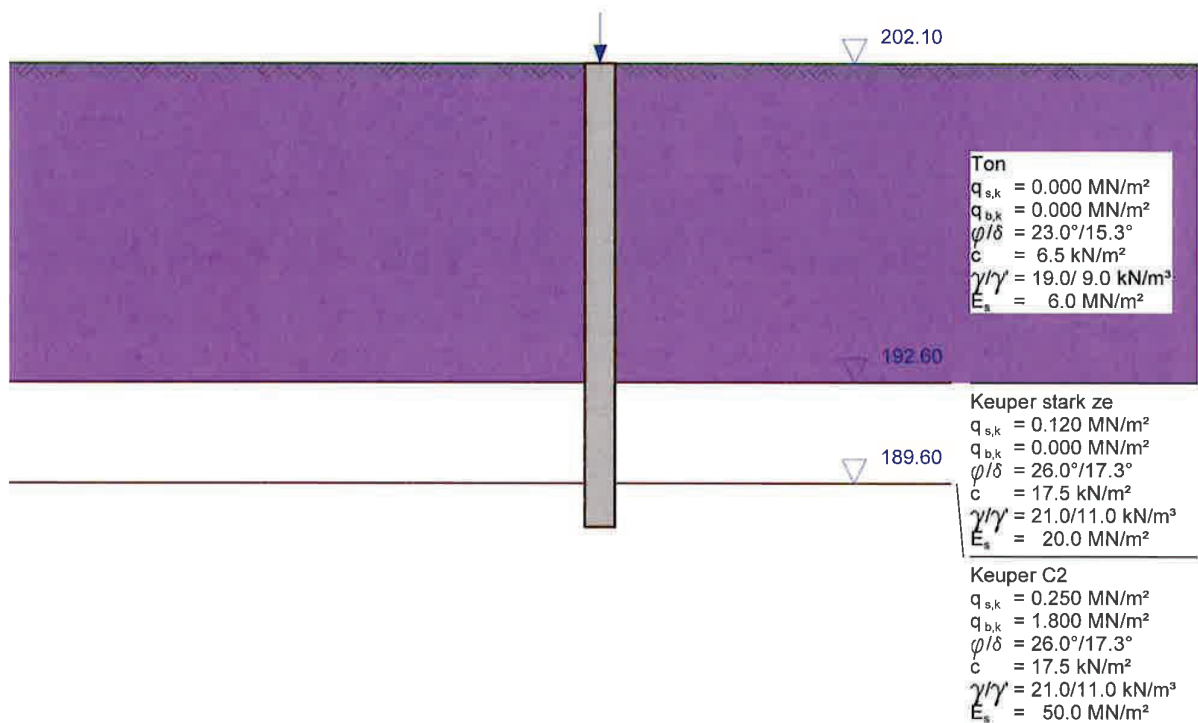
$$k_{\text{Pfahl}} = F_{d, \text{EDV}} [\text{MN}] / s [\text{m}]$$



Pos. F.301 d88/13,8

Zur Steifigkeitsermittlung

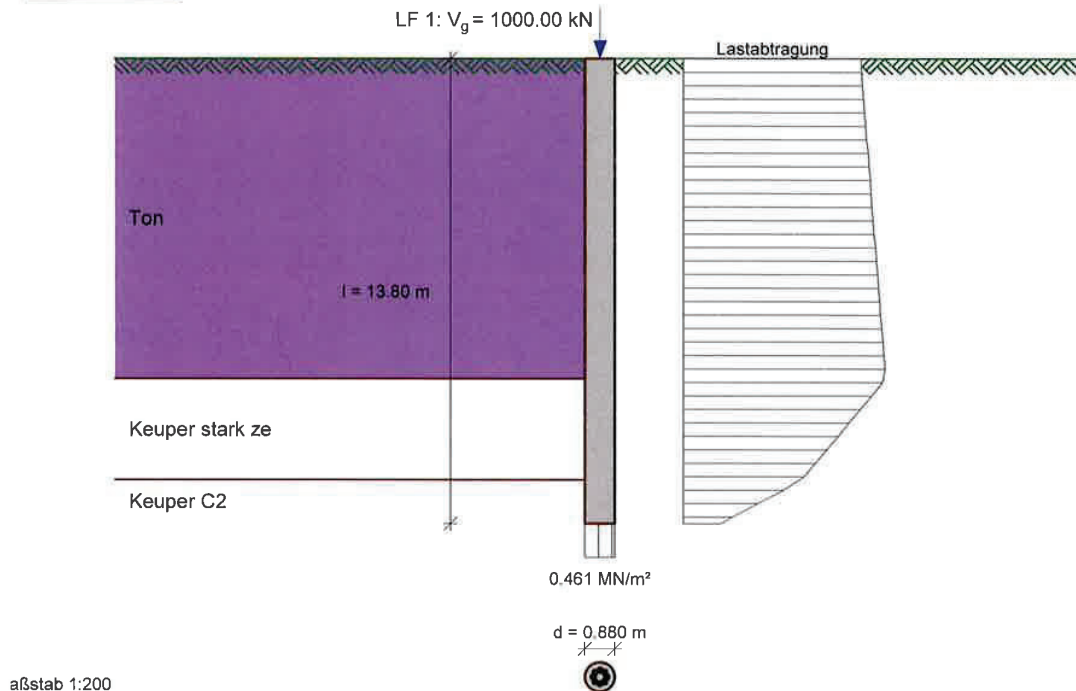
Lf-Name	Hg	Vg	Mg	Hq	Vq	Mq
1	0.00	1000.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Maßstab 1:200



LF-Komb. 1



Ansatz von geometrischen Imperfektionen:
Exzentrizität: 0.100 m , $\Delta M = V \cdot e = 100.00 \text{ kNm}$
Neigung: 0.010 , $\Delta H = V \cdot n = 10.00 \text{ kN}$
 $\Delta V = H \cdot n = 0.00 \text{ kN}$

Nachweis der äußeren Tragfähigkeit im Nachweisverfahren 2

Pfahllänge $L = 13.80 \text{ m}$

Nachweis für Mantelreibung und Spitzendruck:

$$P_d + G_d = E_d = 1633.27 \text{ kN}$$

$$R_d = 2134.67 \text{ kN}$$

$$E_d/R_d = 0.76 < 1.00$$

*** Nachweis erfüllt ***

Aufnehmbare Mantelreibung:

Schicht	l [m]	vorh. q_s [MN/m ²]	Reibungskraft Q_d [kN]
Ton	9.50	0.000	0.00
Keuper stark ze	3.00	0.086	710.90
Keuper C2	1.30	0.179	641.78

Aufn. Spitzendruckkraft S [kN]: 781.99

Summe $= R_d$ 2134.67 kN

Vorh. Spitzendruckkraft vorh. $S = E_d - \text{Summe}(Q_d) = 280.59 \text{ kN}$

Resultierender Spitzendruck $= \text{vorh. } S/A = 0.461 \text{ MN/m}^2 < \text{zul. Spitzendruck} = 1.286 \text{ MN/m}^2$



Setzung aus Widerstandsetzungslinie: $s = 0.794 \text{ cm}$

Anpassung der Bettungsspannungen an den ebenen passiven Erddruck

Nachweis des Erdwiderstands mit Nachweisverfahren 2:

$$B_{h,d} / E_{ph,d} = 30.41 \text{ kN} / 1579.74 \text{ kN} = 0.02 < 1.0$$

(bis zum Drehpunkt bei $z = 5.78 \text{ m}$)

Berechnet mit dem räumlichen passiven Erddruck nach DIN 4085:2017 mit

$$0.3 \cdot h = 1.733 \text{ m}, \mu_{pgh} = 2.606, \mu_{pch} = 3.716$$

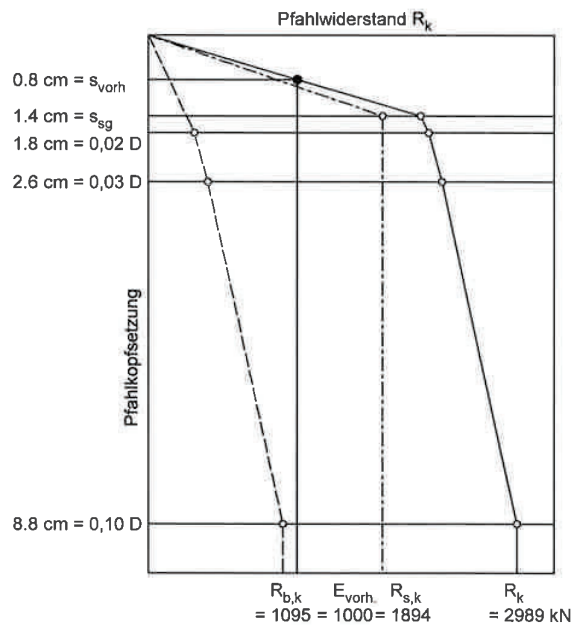
*** Nachweis erfüllt ***

Pfahlkopfverformungen:

Kopfverschiebung = 2.3 mm

Kopfverdrehung = $0.0007 = 0.0^\circ$

Widerstandsetzungslinie

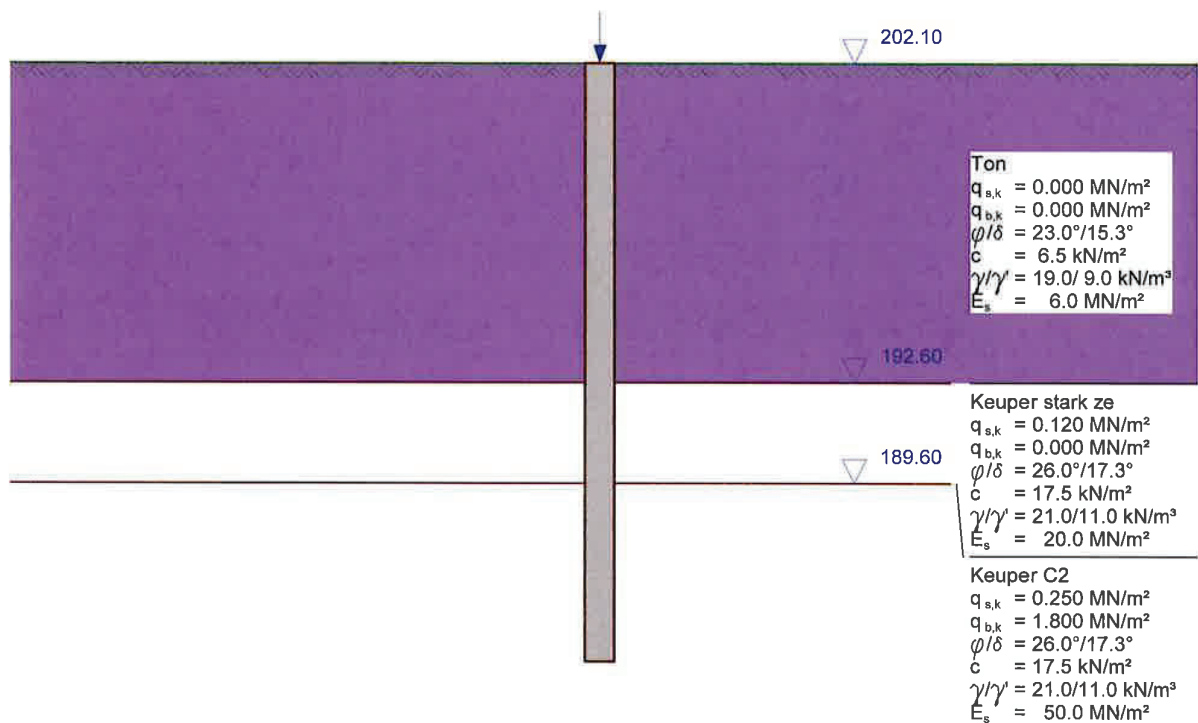




Pos. F.302 d88/17,8

Zur Steifigkeitsermittlung

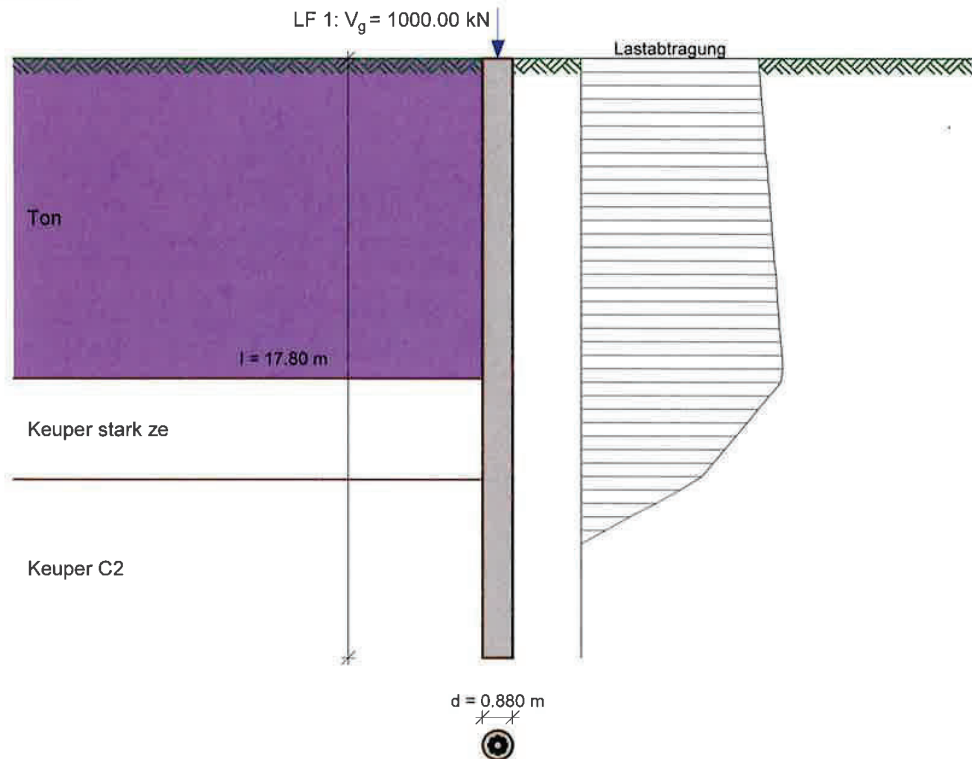
Lf-Name	Hg	Vg	Mg	Hq	Vq	Mq
1	0.00	1000.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Maßstab 1:200



LF-Komb. 1



aßstab 1:200

Ansatz von geometrischen Imperfektionen:
Exzentrizität: 0.100 m , $\Delta M = V \cdot e = 100.00 \text{ kNm}$
Neigung: 0.010 , $\Delta H = V \cdot n = 10.00 \text{ kN}$
 $\Delta V = H \cdot n = 0.00 \text{ kN}$

Nachweis der äußeren Tragfähigkeit im Nachweisverfahren 2

Pfahllänge $L = 17.80 \text{ m}$

Nachweis für Mantelreibung und Spitzendruck:

$$P_d + G_d = E_d = 1715.38 \text{ kN}$$

$$R_d = 4109.38 \text{ kN}$$

$$E_d/R_d = 0.42 < 1.00$$

*** Nachweis erfüllt ***

Aufnehmbare Mantelreibung:

Schicht	l [m]	vorh. q_s [MN/m ²]	Reibungskraft Q_d [kN]
Ton	9.50	0.000	0.00
Keuper stark ze	3.00	0.086	710.90
Keuper C2	5.30	0.179	2616.50

Aufn. Spitzendruckkraft S [kN]: 781.99

Summe = R_d 4109.38 kN



Vorh. Spitzendruckkraft vorh.S = $E_d - \text{Summe}(Q_d) = 0.00 \text{ kN}$
Resultierender Spitzendruck = vorh. $S/A = 0.000 \text{ MN/m}^2 < \text{zul. Spitzendruck} = 1.286 \text{ MN/m}^2$

Setzung aus Widerstandsetzungslinie: $s = 0.683 \text{ cm}$

Anpassung der Bettungsspannungen an den ebenen passiven Erddruck

Nachweis des Erdwiderstands mit Nachweisverfahren 2:

$$B_{h,d} / E_{ph,d} = 30.51 \text{ kN} / 1613.94 \text{ kN} = 0.02 < 1.0$$

(bis zum Drehpunkt bei $z = 5.83 \text{ m}$)

Berechnet mit dem räumlichen passiven Erddruck nach DIN 4085:2017 mit

$$0.3 \cdot h = 1.749 \text{ m}, \mu_{pgh} = 2.617, \mu_{pch} = 3.733$$

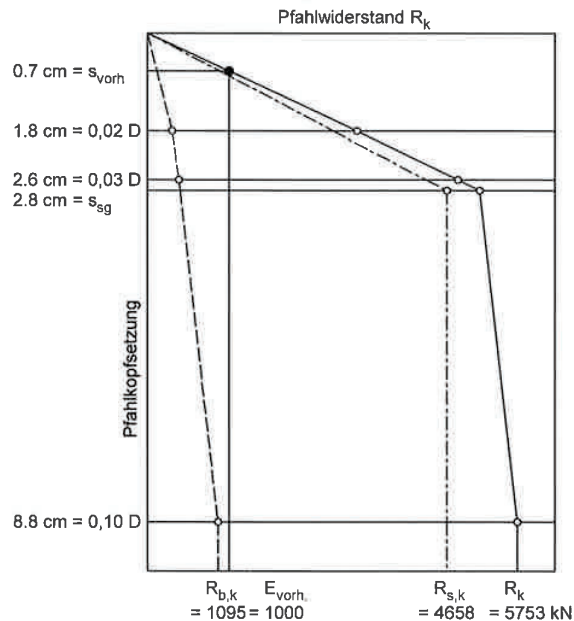
*** Nachweis erfüllt ***

Pfahlkopfverformungen:

Kopfverschiebung = 2.3 mm

Kopfverdrehung = $0.0007 = 0.0^\circ$

Widerstandsetzungslinie

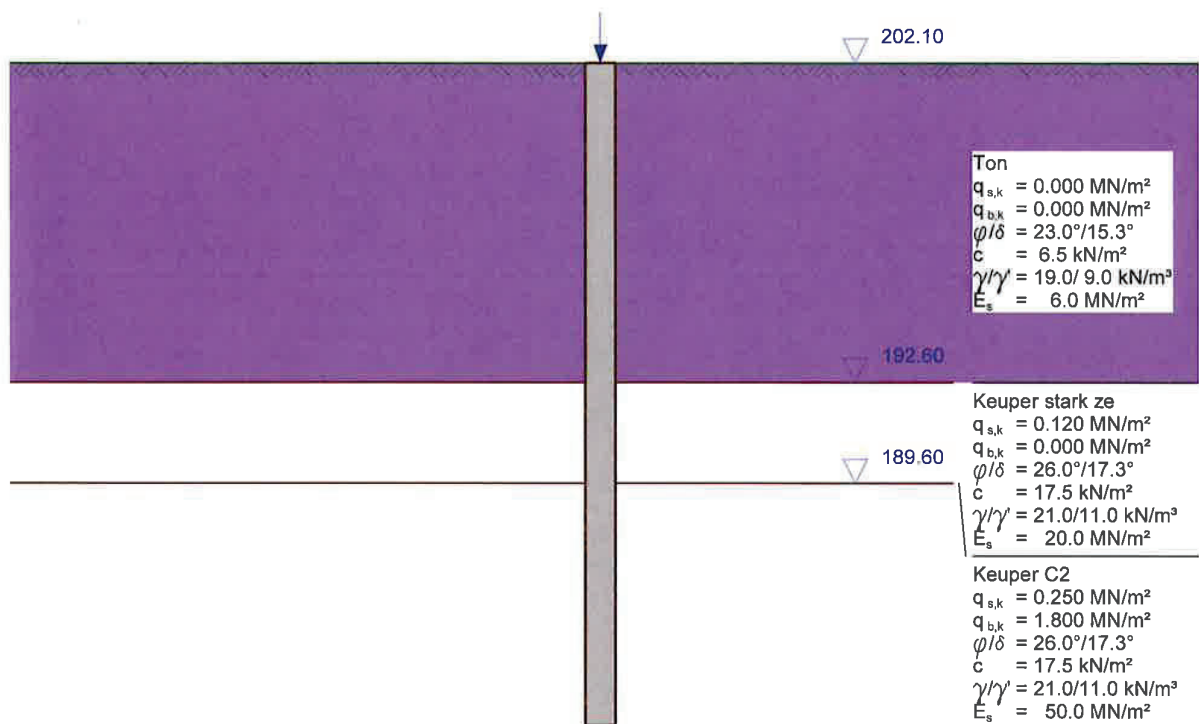




Pos. F.303 d88/19,7

Zur Steifigkeitsermittlung

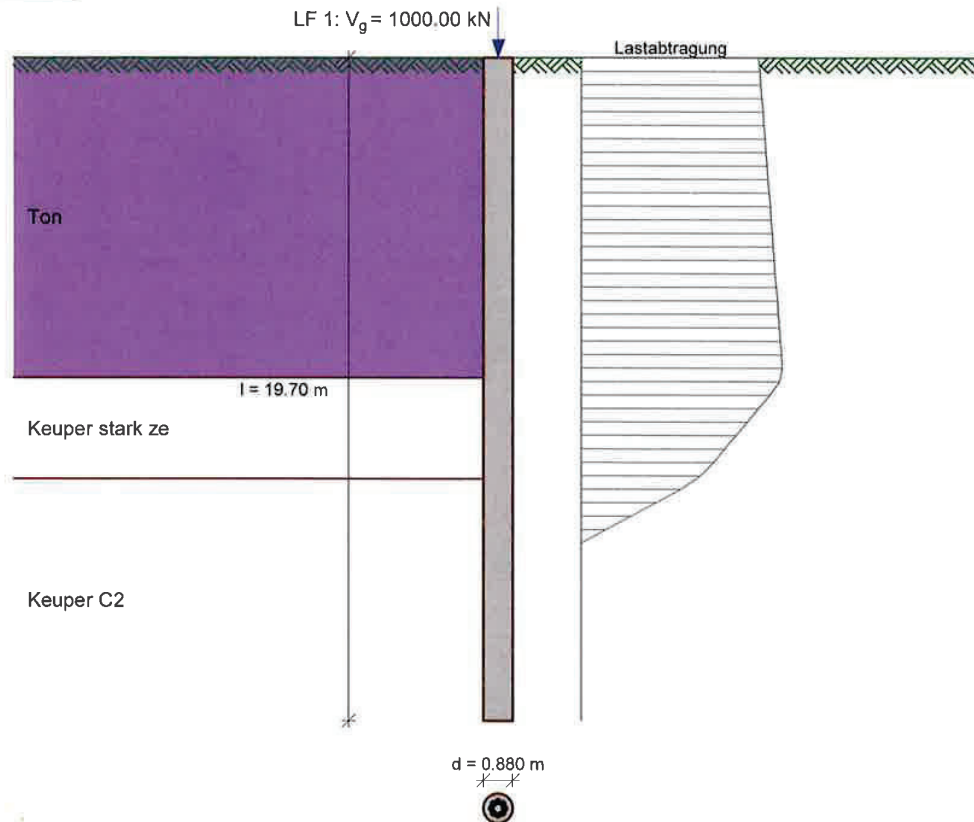
Lf-Name	Hg	Vg	Mg	Hq	Vq	Mq
1	0.00	1000.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Maßstab 1:200



LF-Komb. 1



aßstab 1:200

Ansatz von geometrischen Imperfektionen:
Exzentrizität: 0.100 m , $\Delta M = V \cdot e = 100.00 \text{ kNm}$
Neigung: 0.010 , $\Delta H = V \cdot n = 10.00 \text{ kN}$
 $\Delta V = H \cdot n = 0.00 \text{ kN}$

Nachweis der äußeren Tragfähigkeit im Nachweisverfahren 2

Pfahllänge $L = 19.70 \text{ m}$

Nachweis für Mantelreibung und Spitzendruck:

$P_d + G_d = E_d = 1754.39 \text{ kN}$

$R_d = 5047.37 \text{ kN}$

$E_d/R_d = 0.35 < 1.00$

*** Nachweis erfüllt ***



Aufnehmbare Mantelreibung:

Schicht	l [m]	vorh. q_s [MN/m ²]	Reibungskraft Q_d [kN]
Ton	9.50	0.000	0.00
Keuper stark ze	3.00	0.086	710.90
Keuper C2	7.20	0.179	3554.49

Aufn. Spitzendruckkraft S [kN]: 781.99

Summe = R_d 5047.37 kN

Vorh. Spitzendruckkraft vorh. S = E_d - Summe(Q_d) = 0.00 kN

Resultierender Spitzendruck = vorh. S/A = 0.000 MN/m² < zul. Spitzendruck = 1.286 MN/m²

Setzung aus Widerstandsetzungslinie: s = 0.589 cm

Anpassung der Bettungsspannungen an den ebenen passiven Erddruck

Nachweis des Erdwiderstands mit Nachweisverfahren 2:

$B_{h,d} / E_{ph,d} = 30.59 \text{ kN} / 1638.90 \text{ kN} = 0.02 < 1.0$

(bis zum Drehpunkt bei z = 5.87 m)

Berechnet mit dem räumlichen passiven Erddruck nach DIN 4085:2017 mit

$0.3 \cdot h = 1.760 \text{ m}$, $\mu_{pgh} = 2.626$, $\mu_{pch} = 3.745$

*** Nachweis erfüllt ***

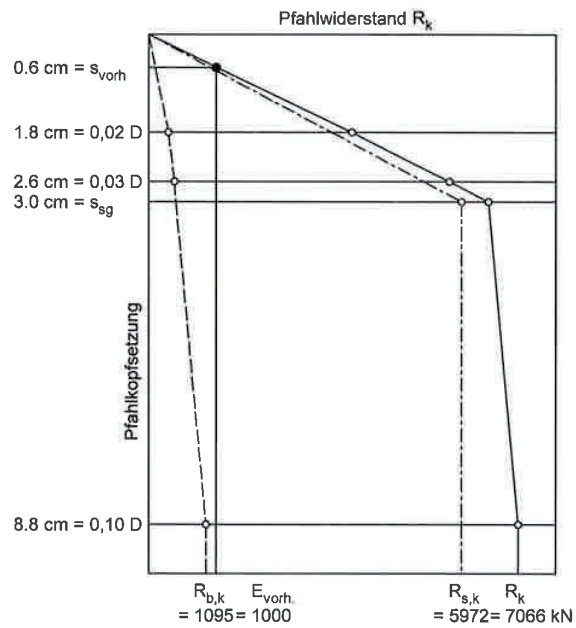
Pfahlkopfverformungen:

Kopfverschiebung = 2.3 mm

Kopfverdrehung = 0.0007 = 0.0°



Widerstandsetzungslinie

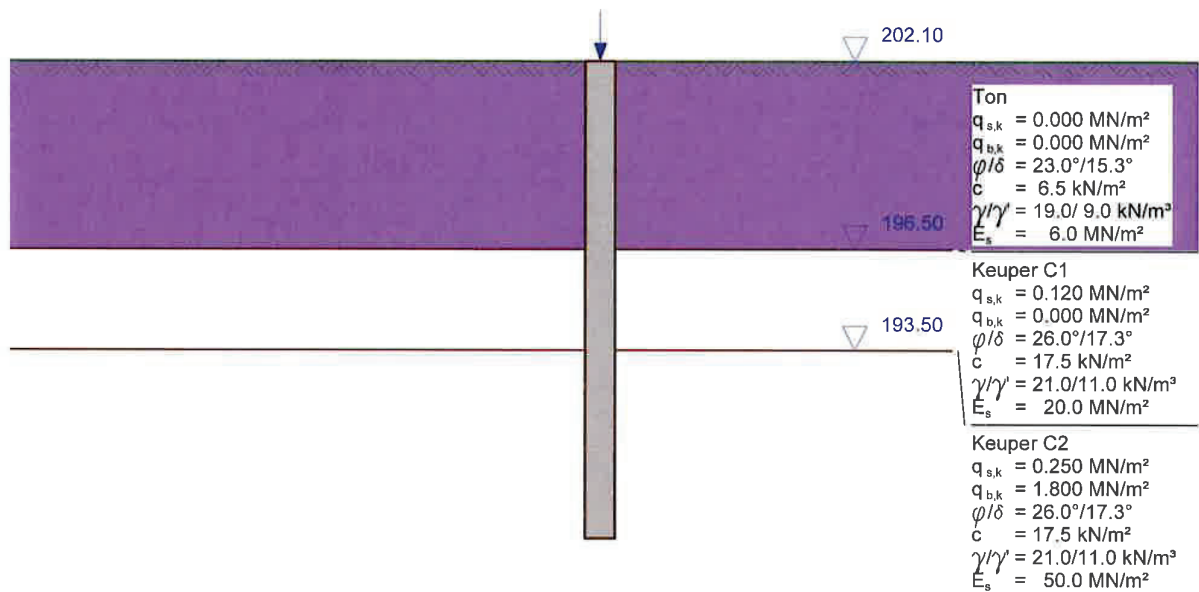




Pos. F.304 d88/14,2

Zur Steifigkeitsermittlung

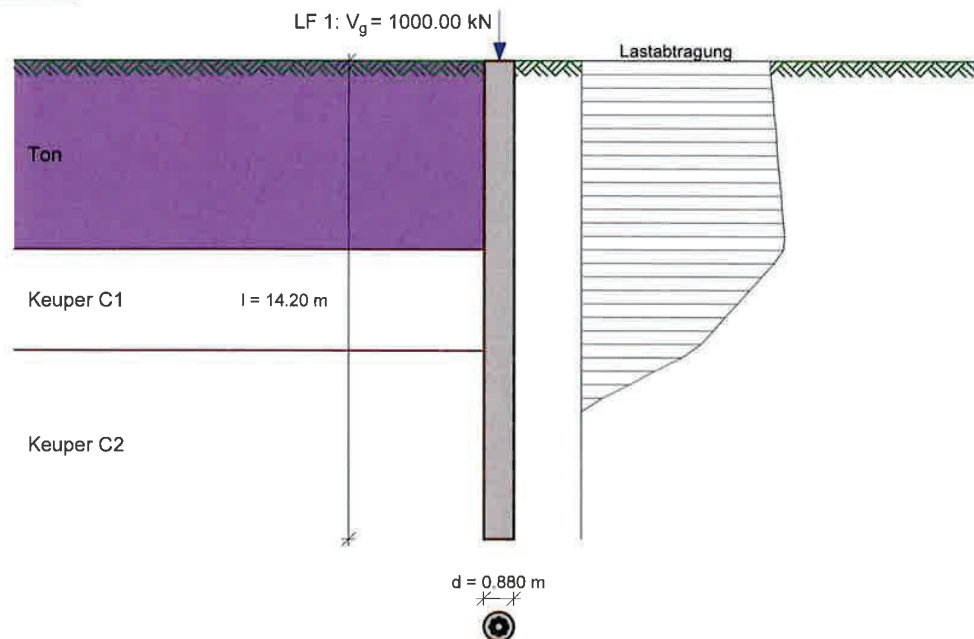
Lf-Name	Hg	Vg	Mg	Hq	Vq	Mq
1	0.00	1000.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Maßstab 1:200



LF-Komb. 1



aßstab 1:200

Ansatz von geometrischen Imperfektionen:

Exzentrizität: 0.100 m , $\Delta M = V \cdot e = 100.00 \text{ kNm}$

Neigung: 0.010 , $\Delta H = V \cdot n = 10.00 \text{ kN}$

$\Delta V = H \cdot n = 0.00 \text{ kN}$

Nachweis der äußeren Tragfähigkeit im Nachweisverfahren 2

Pfahllänge $L = 14.20 \text{ m}$

Nachweis für Mantelreibung und Spitzendruck:

$P_d + G_d = E_d = 1641.49 \text{ kN}$

$R_d = 4257.49 \text{ kN}$

$E_d/R_d = 0.39 < 1.00$

*** Nachweis erfüllt ***

Aufnehmbare Mantelreibung:

Schicht	l [m]	vorh. q_s [MN/m ²]	Reibungskraft Q_d [kN]
Ton	5.60	0.000	0.00
Keuper C1	3.00	0.086	710.90
Keuper C2	5.60	0.179	2764.60

Aufn. Spitzendruckkraft S [kN]:

781.99

Summe = R_d

4257.49 kN

Vorh. Spitzendruckkraft $\text{vorh. } S = E_d - \text{Summe}(Q_d) = 0.00 \text{ kN}$

Resultierender Spitzendruck = $\text{vorh. } S/A = 0.000 \text{ MN/m}^2 < \text{zul. Spitzendruck} = 1.286 \text{ MN/m}^2$



Setzung aus Widerstandsetzungslinie: $s = 0.649 \text{ cm}$

Anpassung der Bettungsspannungen an den ebenen passiven Erddruck

Nachweis des Erdwiderstands mit Nachweisverfahren 2:

$$B_{h,d} / E_{ph,d} = 32.23 \text{ kN} / 2243.30 \text{ kN} = 0.01 < 1.0$$

(bis zum Drehpunkt bei $z = 6.45 \text{ m}$)

Berechnet mit dem räumlichen passiven Erddruck nach DIN 4085:2017 mit

$$0.3 \cdot h = 1.935 \text{ m}, \mu_{pgh} = 2.778, \mu_{pch} = 3.945$$

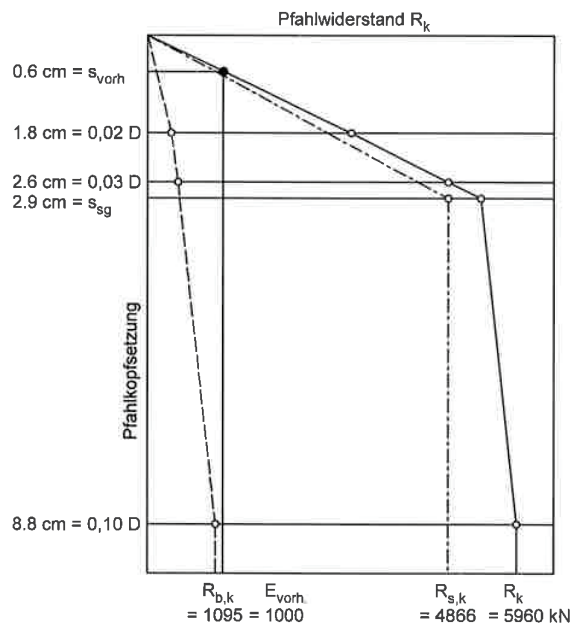
*** Nachweis erfüllt ***

Pfahlkopfverformungen:

Kopfverschiebung = 2.3 mm

Kopfverdrehung = $0.0007 = 0.0^\circ$

Widerstandsetzungslinie

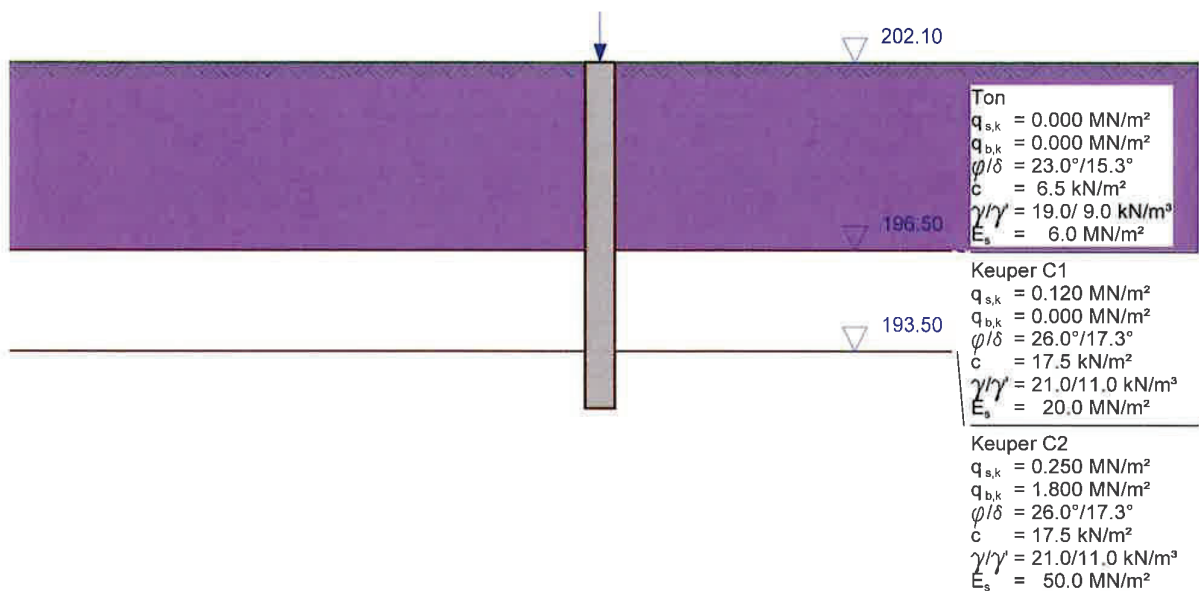




Pos. F.305 d88/10,3

Zur Steifigkeitsermittlung

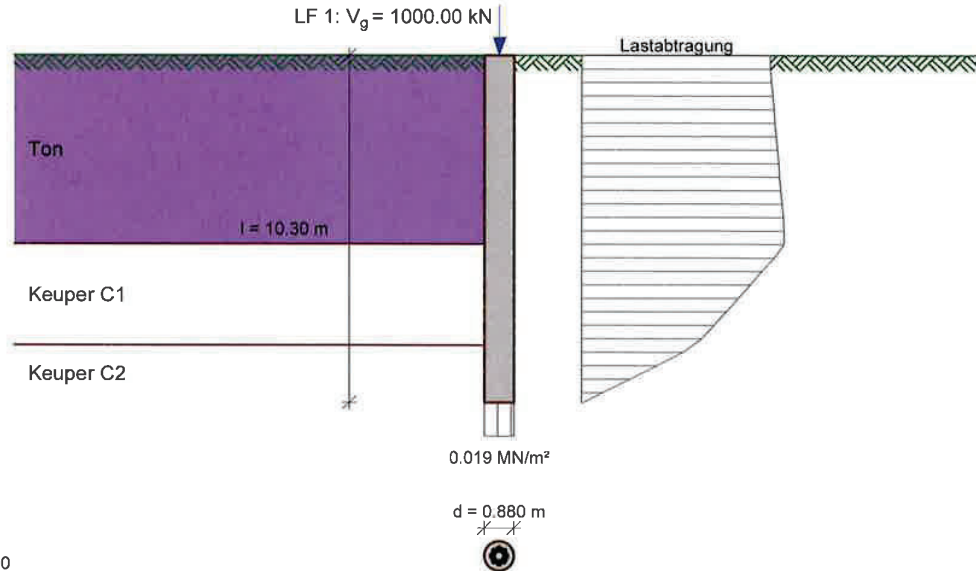
Lf-Name	Hg	Vg	Mg	Hq	Vq	Mq
1	0.00	1000.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Maßstab 1:200



LF-Komb. 1



aßstab 1:200

Ansatz von geometrischen Imperfektionen:

Exzentrizität: 0.100 m , $\Delta M = V \cdot e = 100.00 \text{ kNm}$

Neigung: 0.010 , $\Delta H = V \cdot n = 10.00 \text{ kN}$
 $\Delta V = H \cdot n = 0.00 \text{ kN}$

Nachweis der äußeren Tragfähigkeit im Nachweisverfahren 2

Pfahllänge $L = 10.30 \text{ m}$

Nachweis für Mantelreibung und Spitzendruck:

$P_d + G_d = E_d = 1561.43 \text{ kN}$

$R_d = 2332.14 \text{ kN}$

$E_d/R_d = 0.67 < 1.00$

*** Nachweis erfüllt ***

Aufnehmbare Mantelreibung:

Schicht	l [m]	vorh. q_s [MN/m ²]	Reibungskraft Q_d [kN]
Ton	5.60	0.000	0.00
Keuper C1	3.00	0.086	710.90
Keuper C2	1.70	0.179	839.25

Aufn. Spitzendruckkraft S [kN]: 781.99

Summe = R_d 2332.14 kN

Vorh. Spitzendruckkraft vorh. $S = E_d - \text{Summe}(Q_d) = 11.28 \text{ kN}$

Resultierender Spitzendruck = vorh. $S/A = 0.019 \text{ MN/m}^2 < \text{zul. Spitzendruck} = 1.286 \text{ MN/m}^2$

Setzung aus Widerstandsetzungslinie: $s = 0.730 \text{ cm}$



Anpassung der Bettungsspannungen an den ebenen passiven Erddruck

Nachweis des Erdwiderstands mit Nachweisverfahren 2:

$$B_{h,d} / E_{ph,d} = 35.38 \text{ kN} / 2258.49 \text{ kN} = 0.02 < 1.0$$

(bis zum Drehpunkt bei $z = 6.47 \text{ m}$)

Berechnet mit dem räumlichen passiven Erddruck nach DIN 4085:2017 mit

$$0.3 \cdot h = 1.940 \text{ m}, \mu_{pgh} = 2.781, \mu_{pch} = 3.950$$

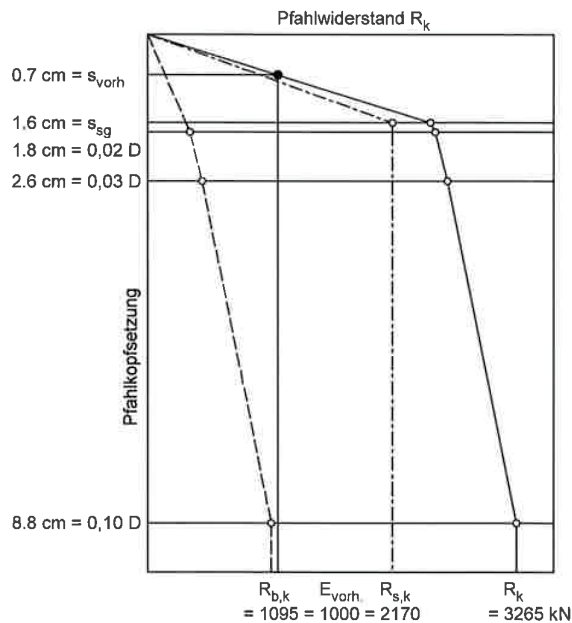
*** Nachweis erfüllt ***

Pfahlkopfverformungen:

Kopfverschiebung = 2.4 mm

Kopfverdrehung = 0.0007 = 0.0°

Widerstandsetzungslinie

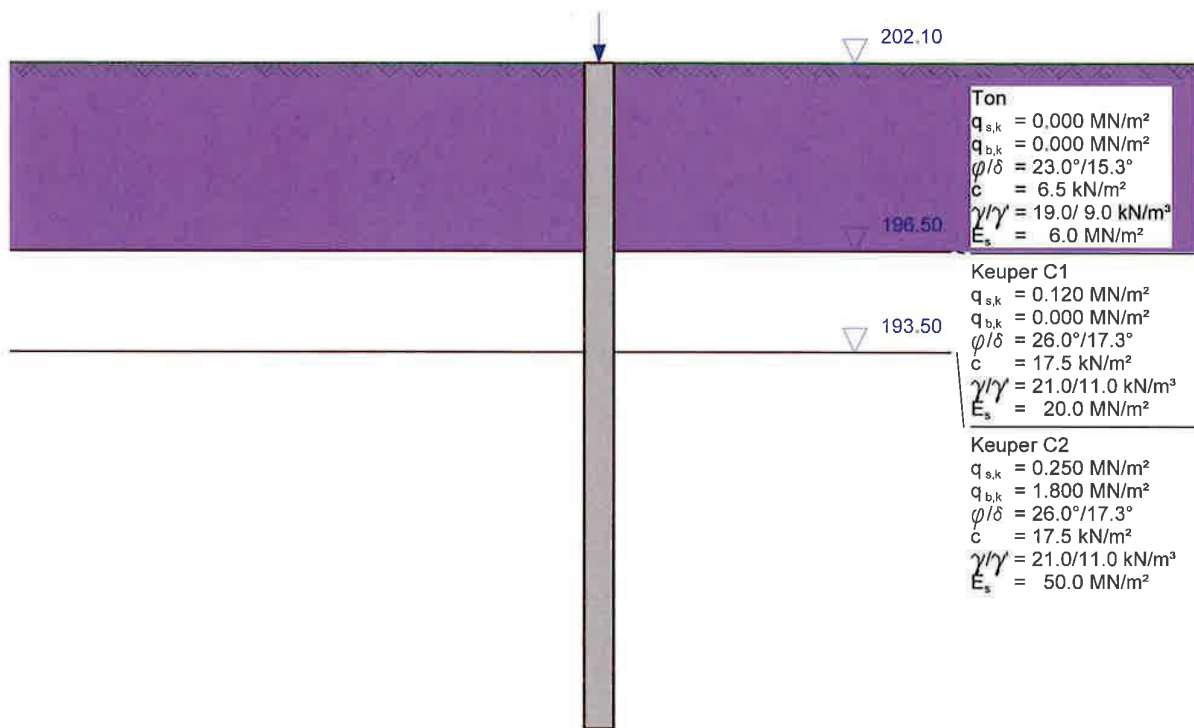




Pos. F.306 d88/19,8

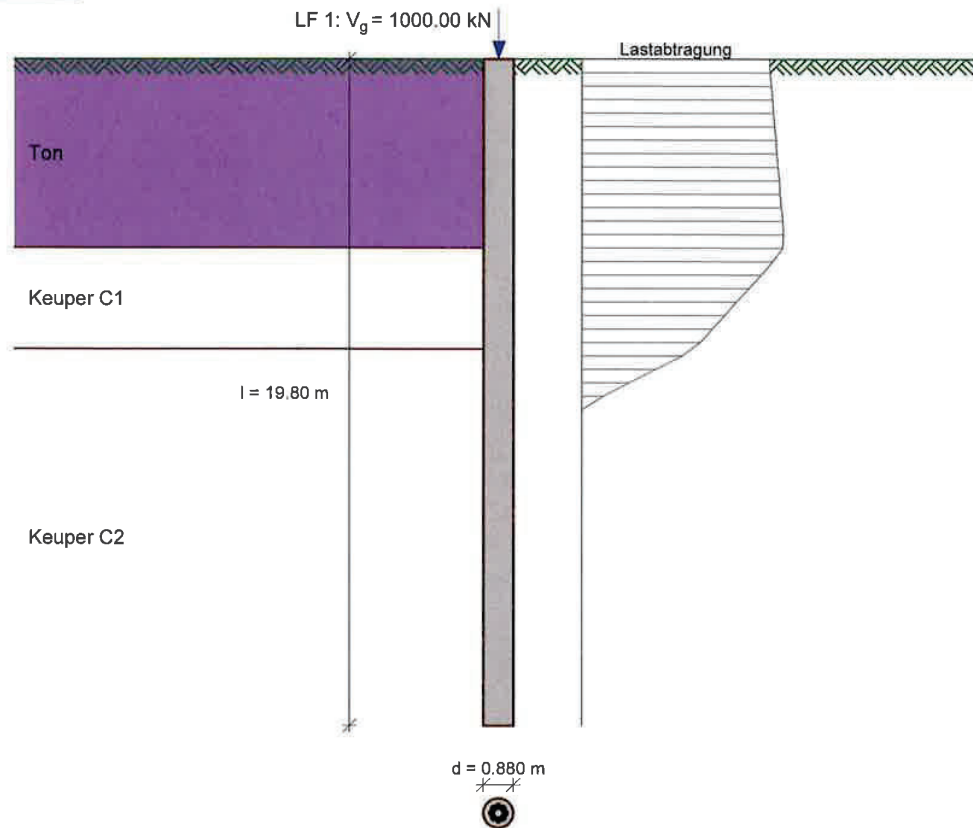
Zur Steifigkeitsermittlung

Lf-Name	Hg	Vg	Mg	Hq	Vq	Mq
1	0.00	1000.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Maßstab 1:200

LF-Komb. 1



aßstab 1:200

Ansatz von geometrischen Imperfektionen:

Exzentrizität: 0.100 m , $\Delta M = V \cdot e = 100.00 \text{ kNm}$

Neigung: 0.010, $\Delta H = V \cdot n = 10.00 \text{ kN}$

$$\Delta V = H^*n = 0.00 \text{ kN}$$

Nachweis der äußeren Tragfähigkeit im Nachweisverfahren 2

Pfahllänge L = 19.80 m

Nachweis für Mantelreibung und Spitzendruck:

$$P_d + G_d = E_d = 1756.44 \text{ kN}$$
$$R_d = 7022.09 \text{ kN}$$
$$E_d/R_d = 0.25 < 1.00$$

*** Nachweis erfüllt ***



Aufnehmbare Mantelreibung:

Schicht	l [m]	vorh. q_s [MN/m ²]	Reibungskraft Q_d [kN]
Ton	5.60	0.000	0.00
Keuper C1	3.00	0.086	710.90
Keuper C2	11.20	0.179	5529.20

Aufn. Spitzendruckkraft S [kN]: 781.99

Summe = R_d 7022.09 kN

Vorh. Spitzendruckkraft vorh. S = E_d - Summe(Q_d) = 0.00 kN

Resultierender Spitzendruck = vorh. S/A = 0.000 MN/m² < zul. Spitzendruck = 1.286 MN/m²

Setzung aus Widerstandsetzungslinie: s = 0.416 cm

Anpassung der Bettungsspannungen an den ebenen passiven Erddruck

Nachweis des Erdwiderstands mit Nachweisverfahren 2:

$B_{h,d} / E_{ph,d} = 32.38 \text{ kN} / 2301.22 \text{ kN} = 0.01 < 1.0$

(bis zum Drehpunkt bei z = 6.51 m)

Berechnet mit dem räumlichen passiven Erddruck nach DIN 4085:2017 mit

$0.3 \cdot h = 1.952 \text{ m}$, $\mu_{pgh} = 2.791$, $\mu_{pch} = 3.963$

*** Nachweis erfüllt ***

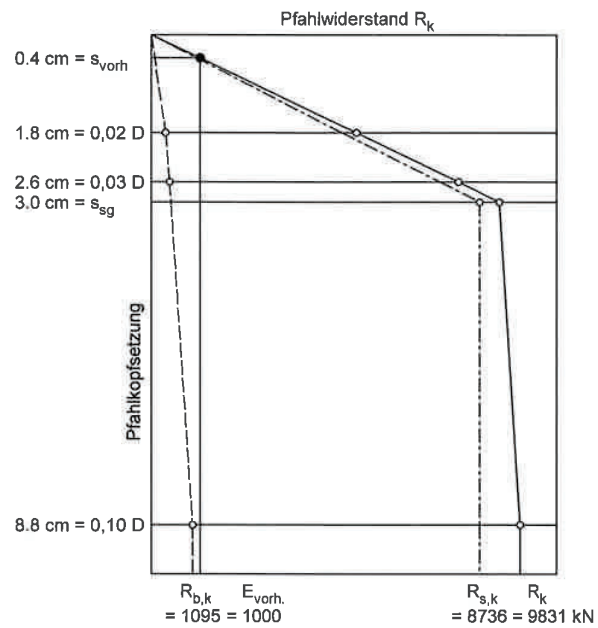
Pfahlkopfverformungen:

Kopfverschiebung = 2.3 mm

Kopfverdrehung = 0.0007 = 0.0°



Widerstandsetzungslinie

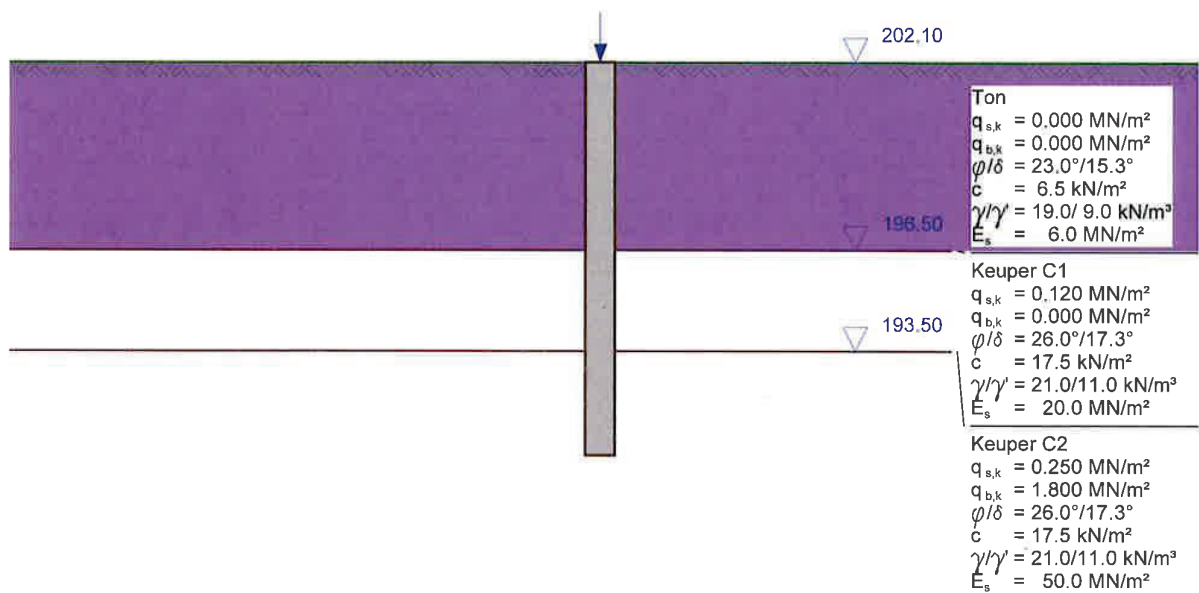




Pos. F.307 d88/11,7

Zur Steifigkeitsermittlung

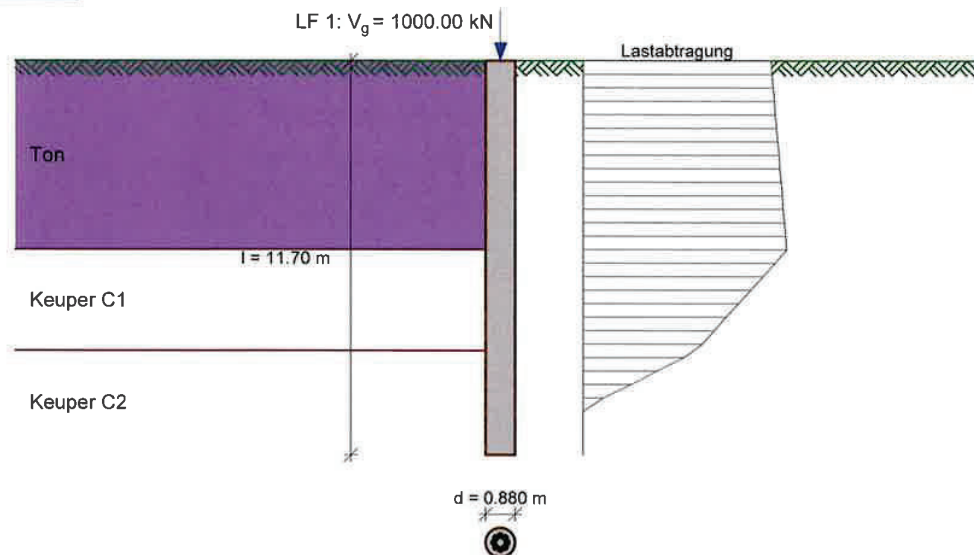
Lf-Name	Hg	Vg	Mg	Hq	Vq	Mq
1	0.00	1000.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Maßstab 1:200



LF-Komb. 1



aßstab 1:200

Ansatz von geometrischen Imperfektionen:

Exzentrizität: 0.100 m , $\Delta M = V \cdot e = 100.00 \text{ kNm}$

Neigung: 0.010 , $\Delta H = V \cdot n = 10.00 \text{ kN}$

$\Delta V = H \cdot n = 0.00 \text{ kN}$

Nachweis der äußeren Tragfähigkeit im Nachweisverfahren 2

Pfahllänge $L = 11.70 \text{ m}$

Nachweis für Mantelreibung und Spitzendruck:

$P_d + G_d = E_d = 1590.17 \text{ kN}$

$R_d = 3023.29 \text{ kN}$

$E_d/R_d = 0.53 < 1.00$

*** Nachweis erfüllt ***

Aufnehmbare Mantelreibung:

Schicht	l [m]	vorh. q_s [MN/m ²]	Reibungskraft Q_d [kN]
Ton	5.60	0.000	0.00
Keuper C1	3.00	0.086	710.90
Keuper C2	3.10	0.179	1530.40

Aufn. Spitzendruckkraft S [kN]: 781.99

Summe = R_d 3023.29 kN

Vorh. Spitzendruckkraft vorh. $S = E_d - \text{Summe}(Q_d) = 0.00 \text{ kN}$

Resultierender Spitzendruck = vorh. $S/A = 0.000 \text{ MN/m}^2 < \text{zul. Spitzendruck} = 1.286 \text{ MN/m}^2$

Setzung aus Widerstandsetzungslinie: $s = 0.681 \text{ cm}$



Anpassung der Bettungsspannungen an den ebenen passiven Erddruck

Nachweis des Erdwiderstands mit Nachweisverfahren 2:

$$B_{h,d} / E_{ph,d} = 33.35 \text{ kN} / 2368.17 \text{ kN} = 0.01 < 1.0$$

(bis zum Drehpunkt bei $z = 6.57 \text{ m}$)

Berechnet mit dem räumlichen passiven Erddruck nach DIN 4085:2017 mit

$$0.3 \cdot h = 1.972 \text{ m}, \mu_{pgh} = 2.807, \mu_{pch} = 3.984$$

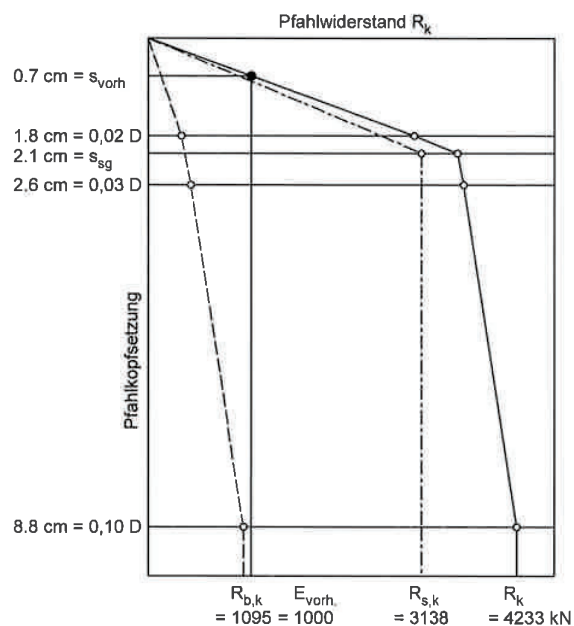
*** Nachweis erfüllt ***

Pfahlkopfverformungen:

Kopfverschiebung = 2.3 mm

Kopfverdrehung = 0.0007 = 0.0°

Widerstandsetzungslinie





Pos. Berechnung k

Steifigkeitsberechnung

Mit den Ergebnissen der obigen Berechnung, lassen sich die Steifigkeiten wie folgt ermitteln:

Pfahl	F_d [kN]	$F_{d,EDV}^*$ [kN]	s [cm]	k_{Pfahl} [MN/m]
F.301: $d = 88\text{cm}$, $L = 13,8\text{m}$	1000	1635	0,794	205
F.302: $d = 88\text{cm}$, $L = 17,8\text{m}$	1000	1715	0,683	250
F.303: $d = 88\text{cm}$, $L = 19,7\text{m}$	1000	1755	0,589	300
F.304: $d = 88\text{cm}$, $L = 14,20\text{m}$	1000	1640	0,649	250
F.305: $d = 88\text{cm}$, $L = 10,30\text{m}$	1000	1560	0,730	215
F.306: $d = 88\text{cm}$, $L = 19,80\text{m}$	1000	1755	0,416	420
F.307: $d = 88\text{cm}$, $L = 11,70\text{m}$	1000	1590	0,681	235

*) Aus EDV (inkl. Pfahlgewicht) entnommen



Bemessung



Pos. Vorbemerkung

Pfahlbemessung

Die frei tragenden Bodenplatten im EG und UG werden auf Pfählen gegründet. Diese tragen zum einen die vertikalen Lasten ab, zum anderen werden horizontale Windlasten aufgenommen. Die relevanten Werte sind dem Bodengutachten vom 05.09.2024 zu entnehmen. Zusätzlich wurden einzelne Werte in Abstimmung mit dem Gutachter festgelegt.

Homogenbereich	A Auffüllung	B Ton	C Keuper	
Erdstatische Berechnungskennwerte				
Wichte γ [kN/m ³]	17...19	19	21	
Durchlässigkeit k [m/s]	$10^{-4} \dots 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-4} \dots 10^{-3}$	$< 1 \cdot 10^{-4}$	
Reibungswinkel φ [°]	20...30	22...24	25...27	
wirks. Kohäsion c' [kN/m ²]	2...0	5...8	15...20	
undr. Scherfestigkeit [kN/m ²]	-	50...100	-	
Mantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²]	0	0,0...0,05	0,12...0,25	
Spitzendruck $q_{b,k}$ [MN/m ²]	0	0	0...1,8	
Steifemodul E_s [MN/m ²]	-	6...12	20...80	
Verformungsmodul E_{v2} [MN/m ²]	<10...20	<10...15	-	

Auszug Bodengutachten 05.09.2024, S.12 (Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR)

Einbindung in:	Großbohrpfahl		Verpresspfahl
	Mantelreibung [MN/m ²]	Spitzendruck [MN/m ²]	Mantelreibung [MN/m ²]
Homogenbereich A: Auffüllung	$q_{s,k} = 0,00$	$q_{b,k} = 0,0$	$q_{s,k} = 0,00$
Homogenbereich B: Ton, weich	$q_{s,k} = 0,00$	$q_{b,k} = 0,0$	$q_{s,k} = 0,00$
Homogenbereich B: Ton, steif	$q_{s,k} = 0,05$	$q_{b,k} = 0,0$	$q_{s,k} = 0,08$
Homogenbereich C: Keuper, stark zersetzt	$q_{s,k} = 0,12$	$q_{b,k} = 0,0$	$q_{s,k} = 0,16$
Homogenbereich C: Keuper, zersetzt-entfestigt	$q_{s,k} = 0,25$	$q_{b,k} = 1,8$ (*)	$q_{s,k} = 0,30$

Auszug Bodengutachten 05.09.2024, S.25 (Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR)

Zusätzlich festgelegte Werte:

- Horizontale Bettung Schicht B: 5,00 MN/m³
- Horizontale Bettung Schicht C(1): $2/3 \times \text{Steifemodul} = 2/3 \times 20 \text{ MN/m}^3 = 13,3 \text{ MN/m}^3$
- Horizontale Bettung Schicht C(2): $2/3 \times \text{Steifemodul} = 2/3 \times 50 \text{ MN/m}^3 = 33,3 \text{ MN/m}^3$
- Spitzendruck Schicht C:
 - $q_{b,k} (0,01D) = 1,8 \text{ MN/m}^2$
 - $q_{b,k} (0,02D) = (\text{interpoliert EA-Pfähle Tab. 5.12}) 0,62 \text{ MN/m}^2$
 - $q_{b,k} (0,03D) = (\text{interpoliert EA-Pfähle Tab. 5.12}) 0,80 \text{ MN/m}^2$

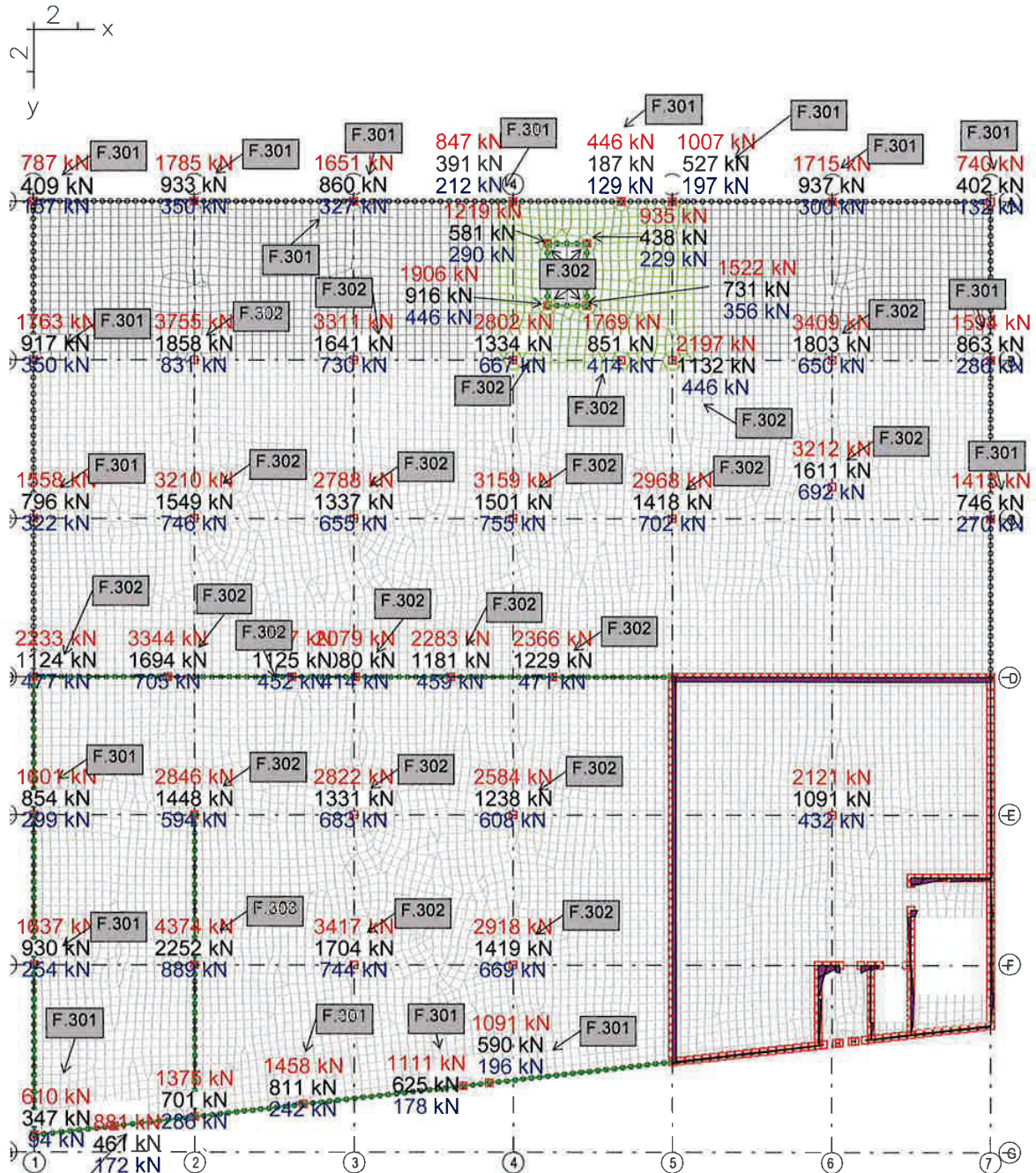
Tiefen der Schichten (von GOK):

- Schicht B: 0,00m bis 9,50m $l = 9,50\text{m}$
- Schicht C(1) 9,50m bis 12,50m $l = 3,00\text{m}$
- Schicht C(2) 12,50 bis >20,0m $l > 7,50\text{m}$



Pos. Übersicht

inkl. Lasten

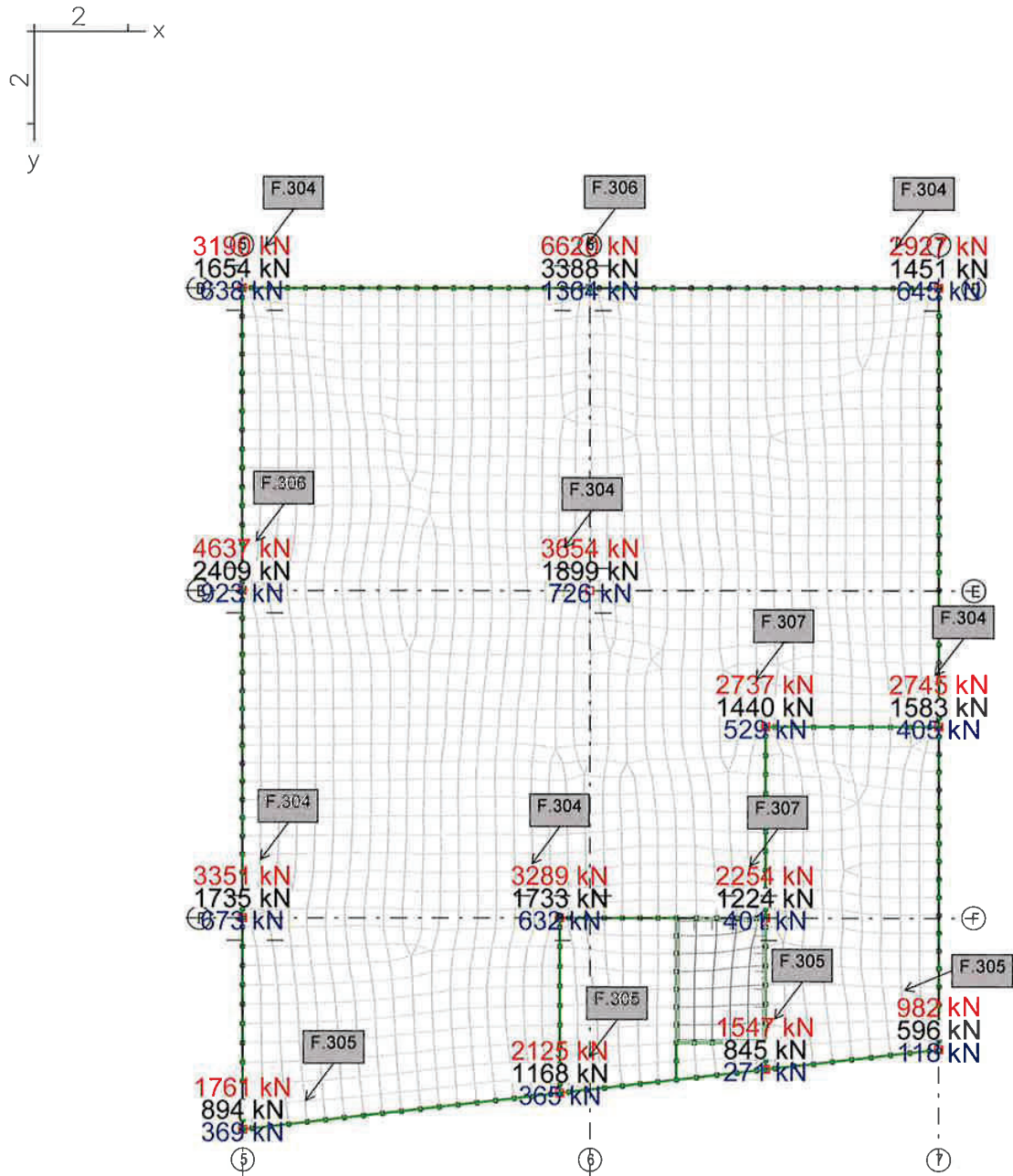


XXX kN design-Last
XXX kN G_k
XXX kN Q_k

	Pfahltyp	Länge [m]	D [m]	Beton	Expositions-kategorie	c_{nom} [mm]	Längsbewehrung	Wendelbewehrung	Ganghöhe [cm]
LF	F.301	13,80	0,88	C35/45	XA2, XC2	35	8Ø20	Ø10	20
A	F.302	17,80	0,88	C35/45	XA2, XC2	35	8Ø20	Ø10	20
D	F.303	19,70	0,88	C35/45	XA2, XC2	35	8Ø20	Ø10	20
La	F.304	14,20	0,88	C35/45	XA2, XC2	35	8Ø20	Ø10	20
2	F.305	10,30	0,88	C35/45	XA2, XC2	35	8Ø20	Ø10	20
	F.306	19,80	0,88	C35/45	XA2, XC2	35	8Ø20	Ø10	20
	F.307	11,70	0,88	C35/45	XA2, XC2	35	8Ø20	Ø10	20

ab: 1: 290

ph GmbH



XXX kN design-Last

XXX kN G_k

XXX kN Q_k

Pfahltyp	Länge [m]	D [m]	Beton	Expositions-kategorie	c_{min} [mm]	Langsbewehrung	Wandbewehrung	Ganghöhe [mm]
F. 301	13,80	0,88	C35/45	XA2, XC2	35	8Ø20	Ø10	20
F. 302	17,80	0,88	C35/45	XA2, XC2	35	8Ø20	Ø10	20
F. 303	19,70	0,88	C35/45	XA2, XC2	35	8Ø20	Ø10	20
F. 304	14,20	0,88	C35/45	XA2, XC2	35	8Ø20	Ø10	20
F. 305	10,30	0,88	C35/45	XA2, XC2	35	8Ø20	Ø10	20
F. 306	19,80	0,88	C35/45	XA2, XC2	35	8Ø20	Ø10	20
F. 307	11,70	0,88	C35/45	XA2, XC2	35	8Ø20	Ø10	20



Pos. Lasten auf Pfähle

Die Horizontallasten je Pfahl werden wie folgt berechnet:

Windlast GES:

$$W_k = 0,8 \text{ kN/m}^2 \times (0,8+0,5) \times (46\text{m} \times 11\text{m}) = 530 \text{ kN}$$

Anzahl Pfähle 61 Stk.

$$\text{Last je Pfahl} = 530 / 61 = 9\text{kN}$$

Inkl. Imperfektionen zu angesetzt zu 12kN

Die Vertikallasten ergeben sich aus der FE-Berechnung und werden je Pfahltyp aus der maximalen Lagerkraft angesetzt.

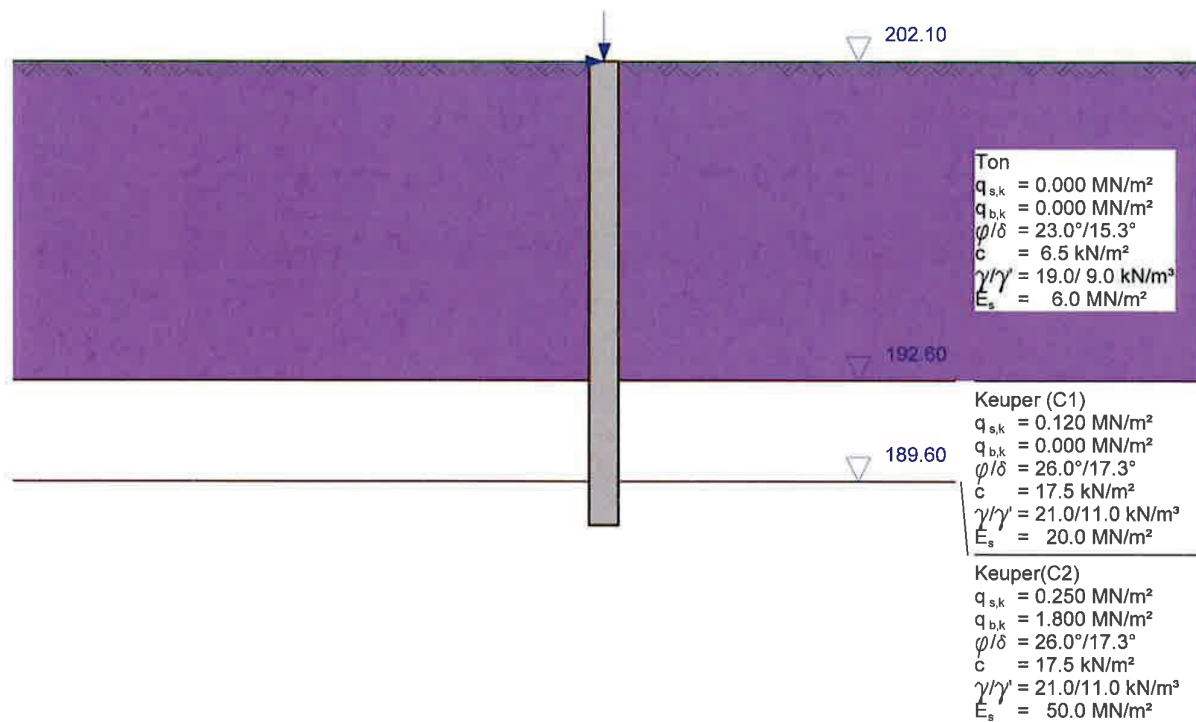
Typ	Maße	Achse	G _k [kN]	Q _k [kN]
F.301	d=88cm, l=13,8m	A/2	933	350
F.302	d=88cm, l=17,8m	B/2	1858	831
F.303	d=88cm, l=19,7m	F/2	2252	889
F.304	d=88cm, l=14,2m	E/6	1899	726
F.305	d=88cm, l=10,3m	FG/6	1168	365
F.306	d=88cm, l=19,8m	D/6	3388	1364
F.307	d=88cm, l=11,7m	EF/67	1440	529



Pos. F.301 d88/13,8

Bemessung

Lf-Name	Hg	Vg	Mg	Hq	Vq	Mq
1	0.00	933.00	0.00	12.00	350.00	0.00



Maßstab 1:200



Programm DC-Pfahl *** Copyright 2000-2026 ALLPLAN GmbH ***

Bohrpfahl nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2021

Erddruck nach DIN 4085:2017

Verfahren für äußere Standsicherheit und für Schnittgrößen:

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

Pfahldurchmesser: 0.880 m
Umfang: 2.765 m
Pfahllänge: 13.80 m
Wichte Pfahl: 25.00 kN/m³
Betongüte: C35/45
E-Modul: 34000.0 MN/m²
Stahlsorte: 500 (A)
Randabstand Bewehrungsachse: 0.20 m

Geländeoberkante auf 202.10 m

Schichten

Name	Tiefe [m]	char.Mantelreib. [MN/m²]	char.Spitzendruck [MN/m²]	char.Spitzendruck für		
				s=0.02D	s=0.03D	s=0.10D
Ton	9.50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Keuper (C1)	12.50	0.1200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Keuper(C2)	20.00	0.2500	1.8000	0.6200	0.8000	1.8000

Name	φ [°]	δ [°]	c [kN/m²]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	E_s [MN/m²]	$k_{s,o/u}$ [MN/m³]
Ton	23.0	15.3	6.5	19.0	9.0	6.0	5.0
Keuper (C1)	26.0	17.3	17.5	21.0	11.0	20.0	13.3
Keuper(C2)	26.0	17.3	17.5	21.0	11.0	50.0	33.3

Lastfallkomb. BS
1 P

Lasten

Lastfallkomb.	V [kN]	Q [kN]	M [kNm]
1 G	933.00	0.00	0.00
Q	350.00	12.00	0.00

Teilsicherheitsbeiwerte für äußere Standsicherheit (GEO) im Nachweisverfahren 2

γ -	G	Q	G, stb	s	s, t	b
BS-P	1.350	1.500	1.000	1.400	1.500	1.400
BS-T	1.200	1.300	1.000	1.400	1.500	1.400
BS-A	1.100	1.100	1.000	1.400	1.500	1.400
BS-T/A	1.150	1.200	1.000	1.400	1.500	1.400



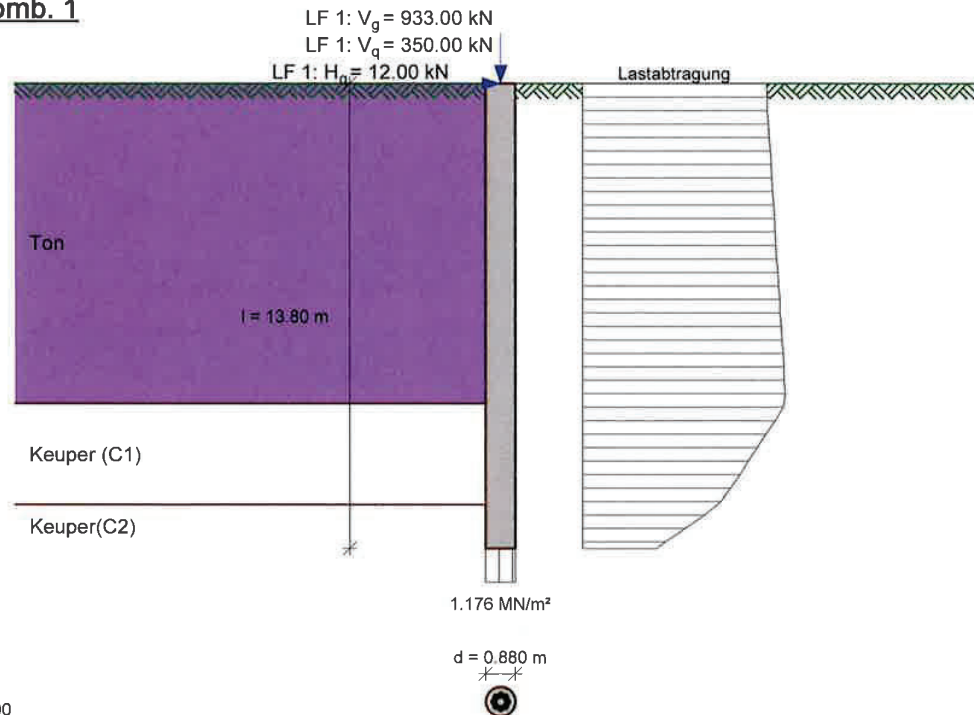
Teilsicherheitsbeiwerte für Schnittgrößen (STR) im Nachweisverfahren 2

γ -	G	Q	G,stb	φ	c	cu	Ep
BS-P	1.350	1.500	1.000	1.000	1.000	1.000	1.400
BS-T	1.200	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.300
BS-A	1.100	1.100	1.000	1.000	1.000	1.000	1.200
BS-T/A	1.150	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.250

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für ...
G	ständige Einwirkungen
Q	veränderliche Einwirkungen
G,stb	ständige, stabilisierende Einwirkungen
s	Pfahlwiderstand Mantelreibung auf Druck
s,t	Pfahlwiderstand Mantelreibung auf Zug
b	Pfahlwiderstand Spitzendruck
φ	Reibungswinkel
c	Kohäsion
cu	Kohäsion undränirt
Ep	Erdwiderstand



LF-Komb. 1



aßstab 1:200

Ansatz von geometrischen Imperfektionen:

Exzentrizität: 0.100 m , $\Delta M = V \cdot e = 128.30 \text{ kNm}$

Neigung: 0.010 , $\Delta H = V \cdot n = 12.83 \text{ kN}$

$\Delta V = H \cdot n = -0.12 \text{ kN}$

Nachweis der äußeren Tragfähigkeit im Nachweisverfahren 2

Pfahllänge $L = 13.80 \text{ m}$

Nachweis für Mantelreibung und Spitzendruck:

$P_d + G_d = E_d = 2067.64 \text{ kN}$

$R_d = 2134.67 \text{ kN}$

$E_d/R_d = 0.97 < 1.00$

*** Nachweis erfüllt ***

Aufnehmbare Mantelreibung:

Schicht	l [m]	vorh. q_s [MN/m ²]	Reibungskraft Q_d [kN]
Ton	9.50	0.000	0.00
Keuper (C1)	3.00	0.086	710.90
Keuper (C2)	1.30	0.179	641.78

Aufn. Spitzendruckkraft S [kN]: 781.99

Summe $= R_d$ 2134.67 kN

Vorh. Spitzendruckkraft vorh. $S = E_d - \text{Summe}(Q_d) = 714.96 \text{ kN}$

Resultierender Spitzendruck $= \text{vorh. } S/A = 1.176 \text{ MN/m}^2 < \text{zul. Spitzendruck} = 1.286 \text{ MN/m}^2$



Setzung aus Widerstandsetzungslinie: $s = 0.980 \text{ cm}$

Anpassung der Bettungsspannungen an den ebenen passiven Erddruck

Nachweis des Erdwiderstands mit Nachweisverfahren 2:

$$B_{h,d} / E_{ph,d} = 61.39 \text{ kN} / 2171.94 \text{ kN} = 0.03 < 1.0$$

(bis zum Drehpunkt bei $z = 6.60 \text{ m}$)

Berechnet mit dem räumlichen passiven Erddruck nach DIN 4085:2017 mit
 $0.3 \cdot h = 1.979 \text{ m}$, $\mu_{pgh} = 2.784$, $\mu_{pch} = 3.970$

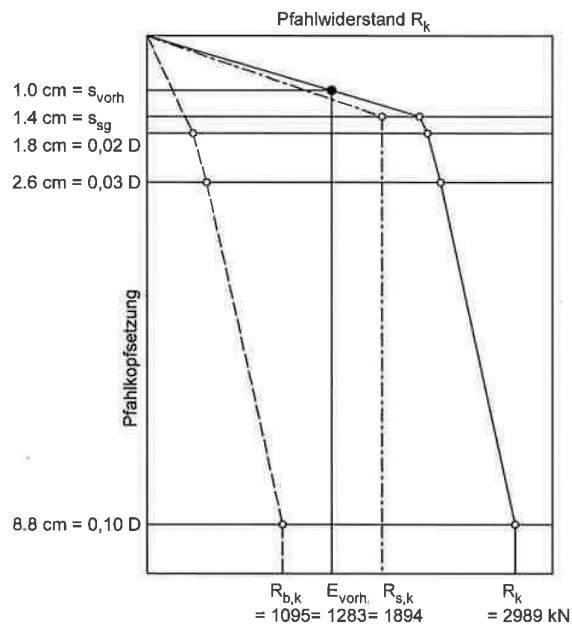
*** Nachweis erfüllt ***

Pfahlkopfverformungen:

Kopfverschiebung = 3.9 mm

Kopfverdrehung = $0.0011 = 0.1^\circ$

Widerstandsetzungslinie





Nachweis der inneren Tragfähigkeit nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

Sicherheitsbeiwert für Widerstände, Beton: 1.50

Sicherheitsbeiwert für Widerstände, Stahl: 1.15

Bemessungsschnittgrößen: $M_d = 209.16 \text{ kNm}$, $N_d = -1821.32 \text{ kN}$ ($z = 1.80 \text{ m}$). $V_d = 35.85 \text{ kN}$ ($z = 0.00 \text{ m}$).

Biegebemessung:

tot. $\omega = 0.0000$

erf. Gesamtbew. $A_s = 0.00 \text{ cm}^2$ ($< \text{Mindestbewehrung nach EN 1536} = 25.00 \text{ cm}^2$)

Querkraftbemessung für maßg. V:

$V_{Rdc,max} = 1160.758 \text{ kN} > V_d$

Druckstrebenneigung $\vartheta = 18.43^\circ$

erf. Querkraftbew. $A_{ss} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}^{**}$

Abschnittsweise Bemessung

Tiefe [m]	Moment M_d [kNm]	Normalkraft N_d [kN]	Querkraft V_d [kN]	Biegebew. [cm ²]	Querkraftbew. [cm ² /m]
0.00	178.46	-1784.37	35.85	0.00	0.00 **
0.40	190.90	-1792.58	26.53	0.00	0.00 **
0.80	199.81	-1800.79	18.21	0.00	0.00 **
1.20	205.59	-1809.00	10.83	0.00	0.00 **
1.60	208.59	-1817.21	4.33	0.00	0.00 **
2.00	209.16	-1825.42	-1.34	0.00	0.00 **
2.40	207.62	-1833.64	-6.25	0.00	0.00 **
2.80	204.25	-1841.85	-10.46	0.00	0.00 **
3.20	199.34	-1850.06	-14.01	0.00	0.00 **
3.60	193.13	-1858.27	-16.97	0.00	0.00 **
4.00	185.84	-1866.48	-19.40	0.00	0.00 **
4.40	177.67	-1874.69	-21.34	0.00	0.00 **
4.80	168.82	-1882.90	-22.84	0.00	0.00 **
5.20	159.45	-1891.11	-23.97	0.00	0.00 **
5.60	149.69	-1899.32	-24.76	0.00	0.00 **
6.00	139.68	-1907.53	-25.25	0.00	0.00 **
6.40	129.53	-1915.74	-25.49	0.00	0.00 **
6.80	119.32	-1923.95	-25.52	0.00	0.00 **
7.20	109.14	-1932.17	-25.36	0.00	0.00 **
7.60	99.05	-1940.38	-25.06	0.00	0.00 **
8.00	89.11	-1948.59	-24.63	0.00	0.00 **
8.40	79.35	-1956.80	-24.12	0.00	0.00 **
8.80	69.82	-1965.01	-23.54	0.00	0.00 **
9.20	60.53	-1973.22	-22.90	0.00	0.00 **
9.60	51.54	-1951.76	-21.96	0.00	0.00 **
10.00	43.11	-1871.16	-20.17	0.00	0.00 **
10.40	35.40	-1784.58	-18.37	0.00	0.00 **
10.80	28.41	-1698.01	-16.61	0.00	0.00 **
11.20	22.11	-1611.43	-14.89	0.00	0.00 **
11.60	16.49	-1524.86	-13.25	0.00	0.00 **
12.00	11.51	-1438.28	-11.69	0.00	0.00 **
12.40	7.13	-1351.71	-10.22	0.00	0.00 **
12.80	3.57	-1188.12	-7.35	0.00	0.00 **
13.20	1.27	-998.86	-4.21	0.00	0.00 **



Tiefe [m]	Moment M_d [kNm]	Normalkraft N_d [kN]	Querkraft V_d [kN]	Biegebew. [cm ²]	Querkraftbew. [cm ² /m]
13.60	0.17	-809.60	-1.34	0.00	0.00 **
13.80	0.00	-714.96	0.00	0.00	0.00 **

** Information: erf. Querkraftbewehrung < Mindest-Querkraftbew. nach DIN EN 1992 = 8.82 cm²/m

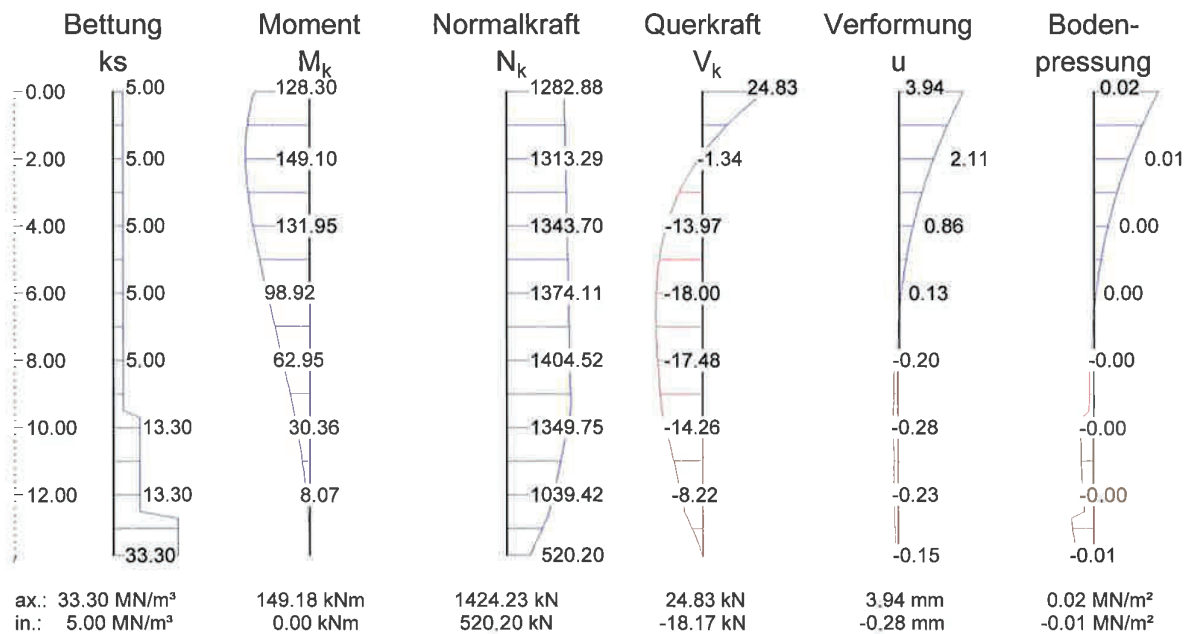
Längsbewehrung: gewählt 8 ø 20 mm = 25.14 cm²

Querkraftbewehrung: gewählt ø 10 mm, Ganghöhe 20 cm = 7.86 cm²/m von 0.00 m bis ___ m

gewählt ø ___ mm, Ganghöhe ___ cm = ___ cm²/m von ___ m bis ___ m

Schnittgrößen mit elastischer Bettung

(charakteristisch)



Tiefe z [m]	Bettung k_s [MN/m ³]	Moment M_k [kNm]	Normalkraft N_k [kN]	Querkraft V_k [kN]	Verformung u [mm]	Bodenpress. [MN/m ²]
0.00	5.00	128.30	-1282.88	24.83	3.94	0.02
0.40	5.00	136.89	-1288.96	18.26	3.53	0.02
0.80	5.00	143.01	-1295.04	12.40	3.14	0.02
1.20	5.00	146.91	-1301.13	7.21	2.77	0.01
1.60	5.00	148.86	-1307.21	2.64	2.43	0.01
2.00	5.00	149.10	-1313.29	-1.34	2.11	0.01
2.40	5.00	147.85	-1319.37	-4.79	1.81	0.01
2.80	5.00	145.33	-1325.45	-7.73	1.54	0.01
3.20	5.00	141.73	-1331.54	-10.22	1.29	0.01
3.60	5.00	137.22	-1337.62	-12.29	1.06	0.01
4.00	5.00	131.95	-1343.70	-13.97	0.86	0.00
4.40	5.00	126.08	-1349.78	-15.32	0.68	0.00
4.80	5.00	119.74	-1355.87	-16.36	0.51	0.00



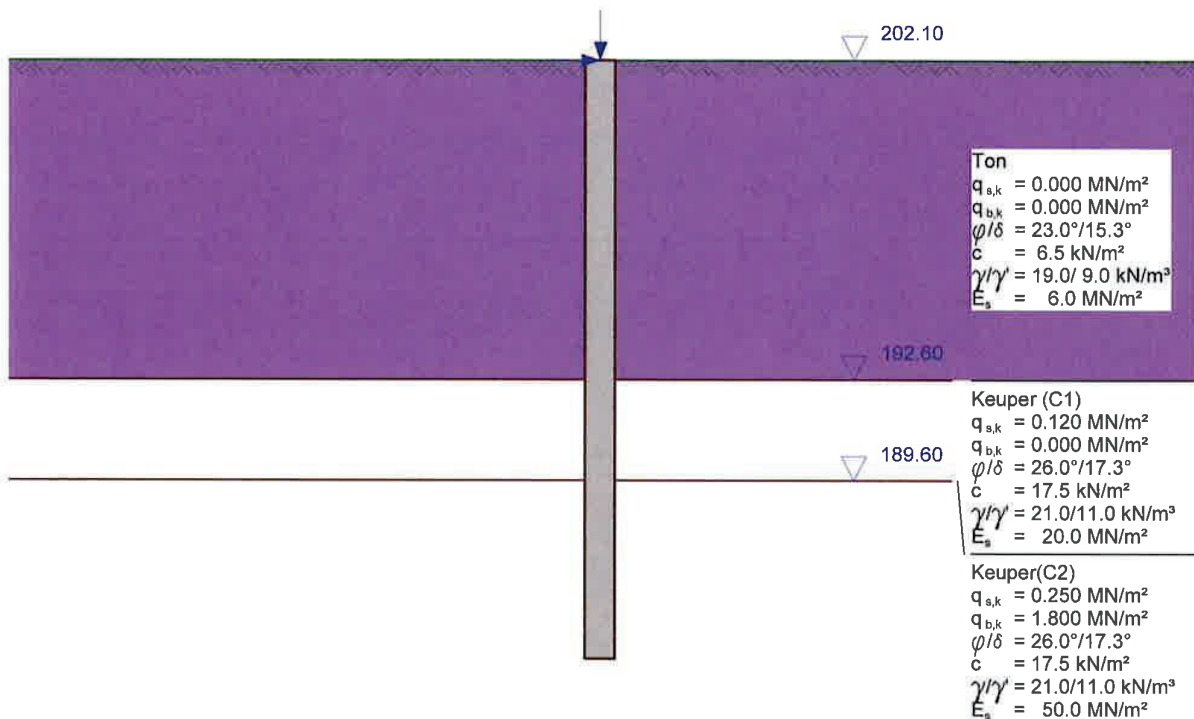
Tiefe z [m]	Bettung k_s [MN/m ³]	Moment M_k [kNm]	Normalkraft N_k [kN]	Querkraft V_k [kN]	Verformung u [mm]	Bodenpress. [MN/m ²]
5.20	5.00	113.03	-1361.95	-17.14	0.37	0.00
5.60	5.00	106.06	-1368.03	-17.67	0.24	0.00
6.00	5.00	98.92	-1374.11	-18.00	0.13	0.00
6.40	5.00	91.68	-1380.19	-18.15	0.04	0.00
6.80	5.00	84.42	-1386.28	-18.15	-0.04	0.00
7.20	5.00	77.18	-1392.36	-18.02	-0.10	0.00
7.60	5.00	70.01	-1398.44	-17.79	-0.16	0.00
8.00	5.00	62.95	-1404.52	-17.48	-0.20	0.00
8.40	5.00	56.03	-1410.60	-17.11	-0.23	0.00
8.80	5.00	49.27	-1416.69	-16.68	-0.25	0.00
9.20	5.00	42.69	-1422.77	-16.23	-0.27	0.00
9.50	5.00	37.88	-1415.87	-15.87	-0.27	0.00
9.90	13.30	31.79	-1365.27	-14.58	-0.28	0.00
10.30	13.30	26.21	-1303.20	-13.30	-0.27	0.00
10.70	13.30	21.15	-1241.14	-12.02	-0.27	0.00
11.10	13.30	16.59	-1179.07	-10.79	-0.26	0.00
11.50	13.30	12.51	-1117.01	-9.61	-0.25	0.00
11.90	13.30	8.89	-1054.94	-8.48	-0.23	0.00
12.30	13.30	5.71	-992.88	-7.43	-0.22	0.00
12.70	33.30	3.01	-893.90	-5.73	-0.20	-0.01
13.10	33.30	1.18	-758.01	-3.47	-0.18	-0.01
13.50	33.30	0.21	-622.12	-1.41	-0.17	-0.01
13.80	33.30	0.00	-520.20	0.00	-0.15	-0.01



Pos. F.302 d88/17,8

Bemessung

Lf-Name	Hg	Vg	Mg	Hq	Vq	Mq
1	0.00	1858.00	0.00	12.00	831.00	0.00



Maßstab 1:200



Programm DC-Pfahl *** Copyright 2000-2026 ALLPLAN GmbH ***

Bohrpfahl nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2021

Erddruck nach DIN 4085:2017

Verfahren für äußere Standsicherheit und für Schnittgrößen:

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

Pfahldurchmesser: 0.880 m
Umfang: 2.765 m
Pfahllänge: 17.80 m
Wichte Pfahl: 25.00 kN/m³
Betongüte: C35/45
E-Modul: 34000.0 MN/m²
Stahlsorte: 500 (A)
Randabstand Bewehrungsachse: 0.20 m

Geländeoberkante auf 202.10 m

Schichten

Name	Tiefe [m]	char.Mantelreib. [MN/m²]	char.Spitzendruck [MN/m²]	char.Spitzendruck für		
				s=0.02D	s=0.03D	s=0.10D
Ton	9.50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Keuper (C1)	12.50	0.1200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Keuper(C2)	20.00	0.2500	1.8000	0.6200	0.8000	1.8000

Name	φ [°]	δ [°]	c [kN/m²]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	E_s [MN/m²]	$k_{s,o/u}$ [MN/m³]
Ton	23.0	15.3	6.5	19.0	9.0	6.0	5.0
Keuper (C1)	26.0	17.3	17.5	21.0	11.0	20.0	13.3
Keuper(C2)	26.0	17.3	17.5	21.0	11.0	50.0	33.3

Lastfallkomb. BS
1 P

Lasten

Lastfallkomb.	V [kN]	Q [kN]	M [kNm]
1 G	1858.00	0.00	0.00
Q	831.00	12.00	0.00

Teilsicherheitsbeiwerte für äußere Standsicherheit (GEO) im Nachweisverfahren 2

γ -	G	Q	G, stb	s	s, t	b
BS-P	1.350	1.500	1.000	1.400	1.500	1.400
BS-T	1.200	1.300	1.000	1.400	1.500	1.400
BS-A	1.100	1.100	1.000	1.400	1.500	1.400
BS-T/A	1.150	1.200	1.000	1.400	1.500	1.400



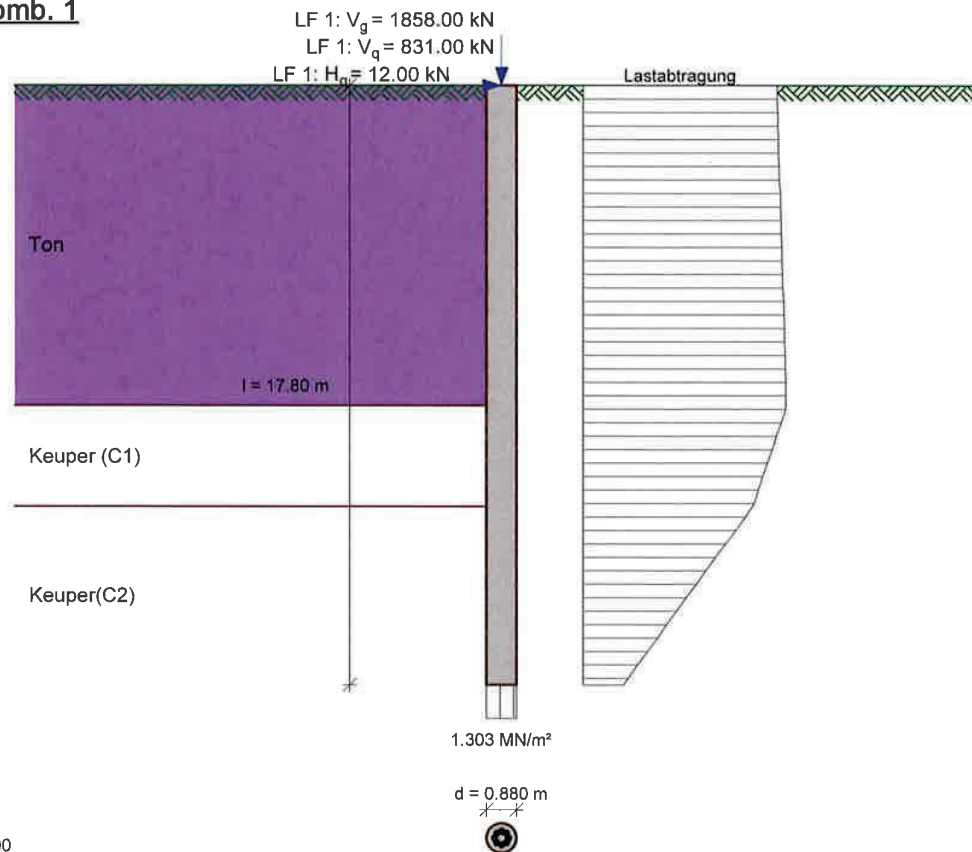
Teilsicherheitsbeiwerte für Schnittgrößen (STR) im Nachweisverfahren 2

γ -	G	Q	G,stb	φ	c	cu	Ep
BS-P	1.350	1.500	1.000	1.000	1.000	1.000	1.400
BS-T	1.200	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.300
BS-A	1.100	1.100	1.000	1.000	1.000	1.000	1.200
BS-T/A	1.150	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.250

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für ...
G	ständige Einwirkungen
Q	veränderliche Einwirkungen
G,stb	ständige, stabilisierende Einwirkungen
s	Pfahlwiderstand Mantelreibung auf Druck
s,t	Pfahlwiderstand Mantelreibung auf Zug
b	Pfahlwiderstand Spitzendruck
φ	Reibungswinkel
c	Kohäsion
cu	Kohäsion undränirt
Ep	Erdwiderstand



LF-Komb. 1



aßstab 1:200

Ansatz von geometrischen Imperfektionen:
Exzentrizität: 0.100 m, $\Delta M = V \cdot e = 268.90$ kNm
Neigung: 0.010, $\Delta H = V \cdot n = 26.89$ kN
 $\Delta V = H \cdot n = -0.12$ kN

Nachweis der äußeren Tragfähigkeit im Nachweisverfahren 2

Pfahllänge L = 17.80 m

Nachweis für Mantelreibung und Spitzendruck:

$P_d + G_d = E_d = 4120.00$ kN

$R_d = 4109.38$ kN

$E_d/R_d = 1.00 = 1.00$

*** Nachweis erfüllt ***

Aufnehmbare Mantelreibung:

Schicht	l [m]	vorh. q_s [MN/m²]	Reibungskraft Q_d [kN]
Ton	9.50	0.000	0.00
Keuper (C1)	3.00	0.086	710.90
Keuper (C2)	5.30	0.179	2616.50

Aufn. Spitzendruckkraft S [kN]: 781.99



Summe = R_d 4109.38 kN

Vorh. Spitzendruckkraft vorh.S = $E_d - \text{Summe}(Q_d) = 792.61 \text{ kN}$

Resultierender Spitzendruck = vorh. $S/A = 1.303 \text{ MN/m}^2 > \text{zul. Spitzendruck} = 1.286 \text{ MN/m}^2$

Setzung aus Widerstandsetzungslinie: $s = 1.591 \text{ cm}$

Anpassung der Bettungsspannungen an den ebenen passiven Erddruck

Nachweis des Erdwiderstands mit Nachweisverfahren 2:

$B_{h,d} / E_{ph,d} = 105.49 \text{ kN} / 1903.09 \text{ kN} = 0.06 < 1.0$

(bis zum Drehpunkt bei $z = 6.24 \text{ m}$)

Berechnet mit dem räumlichen passiven Erddruck nach DIN 4085:2017 mit

$0.3 \cdot h = 1.873 \text{ m}$, $\mu_{pgh} = 2.709$, $\mu_{pch} = 3.863$

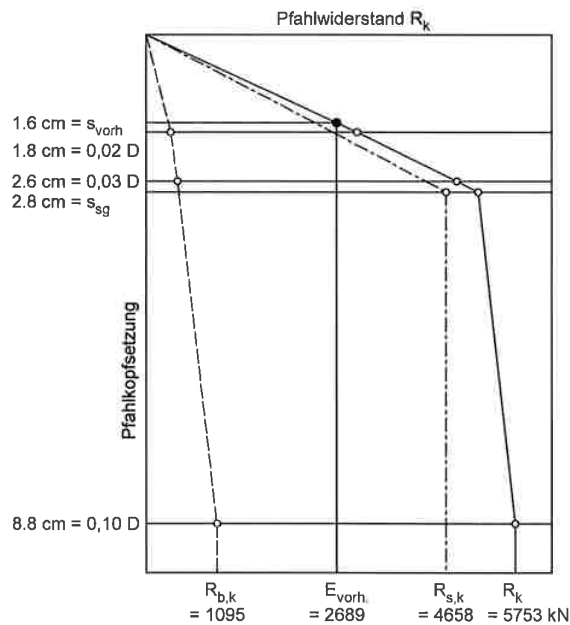
*** Nachweis erfüllt ***

Pfahlkopfverformungen:

Kopfverschiebung = 7.2 mm

Kopfverdrehung = $0.0020 = 0.1^\circ$

Widerstandsetzungslinie





Nachweis der inneren Tragfähigkeit nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

Sicherheitsbeiwert für Widerstände, Beton: 1.50

Sicherheitsbeiwert für Widerstände, Stahl: 1.15

Bemessungsschnittgrößen: $M_d = 415.55 \text{ kNm}$, $N_d = -3787.46 \text{ kN}$ ($z = 1.60 \text{ m}$). $V_d = 55.55 \text{ kN}$ ($z = 0.00 \text{ m}$).

Biegebemessung:

tot. $\omega = 0.0000$

erf. Gesamtbew. $A_s = 0.00 \text{ cm}^2$ (< Mindestbewehrung nach EN 1536 = 25.00 cm^2)

Querkraftbemessung für maßg. V:

$V_{Rdc,max} = 1154.979 \text{ kN} > V_d$

Druckstrebenneigung $\vartheta = 18.43^\circ$

erf. Querkraftbew. $A_{ss} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$ **

Abschnittsweise Bemessung

Tiefe [m]	Moment M_d [kNm]	Normalkraft N_d [kN]	Querkraft V_d [kN]	Biegebew. [cm ²]	Querkraftbew. [cm ² /m]
0.00	375.48	-3754.62	55.55	0.00	0.00 **
1.00	410.83	-3775.15	17.08	0.00	0.00 **
2.00	413.21	-3795.67	-10.68	0.00	0.00 **
3.00	392.43	-3816.20	-29.55	0.00	0.00 **
4.00	356.49	-3836.73	-41.29	0.00	0.00 **
5.00	311.67	-3857.26	-47.56	0.00	0.00 **
6.00	262.70	-3877.78	-49.82	0.00	0.00 **
7.00	212.94	-3898.31	-49.34	0.00	0.00 **
8.00	164.59	-3918.84	-47.15	0.00	0.00 **
9.00	118.92	-3939.36	-44.10	0.00	0.00 **
10.00	77.21	-3841.41	-38.05	0.00	0.00 **
11.00	43.38	-3624.97	-29.76	0.00	0.00 **
12.00	17.29	-3408.53	-22.66	0.00	0.00 **
13.00	-1.43	-3063.74	-13.24	0.00	0.00 **
14.00	-9.43	-2590.58	-3.44	0.00	0.00 **
15.00	-9.62	-2117.43	2.43	0.00	0.00 **
16.00	-5.80	-1644.28	4.62	0.00	0.00 **
17.00	-1.51	-1171.13	3.38	0.00	0.00 **
17.80	0.00	-792.61	0.00	0.00	0.00 **

** Information: erf. Querkraftbewehrung < Mindest-Querkraftbew. nach DIN EN 1992 = $8.82 \text{ cm}^2/\text{m}$

Längsbewehrung: gewählt $8 \text{ } \varnothing 20 \text{ mm} = 25.14 \text{ cm}^2$

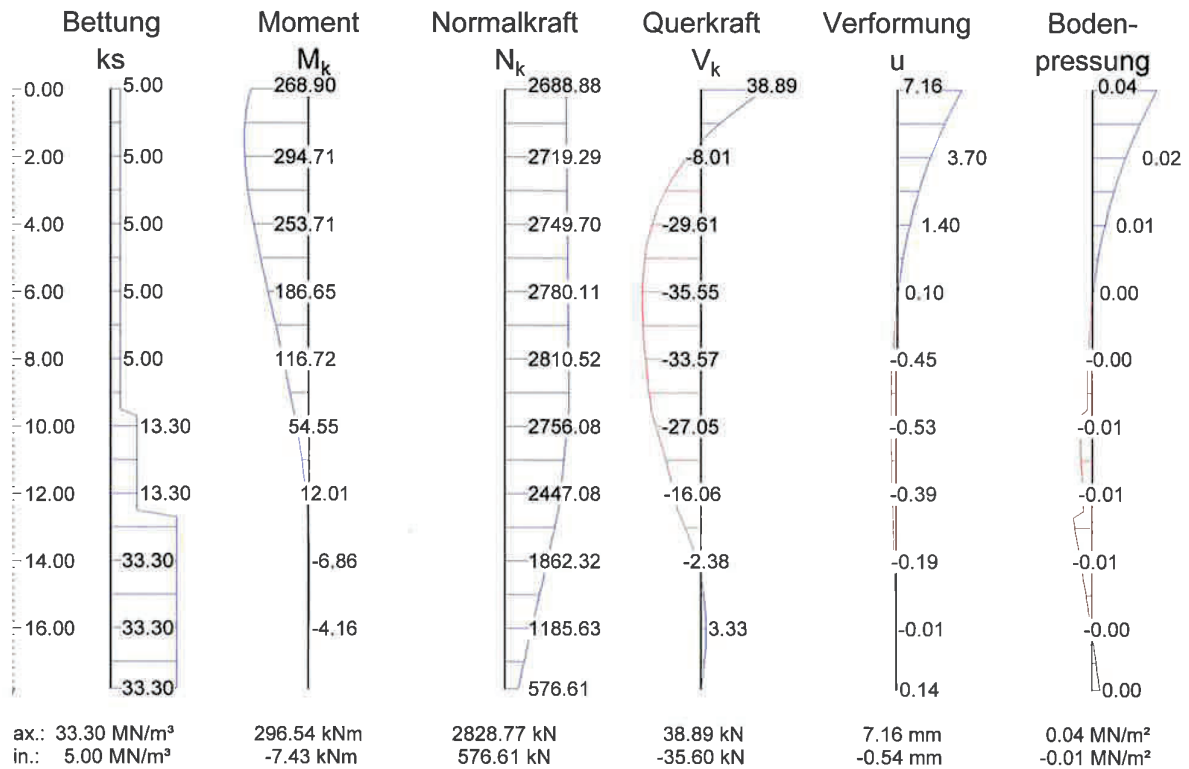
Querkraftbewehrung: gewählt $\varnothing 10 \text{ mm}$, Ganghöhe $20 \text{ cm} = 7.86 \text{ cm}^2/\text{m}$ von 0.00 m bis ___ m

gewählt $\varnothing \text{___ mm}$, Ganghöhe $\text{___ cm} = \text{___ cm}^2/\text{m}$ von ___ m bis ___ m



Schnittgrößen mit elastischer Bettung

(charakteristisch)



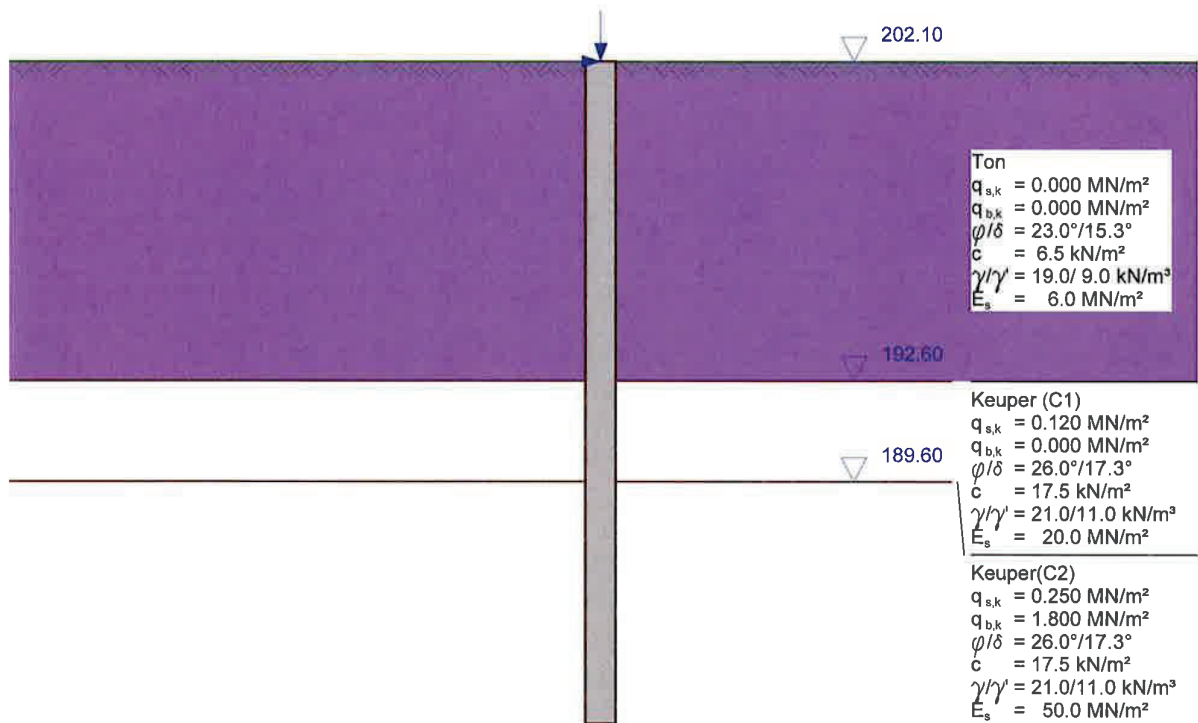
Tiefe z [m]	Bettung k_s [MN/m³]	Moment M_k [kNm]	Normalkraft N_k [kN]	Querkraft V_k [kN]	Verformung u [mm]	Bodenpress. [MN/m²]
0.00	5.00	268.90	-2688.88	38.89	7.16	0.04
1.00	5.00	293.47	-2704.09	11.63	5.28	0.03
2.00	5.00	294.71	-2719.29	-8.01	3.70	0.02
3.00	5.00	279.56	-2734.50	-21.34	2.41	0.01
4.00	5.00	253.71	-2749.70	-29.61	1.40	0.01
5.00	5.00	221.63	-2764.91	-34.00	0.64	0.00
6.00	5.00	186.65	-2780.11	-35.55	0.10	0.00
7.00	5.00	151.17	-2795.32	-35.16	-0.25	0.00
8.00	5.00	116.72	-2810.52	-33.57	-0.45	0.00
9.00	5.00	84.22	-2825.73	-31.38	-0.53	0.00
9.90	13.30	57.25	-2771.53	-27.67	-0.53	-0.01
10.90	13.30	32.63	-2617.03	-21.68	-0.48	-0.01
11.90	13.30	13.62	-2462.53	-16.51	-0.40	-0.01
12.90	33.30	-0.30	-2234.50	-10.20	-0.30	-0.01
13.90	33.30	-6.62	-1896.15	-2.93	-0.20	-0.01
14.90	33.30	-7.11	-1557.81	1.50	-0.11	0.00
15.90	33.30	-4.49	-1219.47	3.30	-0.02	0.00
16.90	33.30	-1.33	-881.12	2.63	0.06	0.00
17.80	33.30	0.00	-576.61	0.00	0.14	0.00



Pos. F.303 d88/19,7

Bemessung

Lf-Name	Hg	Vg	Mg	Hq	Vq	Mq
1	0.00	2252.00	0.00	12.00	889.00	0.00



Maßstab 1:200



Programm DC-Pfahl *** Copyright 2000-2026 ALLPLAN GmbH ***

Bohrpfahl nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2021

Erddruck nach DIN 4085:2017

Verfahren für äußere Standsicherheit und für Schnittgrößen:

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

Pfahldurchmesser: 0.880 m
Umfang: 2.765 m
Pfahllänge: 19.70 m
Wichte Pfahl: 25.00 kN/m³
Betongüte: C35/45
E-Modul: 34000.0 MN/m²
Stahlsorte: 500 (A)
Randabstand Bewehrungsachse: 0.20 m

Geländeoberkante auf 202.10 m

Schichten

Name	Tiefe [m]	char.Mantelreib. [MN/m²]	char.Spitzendruck [MN/m²]	char.Spitzendruck für		
				s=0.02D	s=0.03D	s=0.10D
Ton	9.50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Keuper (C1)	12.50	0.1200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Keuper(C2)	20.00	0.2500	1.8000	0.6200	0.8000	1.8000

Name	φ [°]	δ [°]	c [kN/m²]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	E _s [MN/m²]	k _{s,o/u} [MN/m³]
Ton	23.0	15.3	6.5	19.0	9.0	6.0	5.0
Keuper (C1)	26.0	17.3	17.5	21.0	11.0	20.0	13.3
Keuper(C2)	26.0	17.3	17.5	21.0	11.0	50.0	33.3

Lastfallkomb. BS
1 P

Lasten

Lastfallkomb.	V [kN]	Q [kN]	M [kNm]
1 G	2252.00	0.00	0.00
Q	889.00	12.00	0.00

Teilsicherheitsbeiwerte für äußere Standsicherheit (GEO) im Nachweisverfahren 2

γ -	G	Q	G,stb	s	s,t	b
BS-P	1.350	1.500	1.000	1.400	1.500	1.400
BS-T	1.200	1.300	1.000	1.400	1.500	1.400
BS-A	1.100	1.100	1.000	1.400	1.500	1.400
BS-T/A	1.150	1.200	1.000	1.400	1.500	1.400



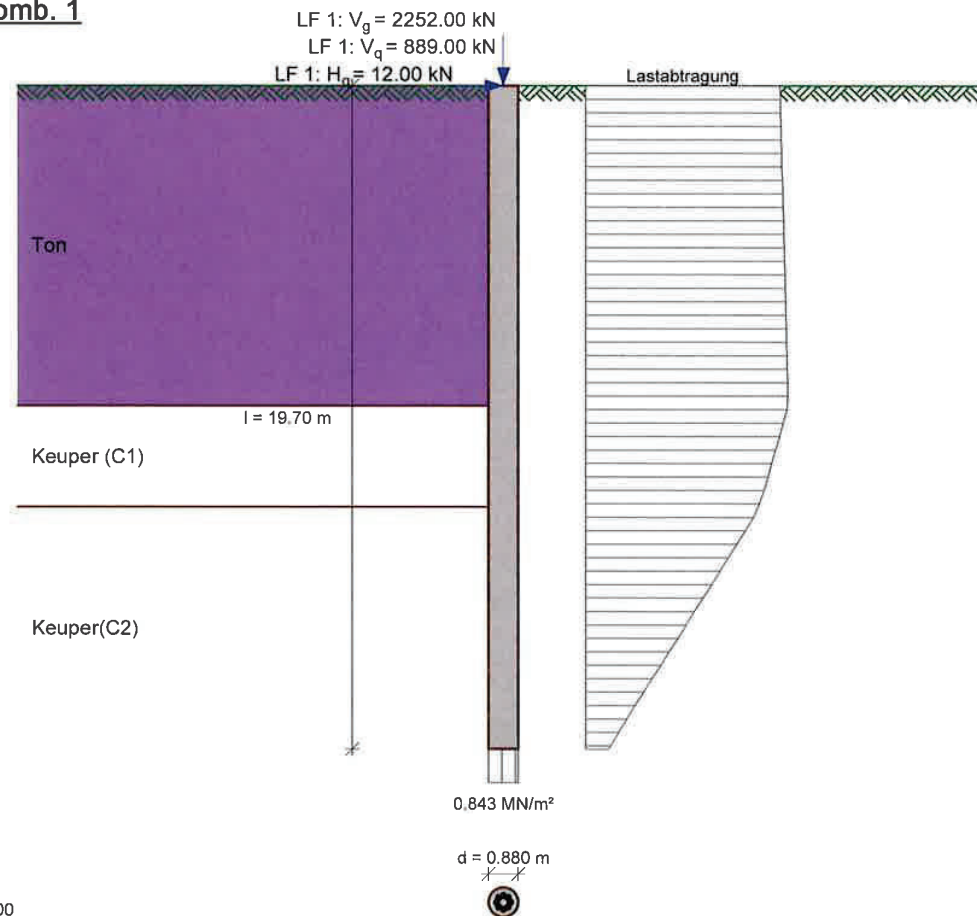
Teilsicherheitsbeiwerte für Schnittgrößen (STR) im Nachweisverfahren 2

γ -	G	Q	G,stb	φ	c	cu	Ep
BS-P	1.350	1.500	1.000	1.000	1.000	1.000	1.400
BS-T	1.200	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.300
BS-A	1.100	1.100	1.000	1.000	1.000	1.000	1.200
BS-T/A	1.150	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.250

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für ...
G	ständige Einwirkungen
Q	veränderliche Einwirkungen
G,stb	ständige, stabilisierende Einwirkungen
s	Pfahlwiderstand Mantelreibung auf Druck
s,t	Pfahlwiderstand Mantelreibung auf Zug
b	Pfahlwiderstand Spitzendruck
φ	Reibungswinkel
c	Kohäsion
cu	Kohäsion undränirt
Ep	Erdwiderstand



LF-Komb. 1



Ansatz von geometrischen Imperfektionen:
Exzentrizität: 0.100 m, $\Delta M = V \cdot e = 314.10 \text{ kNm}$
Neigung: 0.010, $\Delta H = V \cdot n = 31.41 \text{ kN}$
 $\Delta V = H \cdot n = -0.12 \text{ kN}$

Nachweis der äußeren Tragfähigkeit im Nachweisverfahren 2

Pfahllänge L = 19.70 m

Nachweis für Mantelreibung und Spitzendruck:

$P_d + G_d = E_d = 4777.91 \text{ kN}$

$R_d = 5047.37 \text{ kN}$

$E_d/R_d = 0.94 < 1.00$

*** Nachweis erfüllt ***



Aufnehmbare Mantelreibung:

Schicht	l [m]	vorh. q_s [MN/m ²]	Reibungskraft Q_d [kN]
Ton	9.50	0.000	0.00
Keuper (C1)	3.00	0.086	710.90
Keuper(C2)	7.20	0.179	3554.49

Aufn. Spitzendruckkraft S [kN]: 781.99

Summe = R_d 5047.37 kN

Vorh. Spitzendruckkraft vorh. S = E_d - Summe(Q_d) = 512.52 kN

Resultierender Spitzendruck = vorh. S/A = 0.843 MN/m² < zul. Spitzendruck = 1.286 MN/m²

Setzung aus Widerstandsetzungslinie: s = 1.561 cm

Anpassung der Bettungsspannungen an den ebenen passiven Erddruck

Nachweis des Erdwiderstands mit Nachweisverfahren 2:

$B_{h,d} / E_{ph,d} = 119.86 \text{ kN} / 1903.61 \text{ kN} = 0.06 < 1.0$

(bis zum Drehpunkt bei z = 6.24 m)

Berechnet mit dem räumlichen passiven Erddruck nach DIN 4085:2017 mit

$0.3 \cdot h = 1.873 \text{ m}$, $\mu_{pgh} = 2.709$, $\mu_{pch} = 3.863$

*** Nachweis erfüllt ***

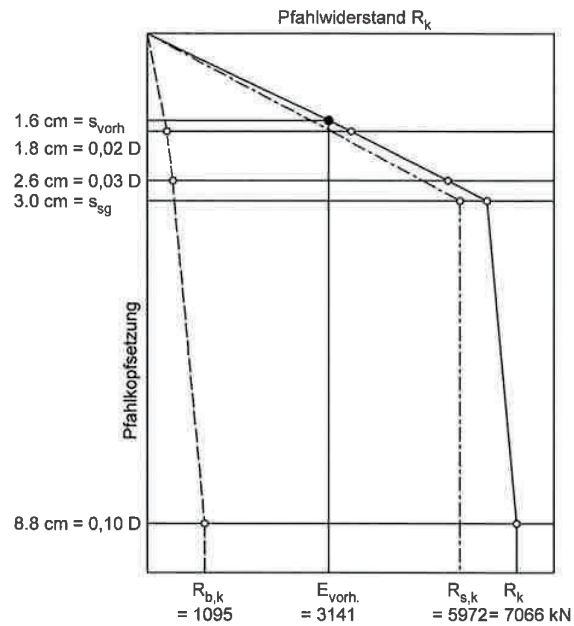
Pfahlkopfverformungen:

Kopfverschiebung = 8.2 mm

Kopfverdrehung = 0.0023 = 0.1°



Widerstandsetzungslinie





Nachweis der inneren Tragfähigkeit nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

Sicherheitsbeiwert für Widerstände, Beton: 1.50

Sicherheitsbeiwert für Widerstände, Stahl: 1.15

Bemessungsschnittgrößen: $M_d = 481.39 \text{ kNm}$, $N_d = -4406.36 \text{ kN}$ ($z = 1.60 \text{ m}$). $V_d = 61.74 \text{ kN}$ ($z = 0.00 \text{ m}$).

Biegebemessung:

tot. $\omega = 0.0000$

erf. Gesamtbew. $A_s = 0.00 \text{ cm}^2$ (< Mindestbewehrung nach EN 1536 = 25.00 cm^2)

Querkraftbemessung für maßg. V:

$V_{Rdc,max} = 1153.747 \text{ kN} > V_d$

Druckstrebenneigung $\vartheta = 18.43^\circ$

erf. Querkraftbew. $A_{ss} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$ **

Abschnittsweise Bemessung

Tiefe [m]	Moment M_d [kNm]	Normalkraft N_d [kN]	Querkraft V_d [kN]	Biegebew. [cm ²]	Querkraftbew. [cm ² /m]
0.00	437.37	-4373.52	61.74	0.00	0.00 **
1.00	476.66	-4394.05	18.44	0.00	0.00 **
2.00	478.27	-4414.57	-13.33	0.00	0.00 **
3.00	453.40	-4435.10	-34.89	0.00	0.00 **
4.00	411.21	-4455.63	-48.29	0.00	0.00 **
5.00	358.90	-4476.16	-55.42	0.00	0.00 **
6.00	301.88	-4496.68	-57.99	0.00	0.00 **
7.00	243.96	-4517.21	-57.44	0.00	0.00 **
8.00	187.64	-4537.74	-54.96	0.00	0.00 **
9.00	134.35	-4558.26	-51.52	0.00	0.00 **
10.00	85.50	-4460.31	-44.76	0.00	0.00 **
11.00	45.45	-4243.87	-35.51	0.00	0.00 **
12.00	14.03	-4027.43	-27.61	0.00	0.00 **
13.00	-9.18	-3682.64	-17.09	0.00	0.00 **
14.00	-20.32	-3209.48	-5.90	0.00	0.00 **
15.00	-22.27	-2736.33	1.40	0.00	0.00 **
16.00	-18.61	-2263.18	5.43	0.00	0.00 **
17.00	-12.31	-1790.03	6.78	0.00	0.00 **
18.00	-5.80	-1316.88	5.90	0.00	0.00 **
19.00	-1.15	-843.73	3.08	0.00	0.00 **
19.70	0.00	-512.52	0.00	0.00	0.00 **

** Information: erf. Querkraftbewehrung < Mindest-Querkraftbew. nach DIN EN 1992 = $8.82 \text{ cm}^2/\text{m}$

Längsbewehrung: gewählt 8 $\emptyset$ 20 mm = 25.14 cm^2

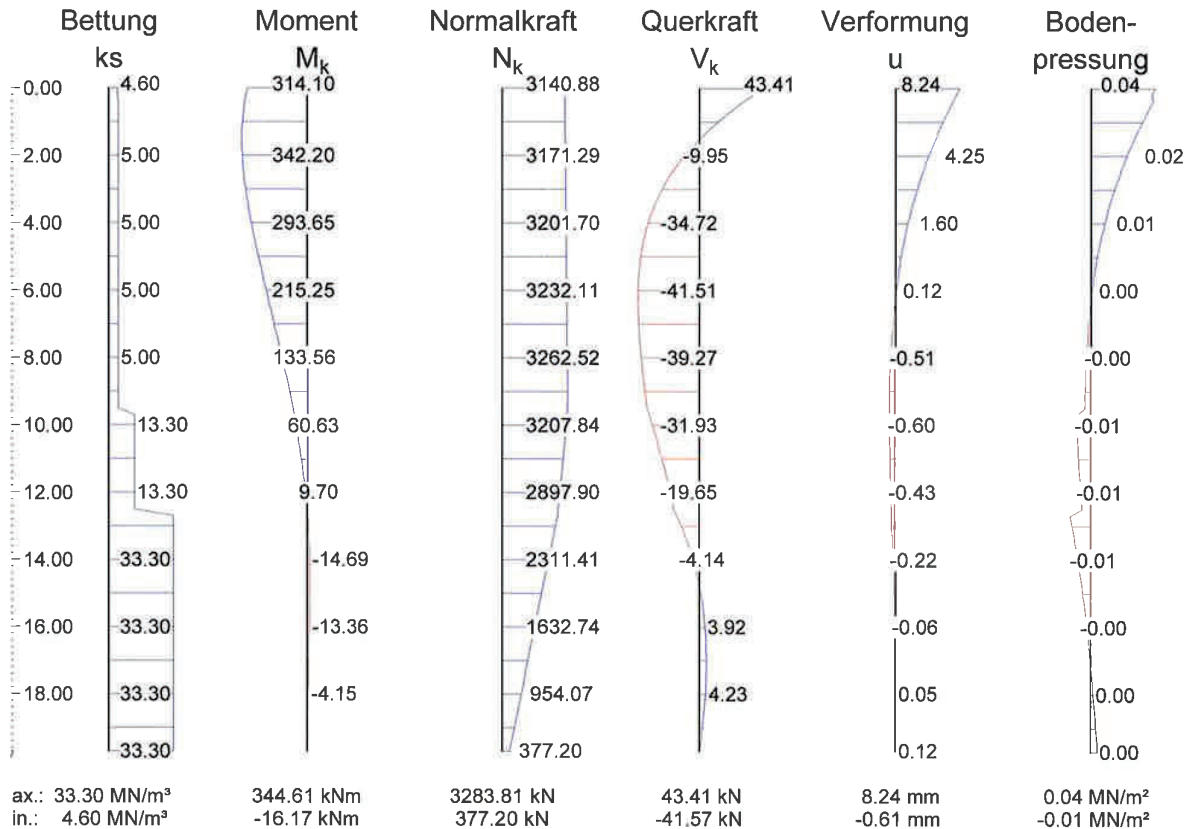
Querkraftbewehrung: gewählt $\emptyset$ 10 mm, Ganghöhe 20 cm = $7.86 \text{ cm}^2/\text{m}$ von 0.00 m bis ____ m

gewählt $\emptyset$ ____ mm, Ganghöhe ____ cm = ____ cm^2/m von ____ m bis ____ m



Schnittgrößen mit elastischer Bettung

(charakteristisch)



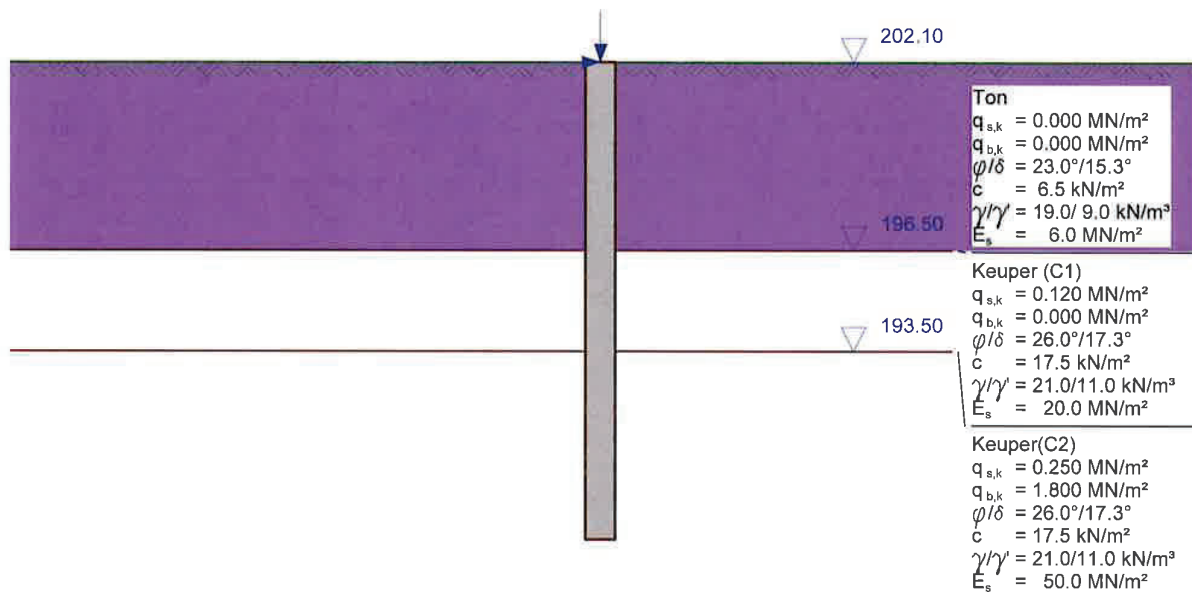
Tiefe z [m]	Bettung k_s [MN/m³]	Moment M_k [kNm]	Normalkraft N_k [kN]	Querkraft V_k [kN]	Verformung u [mm]	Bodenpress. [MN/m²]
0.00	4.60	314.10	-3140.88	43.41	8.24	0.04
1.00	5.00	341.54	-3156.09	12.62	6.07	0.03
2.00	5.00	342.20	-3171.29	-9.95	4.25	0.02
3.00	5.00	324.06	-3186.50	-25.25	2.76	0.01
4.00	5.00	293.65	-3201.70	-34.72	1.60	0.01
5.00	5.00	256.10	-3216.91	-39.74	0.73	0.00
6.00	5.00	215.25	-3232.11	-41.51	0.12	0.00
7.00	5.00	173.81	-3247.32	-41.07	-0.28	0.00
8.00	5.00	133.56	-3262.52	-39.27	-0.51	0.00
9.00	5.00	95.50	-3277.73	-36.79	-0.60	0.00
9.90	13.30	63.82	-3223.34	-32.63	-0.60	-0.01
10.90	13.30	34.60	-3068.37	-25.92	-0.54	-0.01
11.90	13.30	11.66	-2913.39	-20.15	-0.44	-0.01
12.90	33.30	-5.59	-2684.68	-13.08	-0.34	-0.01
13.90	33.30	-14.28	-2345.34	-4.80	-0.23	-0.01
14.90	33.30	-16.13	-2006.01	0.66	-0.14	0.00
15.90	33.30	-13.75	-1666.67	3.73	-0.07	0.00
16.90	33.30	-9.31	-1327.34	4.86	-0.01	0.00
17.90	33.30	-4.58	-988.00	4.37	0.04	0.00
18.90	33.30	-1.04	-648.67	2.47	0.09	0.00



Pos. F.304 d88/14,2

Bemessung

Lf-Name	Hg	Vg	Mg	Hq	Vq	Mq
1	0.00	1899.00	0.00	12.00	726.00	0.00



Maßstab 1:200



Programm DC-Pfahl *** Copyright 2000-2026 ALLPLAN GmbH ***

Eingabedatei: C:\Caspers\20240588_Mensa-Erfurt\LPH4\Pfahlgründung\Bemessung LPH4
20240588_LPH4_Pfahlgründung_F304.dbp

Bohrpfahl nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2021

Erddruck nach DIN 4085:2017

Verfahren für äußere Standsicherheit und für Schnittgrößen:

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

Pfahldurchmesser: 0.880 m
Umfang: 2.765 m
Pfahllänge: 14.20 m
Wichte Pfahl: 25.00 kN/m³
Betongüte: C35/45
E-Modul: 34000.0 MN/m²
Stahlsorte: 500 (A)
Randabstand Bewehrungsachse: 0.20 m

Geländeoberkante auf 202.10 m

Schichten

Name	Tiefe [m]	char.Mantelreib. [MN/m²]	char.Spitzendruck [MN/m²]	char.Spitzendruck für		
				s=0.02D	s=0.03D	s=0.10D
Ton	5.60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Keuper (C1)	8.60	0.1200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Keuper(C2)	20.00	0.2500	1.8000	0.6200	0.8000	1.8000

Name	φ [°]	δ [°]	c [kN/m²]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	E_s [MN/m²]	$k_{s,o/u}$ [MN/m³]
Ton	23.0	15.3	6.5	19.0	9.0	6.0	5.0
Keuper (C1)	26.0	17.3	17.5	21.0	11.0	20.0	13.3
Keuper(C2)	26.0	17.3	17.5	21.0	11.0	50.0	33.3

Lastfallkomb. BS
1 P

Lasten

Lastfallkomb.		V [kN]	Q [kN]	M [kNm]
1	G	1899.00	0.00	0.00
	Q	726.00	12.00	0.00

Teilsicherheitsbeiwerte für äußere Standsicherheit (GEO) im Nachweisverfahren 2

γ -	G	Q	G, stb	s	s, t	b
BS-P	1.350	1.500	1.000	1.400	1.500	1.400
BS-T	1.200	1.300	1.000	1.400	1.500	1.400
BS-A	1.100	1.100	1.000	1.400	1.500	1.400
BS-T/A	1.150	1.200	1.000	1.400	1.500	1.400



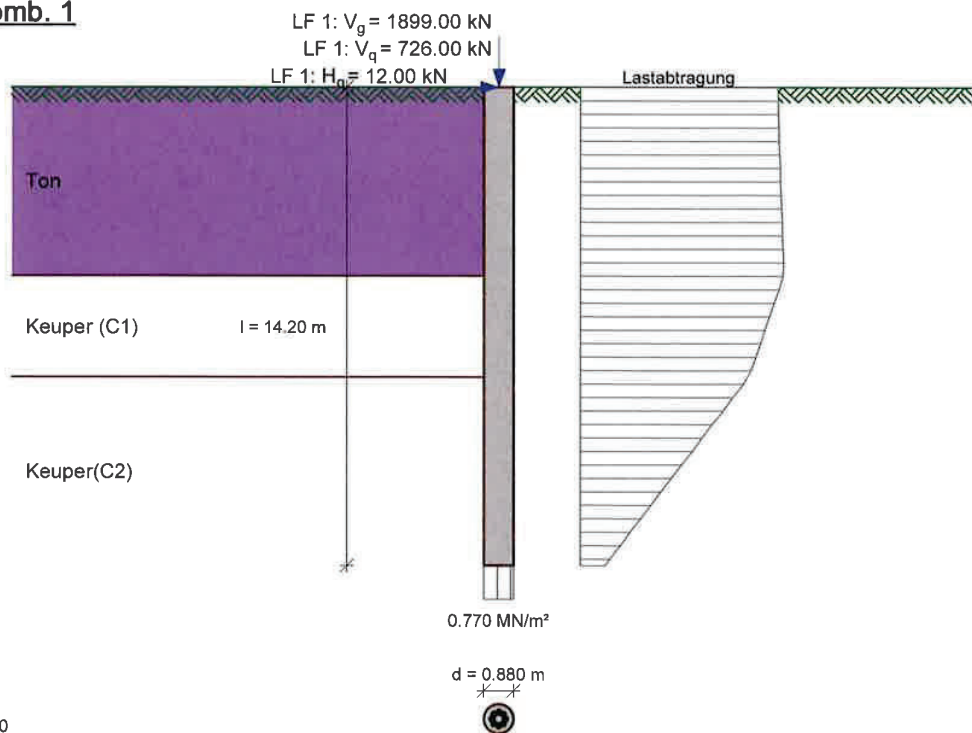
Teilsicherheitsbeiwerte für Schnittgrößen (STR) im Nachweisverfahren 2

γ -	G	Q	G,stb	φ	c	cu	Ep
BS-P	1.350	1.500	1.000	1.000	1.000	1.000	1.400
BS-T	1.200	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.300
BS-A	1.100	1.100	1.000	1.000	1.000	1.000	1.200
BS-T/A	1.150	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.250

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für ...
G	ständige Einwirkungen
Q	veränderliche Einwirkungen
G,stb	ständige, stabilisierende Einwirkungen
s	Pfahlwiderstand Mantelreibung auf Druck
s,t	Pfahlwiderstand Mantelreibung auf Zug
b	Pfahlwiderstand Spitzendruck
φ	Reibungswinkel
c	Kohäsion
cu	Kohäsion undränirt
Ep	Erdwiderstand



LF-Komb. 1



Ansatz von geometrischen Imperfektionen:

Exzentrizität: 0.100 m , $\Delta M = V \cdot e = 262.50 \text{ kNm}$

Neigung: 0.010 , $\Delta H = V \cdot n = 26.25 \text{ kN}$

$\Delta V = H \cdot n = -0.12 \text{ kN}$

Nachweis der äußeren Tragfähigkeit im Nachweisverfahren 2

Pfahllänge $L = 14.20 \text{ m}$

Nachweis für Mantelreibung und Spitzendruck:

$P_d + G_d = E_d = 3943.96 \text{ kN}$

$R_d = 4257.49 \text{ kN}$

$E_d/R_d = 0.93 < 1.00$

*** Nachweis erfüllt ***

Aufnehmbare Mantelreibung:

Schicht	l [m]	vorh. q_s [MN/m ²]	Reibungskraft Q_d [kN]
Ton	5.60	0.000	0.00
Keuper (C1)	3.00	0.086	710.90
Keuper (C2)	5.60	0.179	2764.60

Aufn. Spitzendruckkraft S [kN]: 781.99

Summe = R_d 4257.49 kN

Vorh. Spitzendruckkraft vorh. $S = E_d - \text{Summe}(Q_d) = 468.46 \text{ kN}$

Resultierender Spitzendruck = vorh. $S/A = 0.770 \text{ MN/m}^2 < \text{zul. Spitzendruck} = 1.286 \text{ MN/m}^2$



Setzung aus Widerstandsetzungslinie: $s = 1.517 \text{ cm}$

Anpassung der Bettungsspannungen an den ebenen passiven Erddruck

Nachweis des Erdwiderstands mit Nachweisverfahren 2:

$$B_{h,d} / E_{ph,d} = 109.08 \text{ kN} / 2653.33 \text{ kN} = 0.04 < 1.0$$

(bis zum Drehpunkt bei $z = 6.84 \text{ m}$)

Berechnet mit dem räumlichen passiven Erddruck nach DIN 4085:2017 mit
 $0.3 \cdot h = 2.051 \text{ m}$, $\mu_{pgh} = 2.869$, $\mu_{pch} = 4.068$

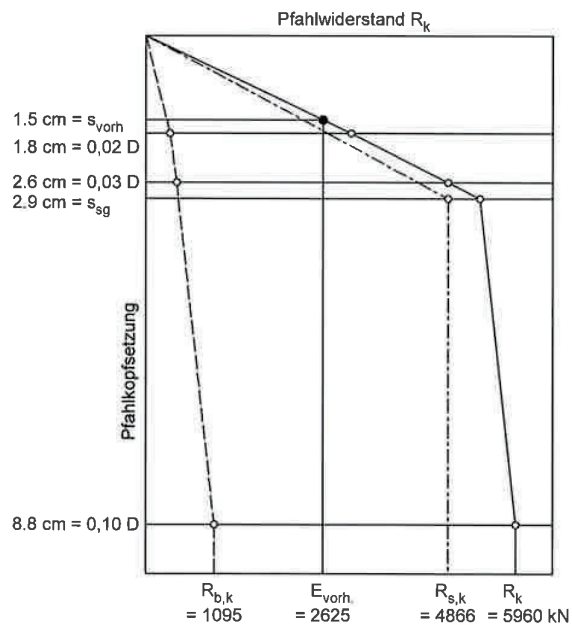
*** Nachweis erfüllt ***

Pfahlkopfverformungen:

Kopfverschiebung = 7.0 mm

Kopfverdrehung = $0.0019 = 0.1^\circ$

Widerstandsetzungslinie





Nachweis der inneren Tragfähigkeit nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

Sicherheitsbeiwert für Widerstände, Beton: 1.50

Sicherheitsbeiwert für Widerstände, Stahl: 1.15

Bemessungsschnittgrößen: $M_d = 404.92 \text{ kNm}$, $N_d = -3685.31 \text{ kN}$ ($z = 1.60 \text{ m}$). $V_d = 54.50 \text{ kN}$ ($z = 6.80 \text{ m}$).

Biegebemessung:

tot. $\omega = 0.0000$

erf. Gesamtbew. $A_s = 0.00 \text{ cm}^2$ (< Mindestbewehrung nach EN 1536 = 25.00 cm^2)

Querkraftbemessung für maßg. V:

$V_{Rdc,max} = 1168.860 \text{ kN} > V_d$

Druckstrebenneigung $\vartheta = 18.43^\circ$

erf. Querkraftbew. $A_{ss} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}^{**}$

Abschnittsweise Bemessung

Tiefe [m]	Moment M_d [kNm]	Normalkraft N_d [kN]	Querkraft V_d [kN]	Biegebew. [cm ²]	Querkraftbew. [cm ² /m]
0.00	365.27	-3652.47	54.53	0.00	0.00 **
0.40	383.75	-3660.68	38.19	0.00	0.00 **
0.80	396.06	-3668.89	23.65	0.00	0.00 **
1.20	402.90	-3677.10	10.81	0.00	0.00 **
1.60	404.92	-3685.31	-0.44	0.00	0.00 **
2.00	402.74	-3693.52	-10.23	0.00	0.00 **
2.40	396.92	-3701.74	-18.66	0.00	0.00 **
2.80	387.97	-3709.95	-25.85	0.00	0.00 **
3.20	376.38	-3718.16	-31.91	0.00	0.00 **
3.60	362.58	-3726.37	-36.95	0.00	0.00 **
4.00	346.95	-3734.58	-41.06	0.00	0.00 **
4.40	329.84	-3742.79	-44.35	0.00	0.00 **
4.80	311.56	-3751.00	-46.92	0.00	0.00 **
5.20	292.39	-3759.21	-48.85	0.00	0.00 **
5.60	272.56	-3753.80	-50.23	0.00	0.00 **
6.00	251.94	-3680.85	-52.65	0.00	0.00 **
6.40	230.57	-3594.27	-54.02	0.00	0.00 **
6.80	208.84	-3507.70	-54.50	0.00	0.00 **
7.20	187.07	-3421.12	-54.28	0.00	0.00 **
7.60	165.49	-3334.54	-53.49	0.00	0.00 **
8.00	144.33	-3247.97	-52.28	0.00	0.00 **
8.40	123.72	-3161.39	-50.74	0.00	0.00 **
8.80	103.90	-3023.19	-47.65	0.00	0.00 **
9.20	85.77	-2834.22	-42.94	0.00	0.00 **
9.60	69.57	-2644.95	-38.09	0.00	0.00 **
10.00	55.30	-2455.69	-33.23	0.00	0.00 **
10.40	42.96	-2266.43	-28.49	0.00	0.00 **
10.80	32.48	-2077.17	-23.96	0.00	0.00 **
11.20	23.76	-1887.91	-19.70	0.00	0.00 **
11.60	16.68	-1698.65	-15.77	0.00	0.00 **
12.00	11.09	-1509.39	-12.22	0.00	0.00 **
12.40	6.85	-1320.13	-9.05	0.00	0.00 **
12.80	3.80	-1130.87	-6.30	0.00	0.00 **
13.20	1.76	-941.61	-3.96	0.00	0.00 **



Tiefe [m]	Moment M_d [kNm]	Normalkraft N_d [kN]	Querkraft V_d [kN]	Biegebew. [cm ²]	Querkraftbew. [cm ² /m]
13.60	0.57	-752.35	-2.06	0.00	0.00 **
14.00	0.06	-563.09	-0.58	0.00	0.00 **
14.20	0.00	-468.46	0.00	0.00	0.00 **

** Information: erf. Querkraftbewehrung < Mindest-Querkraftbew. nach DIN EN 1992 = 8.82 cm²/m

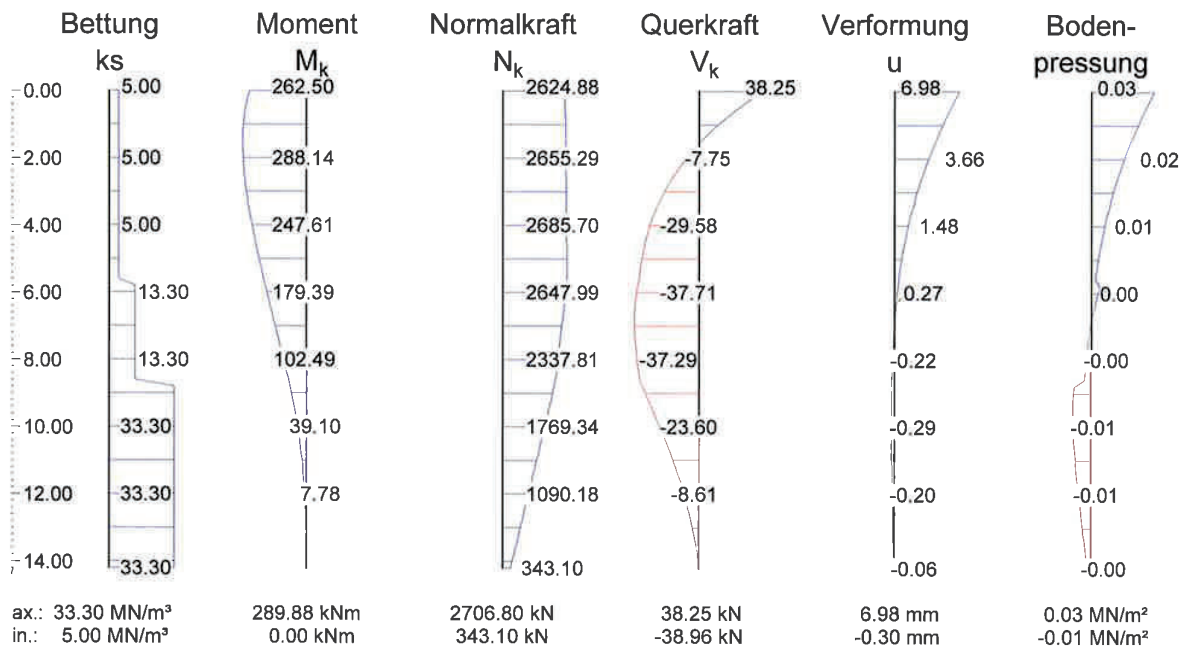
Längsbewehrung: gewählt 8 $\varnothing$ 20 mm = 25.14 cm²

Querkraftbewehrung: gewählt $\varnothing$ 10 mm, Ganghöhe 20 cm = 7.86 cm²/m von 0.00 m bis ___ m

gewählt $\varnothing$ ___ mm, Ganghöhe ___ cm = ___ cm²/m von ___ m bis ___ m

Schnittgrößen mit elastischer Bettung

(charakteristisch)



Tiefe z [m]	Bettung k_s [MN/m ³]	Moment M_k [kNm]	Normalkraft N_k [kN]	Querkraft V_k [kN]	Verformung u [mm]	Bodenpress. [MN/m ²]
0.00	5.00	262.50	-2624.88	38.25	6.98	0.03
0.40	5.00	275.43	-2630.96	26.64	6.23	0.03
0.80	5.00	283.98	-2637.04	16.31	5.52	0.03
1.20	5.00	288.64	-2643.13	7.19	4.85	0.02
1.60	5.00	289.88	-2649.21	-0.80	4.24	0.02
2.00	5.00	288.14	-2655.29	-7.75	3.66	0.02
2.40	5.00	283.81	-2661.37	-13.73	3.14	0.02
2.80	5.00	277.28	-2667.45	-18.82	2.66	0.01
3.20	5.00	268.86	-2673.54	-23.11	2.22	0.01
3.60	5.00	258.88	-2679.62	-26.67	1.83	0.01
4.00	5.00	247.61	-2685.70	-29.58	1.48	0.01
4.40	5.00	235.30	-2691.78	-31.90	1.17	0.01



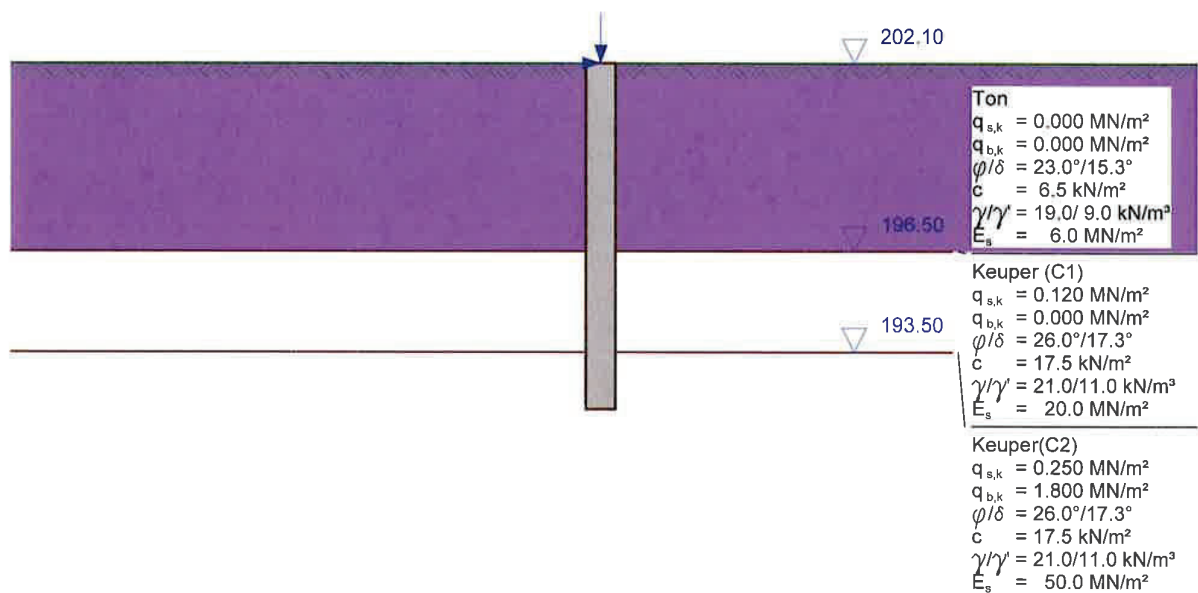
Tiefe z [m]	Bettung k_s [MN/m ³]	Moment M_k [kNm]	Normalkraft N_k [kN]	Querkraft V_k [kN]	Verformung u [mm]	Bodenpress. [MN/m ²]
4.80	5.00	222.16	-2697.87	-33.71	0.89	0.00
5.20	5.00	208.39	-2703.95	-35.06	0.65	0.00
5.60	5.00	194.16	-2700.24	-36.03	0.45	0.00
6.00	13.30	179.39	-2647.99	-37.71	0.27	0.00
6.40	13.30	164.09	-2585.96	-38.64	0.13	0.00
6.80	13.30	148.56	-2523.92	-38.96	0.01	0.00
7.20	13.30	133.00	-2461.88	-38.77	-0.09	0.00
7.60	13.30	117.59	-2399.85	-38.18	-0.16	0.00
8.00	13.30	102.49	-2337.81	-37.29	-0.22	0.00
8.40	13.30	87.79	-2275.77	-36.18	-0.26	0.00
8.80	33.30	73.67	-2176.63	-33.94	-0.28	-0.01
9.20	33.30	60.76	-2041.00	-30.56	-0.29	-0.01
9.60	33.30	49.23	-1905.17	-27.08	-0.30	-0.01
10.00	33.30	39.10	-1769.34	-23.60	-0.29	-0.01
10.40	33.30	30.34	-1633.51	-20.21	-0.28	-0.01
10.80	33.30	22.91	-1497.67	-16.97	-0.27	-0.01
11.20	33.30	16.73	-1361.84	-13.94	-0.25	-0.01
11.60	33.30	11.73	-1226.01	-11.14	-0.23	-0.01
12.00	33.30	7.78	-1090.18	-8.61	-0.20	-0.01
12.40	33.30	4.80	-954.34	-6.37	-0.18	-0.01
12.80	33.30	2.65	-818.51	-4.42	-0.15	-0.01
13.20	33.30	1.22	-682.68	-2.77	-0.13	0.00
13.60	33.30	0.39	-546.85	-1.43	-0.10	0.00
14.00	33.30	0.04	-411.01	-0.40	-0.07	0.00



Pos. F.305 d88/10,3

Bemessung

Lf-Name	Hg	Vg	Mg	Hq	Vq	Mq
1	0.00	1168.00	0.00	12.00	365.00	0.00



Maßstab 1:200



Programm DC-Pfahl *** Copyright 2000-2026 ALLPLAN GmbH ***

Bohrpfahl nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2021

Erddruck nach DIN 4085:2017

Verfahren für äußere Standsicherheit und für Schnittgrößen:

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

Pfahldurchmesser: 0.880 m
Umfang: 2.765 m
Pfahllänge: 10.30 m
Wichte Pfahl: 25.00 kN/m³
Betongüte: C35/45
E-Modul: 34000.0 MN/m²
Stahlsorte: 500 (A)
Randabstand Bewehrungsachse: 0.20 m

Geländeoberkante auf 202.10 m

Schichten

Name	Tiefe [m]	char.Mantelreib. [MN/m²]	char.Spitzendruck [MN/m²]	char.Spitzendruck für		
				s=0.02D	s=0.03D	s=0.10D
Ton	5.60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Keuper (C1)	8.60	0.1200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Keuper(C2)	20.00	0.2500	1.8000	0.6200	0.8000	1.8000

Name	φ [°]	δ [°]	c [kN/m²]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	E_s [MN/m²]	$k_{s,o/u}$ [MN/m³]
Ton	23.0	15.3	6.5	19.0	9.0	6.0	5.0
Keuper (C1)	26.0	17.3	17.5	21.0	11.0	20.0	13.3
Keuper(C2)	26.0	17.3	17.5	21.0	11.0	50.0	33.3

Lastfallkomb. BS
1 P

Lasten

Lastfallkomb.	V [kN]	Q [kN]	M [kNm]
1 G	1168.00	0.00	0.00
Q	365.00	12.00	0.00

Teilsicherheitsbeiwerte für äußere Standsicherheit (GEO) im Nachweisverfahren 2

γ -	G	Q	G, stb	s	s, t	b
BS-P	1.350	1.500	1.000	1.400	1.500	1.400
BS-T	1.200	1.300	1.000	1.400	1.500	1.400
BS-A	1.100	1.100	1.000	1.400	1.500	1.400
BS-T/A	1.150	1.200	1.000	1.400	1.500	1.400



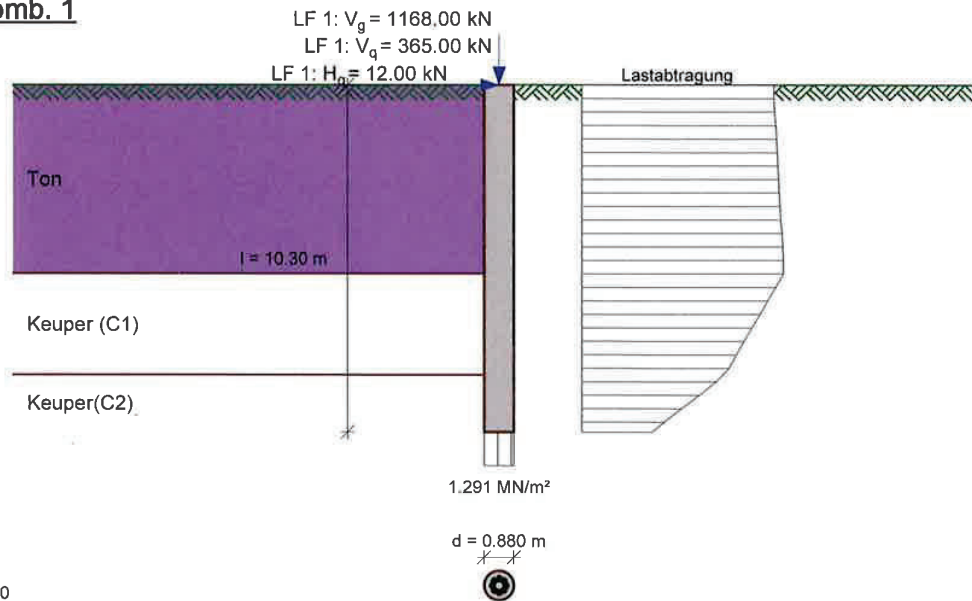
Teilsicherheitsbeiwerte für Schnittgrößen (STR) im Nachweisverfahren 2

γ -	G	Q	G,stb	φ	c	cu	Ep
BS-P	1.350	1.500	1.000	1.000	1.000	1.000	1.400
BS-T	1.200	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.300
BS-A	1.100	1.100	1.000	1.000	1.000	1.000	1.200
BS-T/A	1.150	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.250

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für ...
G	ständige Einwirkungen
Q	veränderliche Einwirkungen
G,stb	ständige, stabilisierende Einwirkungen
s	Pfahlwiderstand Mantelreibung auf Druck
s,t	Pfahlwiderstand Mantelreibung auf Zug
b	Pfahlwiderstand Spitzendruck
φ	Reibungswinkel
c	Kohäsion
cu	Kohäsion undränirt
Ep	Erdwiderstand



LF-Komb. 1



aßstab 1:200

Ansatz von geometrischen Imperfektionen:
Exzentrizität: 0.100 m , $\Delta M = V \cdot e = 153.30 \text{ kNm}$
Neigung: 0.010 , $\Delta H = V \cdot n = 15.33 \text{ kN}$
 $\Delta V = H \cdot n = -0.12 \text{ kN}$

Nachweis der äußeren Tragfähigkeit im Nachweisverfahren 2

Pfahllänge $L = 10.30 \text{ m}$

Nachweis für Mantelreibung und Spitzendruck:

$P_d + G_d = E_d = 2335.55 \text{ kN}$

$R_d = 2332.14 \text{ kN}$

$E_d/R_d = 1.00 = 1.00$

*** Nachweis erfüllt ***

Aufnehmbare Mantelreibung:

Schicht	l [m]	vorh. q_s [MN/m ²]	Reibungskraft Q_d [kN]
Ton	5.60	0.000	0.00
Keuper (C1)	3.00	0.086	710.90
Keuper(C2)	1.70	0.179	839.25

Aufn. Spitzendruckkraft S [kN]: 781.99

Summe = R_d 2332.14 kN

Vorh. Spitzendruckkraft vorh. $S = E_d - \text{Summe}(Q_d) = 785.40 \text{ kN}$

Resultierender Spitzendruck = vorh. $S/A = 1.291 \text{ MN/m}^2 > \text{zul. Spitzendruck} = 1.286 \text{ MN/m}^2$

Setzung aus Widerstandsetzungslinie: $s = 1.067 \text{ cm}$



Anpassung der Bettungsspannungen an den ebenen passiven Erddruck

Nachweis des Erdwiderstands mit Nachweisverfahren 2:

$$B_{h,d} / E_{ph,d} = 79.92 \text{ kN} / 2723.69 \text{ kN} = 0.03 < 1.0$$

(bis zum Drehpunkt bei $z = 6.90 \text{ m}$)

Berechnet mit dem räumlichen passiven Erddruck nach DIN 4085:2017 mit

$$0.3 \cdot h = 2.070 \text{ m}, \mu_{pgh} = 2.883, \mu_{pch} = 4.088$$

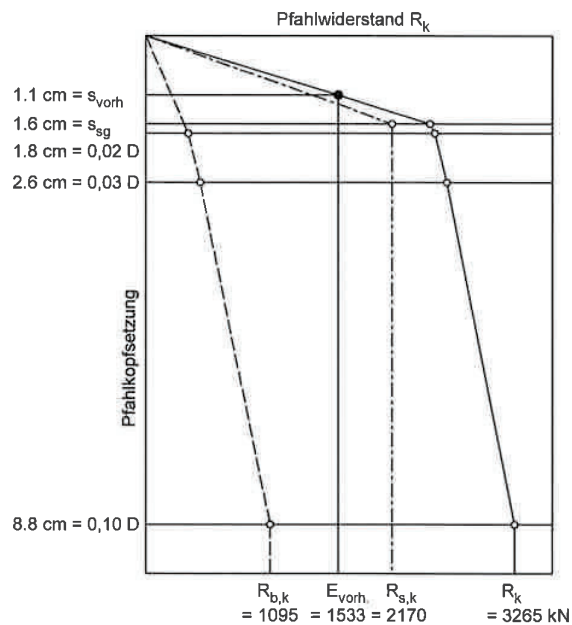
*** Nachweis erfüllt ***

Pfahlkopfverformungen:

Kopfverschiebung = 4.8 mm

Kopfverdrehung = 0.0012 = 0.1°

Widerstandsetzungslinie





Nachweis der inneren Tragfähigkeit nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

Sicherheitsbeiwert für Widerstände, Beton: 1.50

Sicherheitsbeiwert für Widerstände, Stahl: 1.15

Bemessungsschnittgrößen: $M_d = 242.32 \text{ kNm}$, $N_d = -2156.96 \text{ kN}$ ($z = 1.60 \text{ m}$). $V_d = 40.65 \text{ kN}$ ($z = 6.80 \text{ m}$).

Biegebemessung:

tot. $\omega = 0.0000$

erf. Gesamtbew. $A_s = 0.00 \text{ cm}^2$ (< Mindestbewehrung nach EN 1536 = 25.00 cm^2)

Querkraftbemessung für maßg. V:

$V_{Rdc,max} = 1169.753 \text{ kN} > V_d$

Druckstrebenneigung $\vartheta = 18.43^\circ$

erf. Querkraftbew. $A_{ss} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$ **

Abschnittsweise Bemessung

Tiefe [m]	Moment M_d [kNm]	Normalkraft N_d [kN]	Querkraft V_d [kN]	Biegebew. [cm ²]	Querkraftbew. [cm ² /m]
0.00	212.43	-2124.12	39.24	0.00	0.00 **
0.40	225.84	-2132.33	28.02	0.00	0.00 **
0.80	235.00	-2140.54	17.95	0.00	0.00 **
1.20	240.35	-2148.75	8.98	0.00	0.00 **
1.60	242.32	-2156.96	1.03	0.00	0.00 **
2.00	241.30	-2165.17	-5.96	0.00	0.00 **
2.40	237.67	-2173.39	-12.06	0.00	0.00 **
2.80	231.76	-2181.60	-17.33	0.00	0.00 **
3.20	223.90	-2189.81	-21.85	0.00	0.00 **
3.60	214.38	-2198.02	-25.67	0.00	0.00 **
4.00	203.45	-2206.23	-28.86	0.00	0.00 **
4.40	191.36	-2214.44	-31.48	0.00	0.00 **
4.80	178.33	-2222.65	-33.59	0.00	0.00 **
5.20	164.56	-2230.86	-35.22	0.00	0.00 **
5.60	150.21	-2231.73	-36.44	0.00	0.00 **
6.00	135.15	-2152.50	-38.70	0.00	0.00 **
6.40	119.37	-2065.92	-40.07	0.00	0.00 **
6.80	103.20	-1979.35	-40.65	0.00	0.00 **
7.20	86.95	-1892.77	-40.52	0.00	0.00 **
7.60	70.87	-1806.19	-39.76	0.00	0.00 **
8.00	55.22	-1719.62	-38.42	0.00	0.00 **
8.40	40.20	-1633.04	-36.56	0.00	0.00 **
8.80	26.22	-1495.13	-32.33	0.00	0.00 **
9.20	14.66	-1305.87	-25.26	0.00	0.00 **
9.60	6.16	-1116.60	-17.05	0.00	0.00 **
10.00	1.17	-927.34	-7.72	0.00	0.00 **
10.30	0.00	-785.40	0.00	0.00	0.00 **

** Information: erf. Querkraftbewehrung < Mindest-Querkraftbew. nach DIN EN 1992 = $8.82 \text{ cm}^2/\text{m}$

Längsbewehrung: gewählt 8 $\varnothing$ 20 mm = 25.14 cm^2

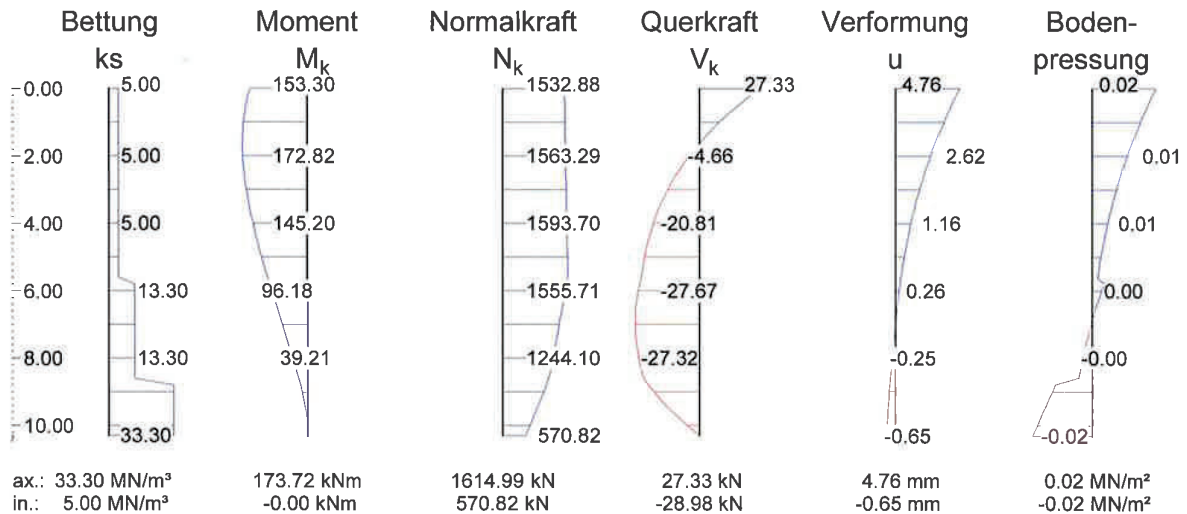
Querkraftbewehrung: gewählt $\varnothing$ 10 mm, Ganghöhe 20 cm = $7.86 \text{ cm}^2/\text{m}$ von 0.00 m bis ____ m

gewählt $\varnothing$ ____ mm, Ganghöhe ____ cm = ____ cm^2/m von ____ m bis ____ m



Schnittgrößen mit elastischer Bettung

(charakteristisch)



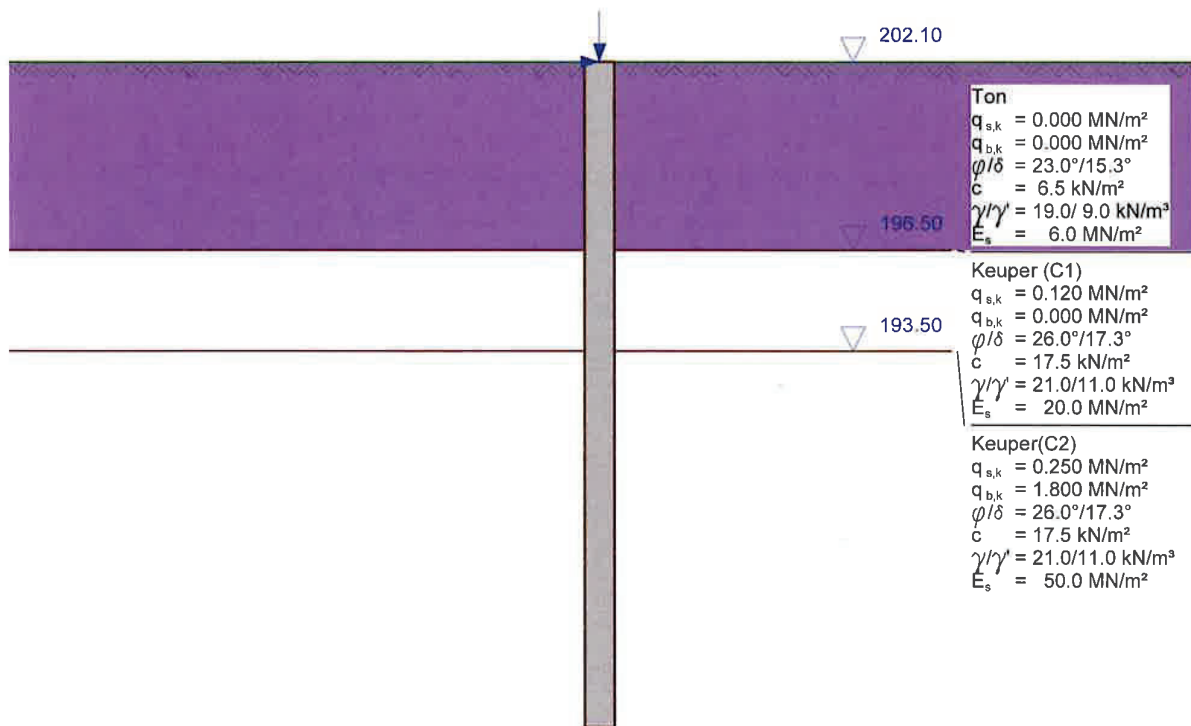
Tiefe z [m]	Bettung k_s [MN/m³]	Moment M_k [kNm]	Normalkraft N_k [kN]	Querkraft V_k [kN]	Verformung u [mm]	Bodenpress. [MN/m²]
0.00	5.00	153.30	-1532.88	27.33	4.76	0.02
0.40	5.00	162.61	-1538.96	19.38	4.28	0.02
0.80	5.00	168.91	-1545.04	12.25	3.83	0.02
1.20	5.00	172.51	-1551.13	5.89	3.40	0.02
1.60	5.00	173.72	-1557.21	0.27	3.00	0.01
2.00	5.00	172.82	-1563.29	-4.66	2.62	0.01
2.40	5.00	170.08	-1569.37	-8.97	2.28	0.01
2.80	5.00	165.73	-1575.45	-12.69	1.96	0.01
3.20	5.00	160.00	-1581.54	-15.87	1.66	0.01
3.60	5.00	153.09	-1587.62	-18.57	1.40	0.01
4.00	5.00	145.20	-1593.70	-20.81	1.16	0.01
4.40	5.00	136.50	-1599.78	-22.65	0.94	0.00
4.80	5.00	127.13	-1605.87	-24.12	0.74	0.00
5.20	5.00	117.25	-1611.95	-25.26	0.56	0.00
5.60	5.00	106.96	-1612.73	-26.11	0.40	0.00
6.00	13.30	96.18	-1555.71	-27.67	0.26	0.00
6.40	13.30	84.91	-1493.39	-28.60	0.14	0.00
6.80	13.30	73.37	-1431.07	-28.98	0.03	0.00
7.20	13.30	61.79	-1368.75	-28.86	-0.07	0.00
7.60	13.30	50.35	-1306.43	-28.29	-0.17	0.00
8.00	13.30	39.21	-1244.10	-27.32	-0.25	0.00
8.40	13.30	28.54	-1181.78	-25.98	-0.32	0.00
8.80	33.30	18.60	-1082.41	-22.97	-0.40	-0.01
9.20	33.30	10.40	-945.99	-17.92	-0.46	-0.02
9.60	33.30	4.37	-809.56	-12.09	-0.53	-0.02
10.00	33.30	0.83	-673.14	-5.47	-0.60	-0.02
10.30	33.30	0.00	-570.82	0.00	-0.65	-0.02



Pos. F.306 d88/19,8

Bemessung

Lf-Name	Hg	Vg	Mg	Hq	Vq	Mq
1	0.00	3388.00	0.00	12.00	1364.00	0.00



Maßstab 1:200



Programm DC-Pfahl *** Copyright 2000-2026 ALLPLAN GmbH ***

Bohrpfahl nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2021

Erddruck nach DIN 4085:2017

Verfahren für äußere Standsicherheit und für Schnittgrößen:

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

Pfahldurchmesser: 0.880 m
Umfang: 2.765 m
Pfahllänge: 19.80 m
Wichte Pfahl: 25.00 kN/m³
Betongüte: C35/45
E-Modul: 34000.0 MN/m²
Stahlsorte: 500 (A)
Randabstand Bewehrungsachse: 0.20 m

Geländeoberkante auf 202.10 m

Schichten

Name	Tiefe [m]	char.Mantelreib. [MN/m²]	char.Spitzendruck [MN/m²]	char.Spitzendruck für		
				s=0.02D	s=0.03D	s=0.10D
Ton	5.60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Keuper (C1)	8.60	0.1200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Keuper(C2)	20.00	0.2500	1.8000	0.6200	0.8000	1.8000

Name	φ [°]	δ [°]	c [kN/m²]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	E_s [MN/m²]	$k_{s,o/u}$ [MN/m³]
Ton	23.0	15.3	6.5	19.0	9.0	6.0	5.0
Keuper (C1)	26.0	17.3	17.5	21.0	11.0	20.0	13.3
Keuper(C2)	26.0	17.3	17.5	21.0	11.0	50.0	33.3

Lastfallkomb. BS
1 P

Lasten

Lastfallkomb.	V [kN]	Q [kN]	M [kNm]
1 G	3388.00	0.00	0.00
Q	1364.00	12.00	0.00

Teilsicherheitsbeiwerte für äußere Standsicherheit (GEO) im Nachweisverfahren 2

γ -	G	Q	G,stb	s	s,t	b
BS-P	1.350	1.500	1.000	1.400	1.500	1.400
BS-T	1.200	1.300	1.000	1.400	1.500	1.400
BS-A	1.100	1.100	1.000	1.400	1.500	1.400
BS-T/A	1.150	1.200	1.000	1.400	1.500	1.400



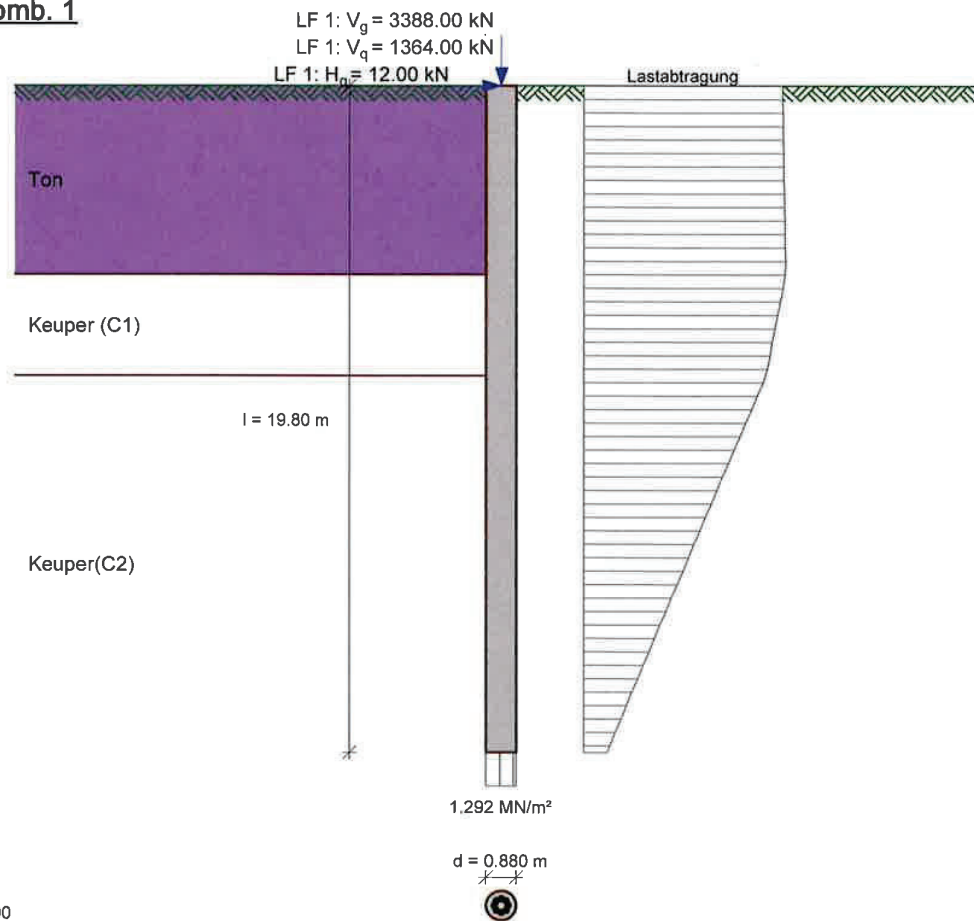
Teilsicherheitsbeiwerte für Schnittgrößen (STR) im Nachweisverfahren 2

γ -	G	Q	G,stb	φ	c	cu	Ep
BS-P	1.350	1.500	1.000	1.000	1.000	1.000	1.400
BS-T	1.200	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.300
BS-A	1.100	1.100	1.000	1.000	1.000	1.000	1.200
BS-T/A	1.150	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.250

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für ...
G	ständige Einwirkungen
Q	veränderliche Einwirkungen
G,stb	ständige, stabilisierende Einwirkungen
s	Pfahlwiderstand Mantelreibung auf Druck
s,t	Pfahlwiderstand Mantelreibung auf Zug
b	Pfahlwiderstand Spitzendruck
φ	Reibungswinkel
c	Kohäsion
cu	Kohäsion undränirt
Ep	Erdwiderstand



LF-Komb. 1



Ansatz von geometrischen Imperfektionen:
Exzentrizität: 0.100 m , $\Delta M = V \cdot e = 475.20 \text{ kNm}$
Neigung: 0.010 , $\Delta H = V \cdot n = 47.52 \text{ kN}$
 $\Delta V = H \cdot n = -0.12 \text{ kN}$

Nachweis der äußeren Tragfähigkeit im Nachweisverfahren 2

Pfahllänge $L = 19.80 \text{ m}$

Nachweis für Mantelreibung und Spitzendruck:

$$P_d + G_d = E_d = 7026.06 \text{ kN}$$

$$R_d = 7022.09 \text{ kN}$$

$$E_d / R_d = 1.00 = 1.00$$

*** Nachweis erfüllt ***



Aufnehmbare Mantelreibung:

Schicht	l [m]	vorh. q_s [MN/m ²]	Reibungskraft Q_d [kN]
Ton	5.60	0.000	0.00
Keuper (C1)	3.00	0.086	710.90
Keuper(C2)	11.20	0.179	5529.20

Aufn. Spitzendruckkraft S [kN]: 781.99

Summe = R_d 7022.09 kN

Vorh. Spitzendruckkraft vorh. S = E_d - Summe(Q_d) = 785.96 kN

Resultierender Spitzendruck = vorh. S/A = 1.292 MN/m² > zul. Spitzendruck = 1.286 MN/m²

Setzung aus Widerstandsetzungslinie: s = 1.616 cm

Anpassung der Bettungsspannungen an den ebenen passiven Erddruck

Nachweis des Erdwiderstands mit Nachweisverfahren 2:

$B_{h,d} / E_{ph,d} = 181.90 \text{ kN} / 2624.56 \text{ kN} = 0.07 < 1.0$

(bis zum Drehpunkt bei z = 6.81 m)

Berechnet mit dem räumlichen passiven Erddruck nach DIN 4085:2017 mit
 $0.3 \cdot h = 2.043 \text{ m}$, $\mu_{pgh} = 2.863$, $\mu_{pch} = 4.060$

*** Nachweis erfüllt ***

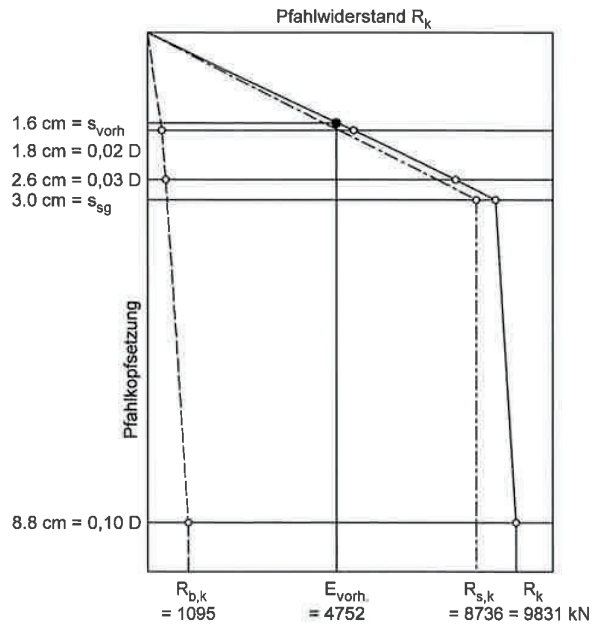
Pfahlkopfverformungen:

Kopfverschiebung = 12.3 mm

Kopfverdrehung = 0.0034 = 0.2°



Widerstandsetzungslinie





Nachweis der inneren Tragfähigkeit nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

Sicherheitsbeiwert für Widerstände, Beton: 1.50

Sicherheitsbeiwert für Widerstände, Stahl: 1.15

Bemessungsschnittgrößen: $M_d = 724.01 \text{ kNm}$, $N_d = -6648.36 \text{ kN}$ ($z = 1.40 \text{ m}$). $V_d = 97.62 \text{ kN}$ ($z = 6.80 \text{ m}$).

Biegebemessung:

tot. $\omega = 0.0000$

erf. Gesamtbew. $A_s = 0.00 \text{ cm}^2$ (< Mindestbewehrung nach EN 1536 = 25.00 cm^2)

Querkraftbemessung für maßg. V:

$V_{Rdc,max} = 1170.137 \text{ kN} > V_d$

Druckstrebenneigung $\vartheta = 18.43^\circ$

erf. Querkraftbew. $A_{ss} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$ **

Abschnittsweise Bemessung

Tiefe [m]	Moment M_d [kNm]	Normalkraft N_d [kN]	Querkraft V_d [kN]	Biegebew. [cm ²]	Querkraftbew. [cm ² /m]
0.00	661.98	-6619.62	84.20	0.00	0.00 **
1.00	717.95	-6640.15	25.88	0.00	0.00 **
2.00	718.72	-6660.67	-21.59	0.00	0.00 **
3.00	679.72	-6681.20	-54.18	0.00	0.00 **
4.00	614.29	-6701.73	-74.96	0.00	0.00 **
5.00	532.79	-6722.26	-86.77	0.00	0.00 **
6.00	442.34	-6648.00	-94.67	0.00	0.00 **
7.00	345.51	-6431.56	-97.51	0.00	0.00 **
8.00	249.58	-6215.12	-93.53	0.00	0.00 **
9.00	160.49	-5896.00	-81.44	0.00	0.00 **
10.00	89.41	-5422.84	-60.69	0.00	0.00 **
11.00	38.67	-4949.69	-41.21	0.00	0.00 **
12.00	5.94	-4476.54	-24.87	0.00	0.00 **
13.00	-12.34	-4003.39	-12.32	0.00	0.00 **
14.00	-19.95	-3530.24	-3.49	0.00	0.00 **
15.00	-20.39	-3057.09	2.12	0.00	0.00 **
16.00	-16.59	-2583.93	5.08	0.00	0.00 **
17.00	-10.92	-2110.78	5.95	0.00	0.00 **
18.00	-5.27	-1637.63	5.11	0.00	0.00 **
19.00	-1.19	-1164.48	2.82	0.00	0.00 **
19.80	0.00	-785.96	0.00	0.00	0.00 **

** Information: erf. Querkraftbewehrung < Mindest-Querkraftbew. nach DIN EN 1992 = $8.82 \text{ cm}^2/\text{m}$

Längsbewehrung: gewählt 8 $\varnothing 20 \text{ mm} = 25.14 \text{ cm}^2$

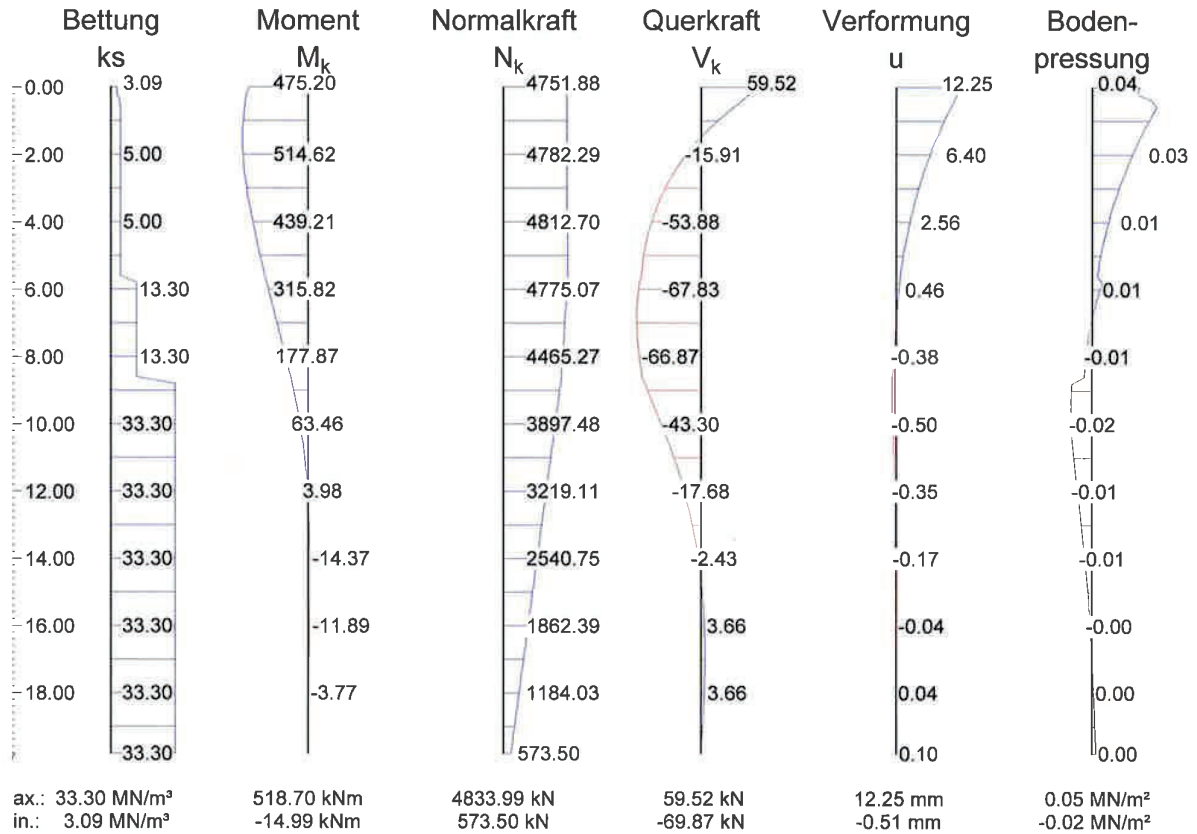
Querkraftbewehrung: gewählt $\varnothing 10 \text{ mm}$, Ganghöhe 20 cm = $7.86 \text{ cm}^2/\text{m}$ von 0.00 m bis ___ m

gewählt $\varnothing$ ___ mm, Ganghöhe ___ cm = ___ cm^2/m von ___ m bis ___ m



Schnittgrößen mit elastischer Bettung

(charakteristisch)



Tiefe z [m]	Bettung k_s [MN/m³]	Moment M_k [kNm]	Normalkraft N_k [kN]	Querkraft V_k [kN]	Verformung u [mm]	Bodenpress. [MN/m²]
0.00	3.09	475.20	-4751.88	59.52	12.25	0.04
1.00	5.00	514.58	-4767.09	17.93	9.07	0.05
2.00	5.00	514.62	-4782.29	-15.91	6.40	0.03
3.00	5.00	486.32	-4797.50	-39.11	4.23	0.02
4.00	5.00	439.21	-4812.70	-53.88	2.56	0.01
5.00	5.00	380.68	-4827.91	-62.27	1.32	0.01
6.00	13.30	315.82	-4775.07	-67.83	0.46	0.01
7.00	13.30	246.48	-4620.17	-69.78	-0.08	0.00
8.00	13.30	177.87	-4465.27	-66.87	-0.38	-0.01
9.00	33.30	114.20	-4236.66	-58.18	-0.50	-0.02
10.00	33.30	63.46	-3897.48	-43.30	-0.50	-0.02
11.00	33.30	27.28	-3558.30	-29.35	-0.44	-0.01
12.00	33.30	3.98	-3219.11	-17.68	-0.35	-0.01
13.00	33.30	-8.99	-2879.93	-8.73	-0.26	-0.01
14.00	33.30	-14.37	-2540.75	-2.43	-0.17	-0.01
15.00	33.30	-14.63	-2201.57	1.55	-0.10	0.00
16.00	33.30	-11.89	-1862.39	3.66	-0.04	0.00
17.00	33.30	-7.82	-1523.21	4.26	0.00	0.00
18.00	33.30	-3.77	-1184.03	3.66	0.04	0.00



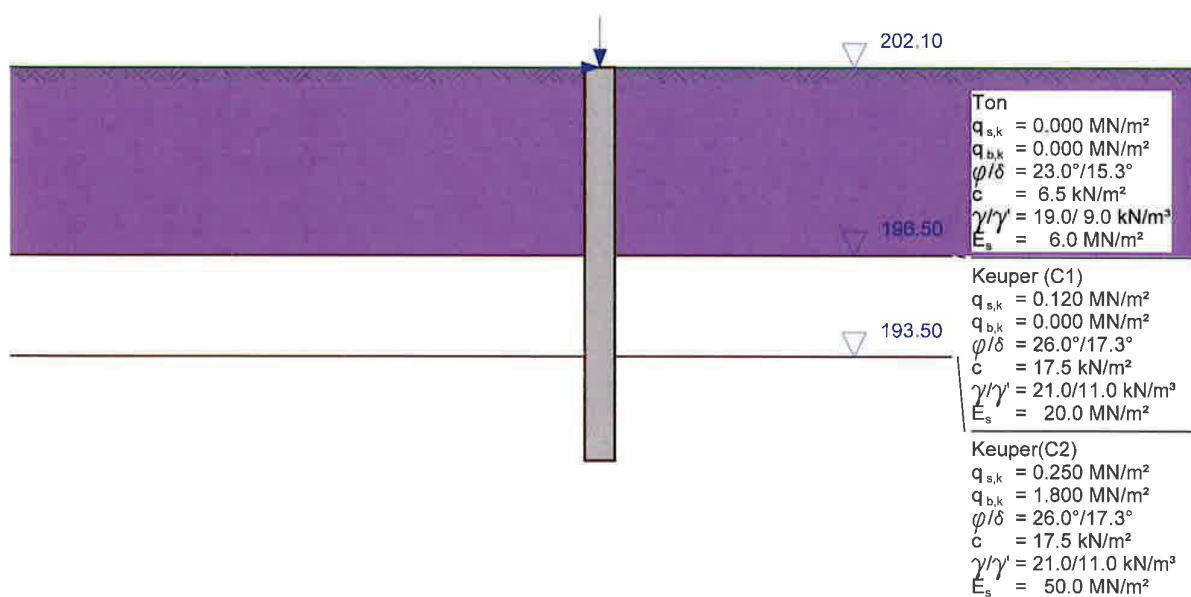
19.00	33.30	-0.85	-844.85	2.01	0.07	0.00
-------	-------	-------	---------	------	------	------



Pos. F.307 d88/11,7

Bemessung

Lf-Name	Hg	Vg	Mg	Hq	Vq	Mq
1	0.00	1440.00	0.00	12.00	529.00	0.00



Maßstab 1:200



Programm DC-Pfahl *** Copyright 2000-2026 ALLPLAN GmbH ***

Bohrpfahl nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2021

Erddruck nach DIN 4085:2017

Verfahren für äußere Standsicherheit und für Schnittgrößen:

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

Pfahldurchmesser: 0.880 m
Umfang: 2.765 m
Pfahllänge: 11.70 m
Wichte Pfahl: 25.00 kN/m³
Betongüte: C35/45
E-Modul: 34000.0 MN/m²
Stahlsorte: 500 (A)
Randabstand Bewehrungsachse: 0.20 m

Geländeoberkante auf 202.10 m

Schichten

Name	Tiefe [m]	char.Mantelreib. [MN/m²]	char.Spitzendruck [MN/m²]	char.Spitzendruck für		
				s=0.02D	s=0.03D	s=0.10D
Ton	5.60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Keuper (C1)	8.60	0.1200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Keuper(C2)	20.00	0.2500	1.8000	0.6200	0.8000	1.8000

Name	φ [°]	δ [°]	c [kN/m²]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	E_s [MN/m²]	$k_{s,o/u}$ [MN/m³]
Ton	23.0	15.3	6.5	19.0	9.0	6.0	5.0
Keuper (C1)	26.0	17.3	17.5	21.0	11.0	20.0	13.3
Keuper(C2)	26.0	17.3	17.5	21.0	11.0	50.0	33.3

Lastfallkomb. BS
1 P

Lasten

Lastfallkomb.		V [kN]	Q [kN]	M [kNm]
1	G	1440.00	0.00	0.00
	Q	529.00	12.00	0.00

Teilsicherheitsbeiwerte für äußere Standsicherheit (GEO) im Nachweisverfahren 2

γ -	G	Q	G, stb	s	s, t	b
BS-P	1.350	1.500	1.000	1.400	1.500	1.400
BS-T	1.200	1.300	1.000	1.400	1.500	1.400
BS-A	1.100	1.100	1.000	1.400	1.500	1.400
BS-T/A	1.150	1.200	1.000	1.400	1.500	1.400



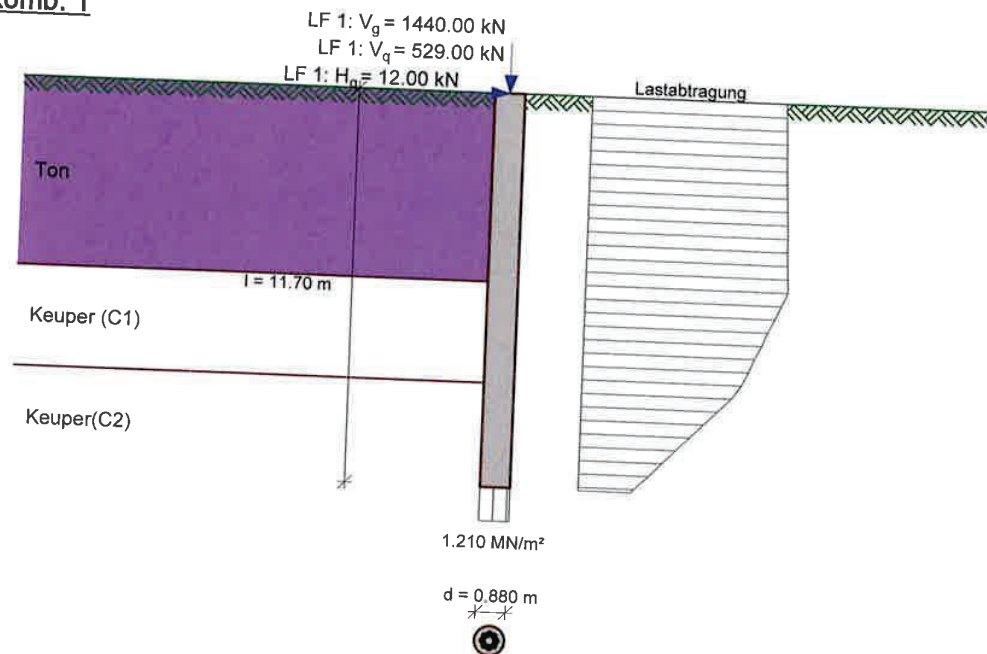
Teilsicherheitsbeiwerte für Schnittgrößen (STR) im Nachweisverfahren 2

γ -	G	Q	G,stb	φ	c	cu	Ep
BS-P	1.350	1.500	1.000	1.000	1.000	1.000	1.400
BS-T	1.200	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.300
BS-A	1.100	1.100	1.000	1.000	1.000	1.000	1.200
BS-T/A	1.150	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.250

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für ...
G	ständige Einwirkungen
Q	veränderliche Einwirkungen
G,stb	ständige, stabilisierende Einwirkungen
s	Pfahlwiderstand Mantelreibung auf Druck
s,t	Pfahlwiderstand Mantelreibung auf Zug
b	Pfahlwiderstand Spitzendruck
φ	Reibungswinkel
c	Kohäsion
cu	Kohäsion undränirt
Ep	Erdwiderstand



LF-Komb. 1



Ansatz von geometrischen Imperfektionen:
Exzentrizität: 0.100 m , $\Delta M = V \cdot e = 196.90 \text{ kNm}$
Neigung: 0.010 , $\Delta H = V \cdot n = 19.69 \text{ kN}$
 $\Delta V = H \cdot n = -0.12 \text{ kN}$

Nachweis der äußeren Tragfähigkeit im Nachweisverfahren 2

Pfahllänge $L = 11.70 \text{ m}$

Nachweis für Mantelreibung und Spitzendruck:

$$P_d + G_d = E_d = 2977.49 \text{ kN}$$

$$R_d = 3023.29 \text{ kN}$$

$$E_d/R_d = 0.98 < 1.00$$

*** Nachweis erfüllt ***

Aufnehmbare Mantelreibung:

Schicht	l [m]	vorh. q_s [MN/m ²]	Reibungskraft Q_d [kN]
Ton	5.60	0.000	0.00
Keuper (C1)	3.00	0.086	710.90
Keuper (C2)	3.10	0.179	1530.40

Aufn. Spitzendruckkraft S [kN]:

781.99

Summe = R_d

3023.29 kN

Vorh. Spitzendruckkraft $\text{vorh. } S = E_d - \text{Summe}(Q_d) =$

736.19 kN

Resultierender Spitzendruck = $\text{vorh. } S/A = 1.210 \text{ MN/m}^2 < \text{zul. Spitzendruck} = 1.286 \text{ MN/m}^2$

Setzung aus Widerstandsetzungsline: $s = 1.240 \text{ cm}$



Anpassung der Bettungsspannungen an den ebenen passiven Erddruck

Nachweis des Erdwiderstands mit Nachweisverfahren 2:

$$B_{h,d} / E_{ph,d} = 90.97 \text{ kN} / 2908.87 \text{ kN} = 0.03 < 1.0$$

(bis zum Drehpunkt bei $z = 7.06 \text{ m}$)

Berechnet mit dem räumlichen passiven Erddruck nach DIN 4085:2017 mit $0.3 \cdot h = 2.118 \text{ m}$, $\mu_{pgh} = 2.920$, $\mu_{pch} = 4.138$

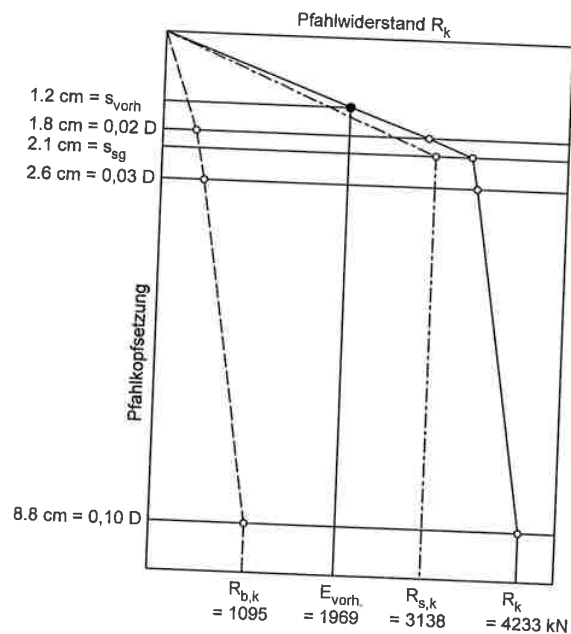
*** Nachweis erfüllt ***

Pfahlkopfverformungen:

Kopfverschiebung = 5.6 mm

Kopfverdrehung = 0.0015 = 0.1°

Widerstandsetzungslinie





Nachweis der inneren Tragfähigkeit nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

Sicherheitsbeiwert für Widerstände, Beton: 1.50

Sicherheitsbeiwert für Widerstände, Stahl: 1.15

Bemessungsschnittgrößen: $M_d = 308.12 \text{ kNm}$, $N_d = -2770.16 \text{ kN}$ ($z = 1.60 \text{ m}$). $V_d = 45.56 \text{ kN}$ ($z = 7.00 \text{ m}$).

Biegebemessung:

tot. $\omega = 0.0000$

erf. Gesamtbew. $A_s = 0.00 \text{ cm}^2$ ($< \text{Mindestbewehrung nach EN 1536} = 25.00 \text{ cm}^2$)

Querkraftbemessung für maßg. V :

$V_{Rdc,max} = 1169.388 \text{ kN} > V_d$

Druckstrebenneigung $\vartheta = 18.43^\circ$

erf. Querkraftbew. $A_{ss} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}^{**}$

Abschnittsweise Bemessung

Tiefe [m]	Moment M_d [kNm]	Normalkraft N_d [kN]	Querkraft V_d [kN]	Biegebew. [cm ²]	Querkraftbew. [cm ² /m]
0.00	273.75	-2737.32	45.38	0.00	0.00 **
0.40	289.23	-2745.53	32.28	0.00	0.00 **
0.80	299.76	-2753.74	20.60	0.00	0.00 **
1.20	305.89	-2761.95	10.23	0.00	0.00 **
1.60	308.12	-2770.16	1.10	0.00	0.00 **
2.00	306.92	-2778.37	-6.88	0.00	0.00 **
2.40	302.75	-2786.59	-13.80	0.00	0.00 **
2.80	296.02	-2794.80	-19.74	0.00	0.00 **
3.20	287.08	-2803.01	-24.79	0.00	0.00 **
3.60	276.29	-2811.22	-29.02	0.00	0.00 **
4.00	263.96	-2819.43	-32.53	0.00	0.00 **
4.40	250.36	-2827.64	-35.38	0.00	0.00 **
4.80	235.74	-2835.85	-37.65	0.00	0.00 **
5.20	220.31	-2844.06	-39.40	0.00	0.00 **
5.60	204.28	-2848.74	-40.70	0.00	0.00 **
6.00	187.48	-2765.70	-43.12	0.00	0.00 **
6.40	169.90	-2679.12	-44.65	0.00	0.00 **
6.80	151.86	-2592.55	-45.42	0.00	0.00 **
7.20	133.64	-2505.97	-45.56	0.00	0.00 **
7.60	115.48	-2419.39	-45.15	0.00	0.00 **
8.00	97.58	-2332.82	-44.31	0.00	0.00 **
8.40	80.08	-2246.24	-43.11	0.00	0.00 **
8.80	63.24	-2108.33	-40.45	0.00	0.00 **
9.20	47.91	-1919.07	-36.12	0.00	0.00 **
9.60	34.41	-1729.80	-31.29	0.00	0.00 **
10.00	22.93	-1540.54	-26.04	0.00	0.00 **
10.40	13.63	-1351.28	-20.43	0.00	0.00 **
10.80	6.63	-1162.02	-14.49	0.00	0.00 **
11.20	2.08	-972.76	-8.24	0.00	0.00 **
11.60	0.08	-783.50	-1.69	0.00	0.00 **
11.70	0.00	-736.19	0.00	0.00	0.00 **

** Information: erf. Querkraftbewehrung $<$ Mindest-Querkraftbew. nach DIN EN 1992 = $8.82 \text{ cm}^2/\text{m}$

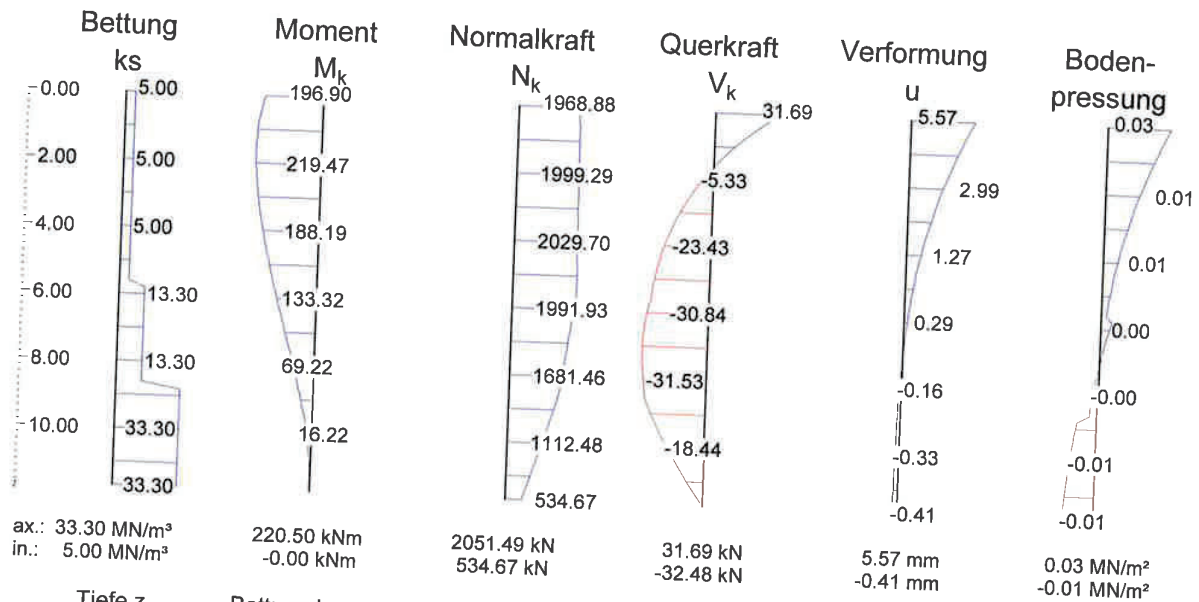
Längsbewehrung: gewählt $8 \text{ } \varnothing 20 \text{ mm} = 25.14 \text{ cm}^2$



Querkraftbewehrung: gewählt $\varnothing$ 10 mm, Ganghöhe 20 cm = 7.86 cm²/m von 0.00 m bis ____ m
gewählt $\varnothing$ ____ mm, Ganghöhe ____ cm = ____ cm²/m von ____ m bis ____ m

Schnittgrößen mit elastischer Bettung

(charakteristisch)



ax.: 33.30 MN/m³
in.: 5.00 MN/m³

220.50 kNm
-0.00 kNm

2051.49 kN
534.67 kN

31.69 kN
-32.48 kN

5.57 mm
-0.41 mm

0.03 MN/m²
-0.01 MN/m²

Tiefe z [m]	Bettung k_s [MN/m ³]	Moment M_k [kNm]	Normalkraft N_k [kN]	Querkraft V_k [kN]	Verformung u [mm]	Bodenpress. [MN/m ²]
0.00	5.00	196.90	-1968.88	31.69	5.57	0.03
0.40	5.00	207.69	-1974.96	22.41	4.98	0.02
0.80	5.00	214.96	-1981.04	14.12	4.43	0.02
1.20	5.00	219.11	-1987.13	6.78	3.92	0.02
1.60	5.00	220.50	-1993.21	0.32	3.43	0.02
2.00	5.00	219.47	-1999.29	-5.33	2.99	0.01
2.40	5.00	216.34	-2005.37	-10.22	2.58	0.01
2.80	5.00	211.39	-2011.45	-14.41	2.20	0.01
3.20	5.00	204.89	-2017.54	-17.98	1.86	0.01
3.60	5.00	197.09	-2023.62	-20.96	1.54	0.01
4.00	5.00	188.19	-2029.70	-23.43	1.27	0.01
4.40	5.00	178.40	-2035.78	-25.44	1.02	0.01
4.80	5.00	167.90	-2041.87	-27.03	0.80	0.00
5.20	5.00	156.83	-2047.95	-28.25	0.60	0.00
5.60	5.00	145.34	-2051.49	-29.16	0.43	0.00
6.00	13.30	133.32	-1991.93	-30.84	0.29	0.00
6.40	13.30	120.75	-1929.84	-31.88	0.16	0.00
6.80	13.30	107.88	-1867.74	-32.39	0.06	0.00
7.20	13.30	94.90	-1805.65	-32.46	-0.03	0.00
7.60	13.30	81.97	-1743.55	-32.14	-0.10	0.00
8.00	13.30	69.22	-1681.46	-31.53	-0.16	0.00
8.40	13.30	56.78	-1619.36	-30.65	-0.21	0.00
8.80	33.30	44.81	-1520.34	-28.74	-0.25	-0.01
9.20	33.30	33.93	-1384.39	-25.63	-0.28	-0.01
9.60	33.30	24.35	-1248.43	-22.18	-0.31	-0.01



Tiefe z [m]	Bettung k_s [MN/m³]	Moment M_k [kNm]	Normalkraft N_k [kN]	Querkraft V_k [kN]	Verformung u [mm]	Bodenpress. [MN/m²]
10.00	33.30	16.22	-1112.48	-18.44	-0.33	-0.01
10.40	33.30	9.63	-976.52	-14.45	-0.35	-0.01
10.80	33.30	4.69	-840.57	-10.24	-0.37	-0.01
11.20	33.30	1.47	-704.62	-5.82	-0.39	-0.01
11.60	33.30	0.06	-568.66	-1.19	-0.40	-0.01



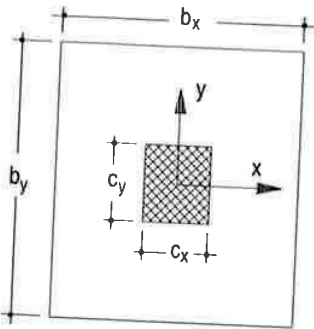
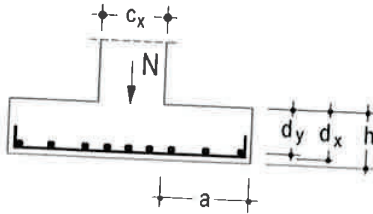
8.3 Bemessung der Pfahlköpfe



Pos. Pfahlköpfe

Bemessung

Die Pfahlköpfe werden vereinfachend und auf der sicheren Seite in Anlehnung an ein Einzelfundament bemessen.



$$\Sigma M_x = N \cdot \frac{b_x}{8}$$

- für My analog

Pfahlkopf Typ	b _x [cm]	b _y [cm]	h [cm]	d [cm]	G _k [kN]	Q _k [kN]	N _d [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	A _{s,x} [cm ²]
				Annahme			1,35xG _k +1,5xQ _k	N _d x (b _x / 8)	N _d x (b _y / 8)	
F.301	110	110	80	70	933	350	1785	245,4	245,4	9,0
F.302	110	110	80	70	1858	831	3755	516,3	516,3	18,8
F.303	110	110	80	70	2252	889	4374	601,4	601,4	21,9
F.304	110	110	80	70	1899	726	3653	502,2	502,2	18,3
F.305	110	110	80	70	1168	365	2124	292,1	292,1	10,7
F.306	110	110	80	70	3388	1364	6620	910,2	910,2	33,2
F.307	110	110	80	70	1440	529	2738	376,4	376,4	13,7

Pfahlkopf Typ	Bewehrung x		A _{s,x,vorh}	A _{s,y} [cm ²]	Bewehrung y		A _{s,y,vorh}
			[cm ²]	M _{d,y} / [(0,9x d) x 43,5]			[cm ²]
F.301	6	Ø 14	9,2	9,0	6	Ø 14	9,2
F.302	6	Ø 20	18,8	18,8	6	Ø 20	18,8
F.303	8	Ø 20	25,1	21,9	8	Ø 20	25,1
F.304	6	Ø 20	18,8	18,3	6	Ø 20	18,8
F.305	8	Ø 14	12,3	10,7	8	Ø 14	12,3
F.306	8	Ø 25	39,3	33,2	8	Ø 25	39,3
F.306	8	Ø 16	16,1	13,7	8	Ø 16	16,1