

**Stahlbetonstütze 20.9- EC2**

Ingenieurgemeinschaft Gebrüder Tölle GbR - Ingenieure Nordhausen -  
 August-Bebel-Platz 12 in 99734 Nordhausen, Tel. 03631 - 89 58 82

Dipl.-Ing. Christian Tölle  
 Seite: 65/153

Stablasten: Einwirkungen (EW) --> 1 = ständig g 2 = Schnee s 3 = Wind w 4 = Nutzlast q 5 = Erdbeben E

Lastart	Richtung	EW	F <sub>unten</sub> [kN,kNm,kN/m]	F <sub>oben</sub> [kN,kNm,kN/m]	x von unten [m]	Länge [m]	Bemerkung
Gleichl.	in z-Richtung	3	2,290	2,290	0,000	7,690	
Gleichl.	in y-Richtung	3	-1,950	-1,950	0,000	7,690	

**Auflagerreaktionen (ohne Sicherheitsbeiwerte):**

Stützenfuß: (Eigengewicht Stütze = 30,760 kN)

Lastfall	V [kN]	Hy [kN]	Hx [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
ständige L. G	45,02	0,00	0,00	0,00	1,28
Schnee S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind w	0,00	-15,00	17,61	68,39	-58,24
Nutzlast Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdbeben E	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Stützenfuß: (d,Myd,II und d,Mzd,II Momentenzuwachs aus Th.II.Ordnung)

LFK	Vd [kN]	Hyd [kN]	Hzd [kN]	Myd [kNm]	d,Myd,II [kNm]	Mzd [kNm]	d,Mzd,II [kNm]
1	45,02	0,00	0,00	0,00	18,43	1,28	18,43
2	60,78	0,00	0,00	0,00	24,87	1,73	24,87
3	45,02	-22,49	26,42	102,59	18,43	-86,07	18,43
4	60,78	-22,49	26,42	102,59	24,87	-85,62	24,87
5	45,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	0,00
6	60,78	0,00	0,00	0,00	0,00	1,73	0,00
7	45,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	0,00
8	60,78	0,00	0,00	0,00	0,00	1,73	0,00
9	45,02	-22,49	26,42	102,59	0,00	-86,07	0,00
10	60,78	-22,49	26,42	102,59	0,00	-85,62	0,00
11	45,02	-13,50	15,85	61,55	0,00	-51,13	0,00
12	60,78	-13,50	15,85	61,55	0,00	-50,68	0,00
13	45,02	-22,49	26,42	102,59	0,00	-86,07	0,00
14	60,78	-22,49	26,42	102,59	0,00	-85,62	0,00
15	45,02	-13,50	15,85	61,55	0,00	-51,13	0,00
16	60,78	-13,50	15,85	61,55	0,00	-50,68	0,00
17	45,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	0,00
18	60,78	0,00	0,00	0,00	0,00	1,73	0,00
19	45,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	0,00
20	60,78	0,00	0,00	0,00	0,00	1,73	0,00
21	45,02	-22,49	26,42	102,59	0,00	-86,07	0,00
22	60,78	-22,49	26,42	102,59	0,00	-85,62	0,00
23	45,02	-13,50	15,85	61,55	0,00	-51,13	0,00
24	60,78	-13,50	15,85	61,55	0,00	-50,68	0,00
25	45,02	-13,50	15,85	61,55	0,00	-51,13	0,00
26	60,78	-13,50	15,85	61,55	0,00	-50,68	0,00
27	45,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	0,00
28	45,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	0,00
29	45,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	0,00
30	45,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	0,00

**Verformungen im Zustand I für Einzellastfälle::**

ständige Lasten:	max.vy = 0,05 cm / max.vz = 0,00 cm
Schneelasten:	max.vy = 0,00 cm / max.vz = 0,00 cm
Windlasten:	max.vy = 1,20 cm / max.vz = 1,41 cm
veränderliche Lasten:	max.vy = 0,00 cm / max.vz = 0,00 cm
Erdbebenlasten:	max.vy = 0,00 cm / max.vz = 0,00 cm
Anprall:	max.vy = 0,00 cm / max.vz = 0,00 cm

<b>Bemessung - Knicken in:</b>	<b>y - Richtung</b>	<b>z - Richtung</b>
Knicklänge:	16,579 m	16,579 m
Trägheitsradius iz / iy:	11,55 cm	11,55 cm
Schlankheit Lambda:	143,58	143,58
Normalkraft NEd:	60,777 kN	60,777 kN
bezogene Normalkraft Nue:	0,019	0,019
Schnittmoment MEd:	85,624 kNm	-102,586 kNm
Ausmitte e0 = MEd/NEd:	140,882 cm	168,791 cm
ungewollte Ausmitte ea:	2,989 cm	2,989 cm
Kriechausmitte ek:	0,000 cm	0,000 cm
Beiwert K1:	1,000	1,000
max.zul.Lambda:	115,61	115,61
Beiwert Kr (iteriert):	1,000	1,000
Ausmitte Th.II.O. e2:	37,937 cm	37,937 cm
Gesamtausmitte e,tot:	181,809 cm	209,718 cm
Bemessungsmoment MEd,bem:	110,498 kNm	127,460 kNm

Bemessung für LFK = 1,35\*G + 1,50\*W

**erf.As,tot: 19,34 cm<sup>2</sup>**

Bewehrungsgehalt Mue: 1,209 %  
Mindestbewehrung min.As,tot: 4,80 cm<sup>2</sup>

Ausmitte nach EC2-1-1, 6.1(4) wird bei Th.I.O. als ea angesetzt

**Querkraftnachweis:**

cv,l = 3,50 cm

Bei zweiachsiger Querkraft erfolgt Bemessung gem. Verfahren Prof. Mark

max.Vy = 0,00 kN / zugeh.Vz = 0,00 kN

max.Vz = 0,00 kN / zugeh.Vy = 0,00 kN

Theta = °

VRd,c = 0,00 kN

VRd,max = kN

min.as,q = 0,00 cm<sup>2</sup>/m (Mindestbewehrung)

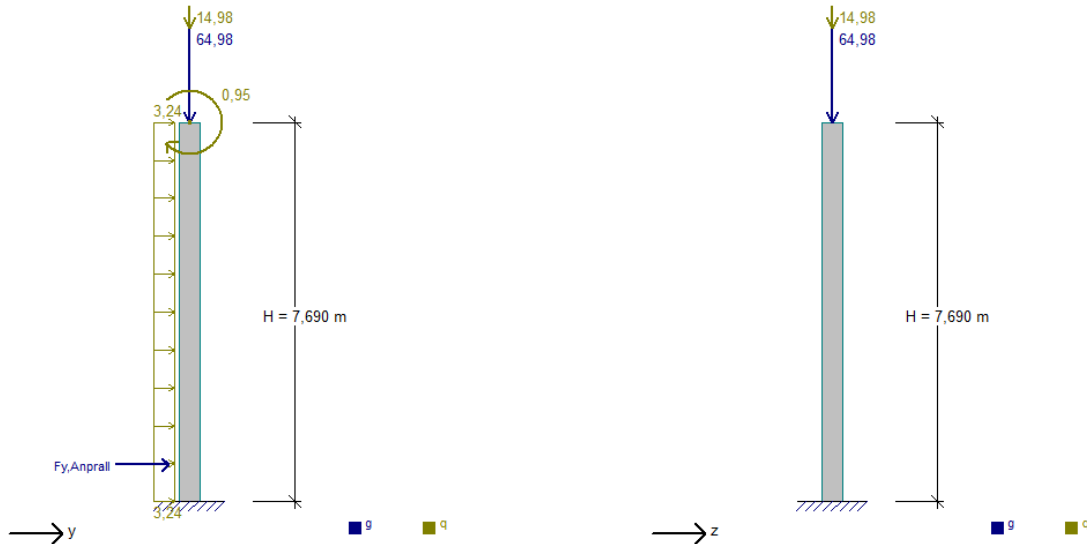
**erf.as,q = 0,00 cm<sup>2</sup>/m**

## Position 4.6 – mittige Giebelstützen – Ausbauzustand

- Ausführung als FT-Stützen
- Querschnitt: [ ] 0,40 x 0,40 [m]
- Stützhöhe:  $h = 7,69$  m
- rückwärtige Aufkantung:  $h = 0,77$  m
- Stützenabstand:  $e_1 = 7,05$  m im Giebel
  
- Einwirkungen
  - aus Pos. 3.3 - Vorbemessung Giebelbinder  
maximale Auflagerkräfte des Giebelbinders  
äußere Stützen  
 $G_k = 64,98$  kN  
 $S_k = 14,98$  kN
  - Moment aus außermittigem Lasteintrag  
entfällt
  - aus Winddruck auf mittige Giebelstütze  
Lastfläche D (= auf Giebel)  
 $W_D = 0,70 * 0,65 \text{ kN/m}^2 = 0,46 \text{ kN/m}^2$   
Einflussbreite  $e = 7,05$  m  
 $w_D = 3,24 \text{ kN/m}$
  - Windlast auf Giebelattika  
 $W_D = 0,70 * 0,65 \text{ kN/m}^2 * 7,05 \text{ m} * 0,77 \text{ m} = 2,47 \text{ kN}$   
 $M_{w,y} = 2,47 \text{ kN} * 0,50 * 0,77 \text{ m} = 0,95 \text{ kNm}$
  - Anpralllast  
Anprall durch Einzellast simuliert  
 $F_y = 100 \text{ kN}$  in 0,75 m über dem Hallenfußboden

$$\text{erf. } a_{s,\text{tot}} = 26,72 \text{ cm}^2$$

**Position: 4.6 mittige Giebelstütze - Ausbauzustand**  
**Stahlbetonstütze nach EC2 + NA Deutschland**



Rechteckstütze als Kragstütze

beta,y = 2,16

beta,z = 2,16

Ermittlung der beta-Werte aus einer Fundamenteinspannung (nach GÜNTHER):

Ly = 2,700 m (Fundamentlänge in y-Richtung)

Lz = 2,700 m (Fundamentlänge in z-Richtung)

Es = 20000,0 kN/m<sup>2</sup> (Steifemodul Boden)

Stütze in y - und z - Richtung frei

Berechnung als Stütze (Mindest- und Höchstbewehrung)

Stützhöhe H = 7,690 m

by = 40,0 cm

bz = 40,0 cm

d1 = 5,00 cm (Randabstand Bewehrung oben/unten)

d2 = 5,00 cm (Randabstand Bewehrung seitlich)

Bewehrung in Ecken konzentriert

Beton: C35/45 (Kriechzahl Phi = 2,17)

Betonstahl: B500 (A)

**Belastungen**

Eigengewicht Stütze wird mit 25,0 kN/m<sup>3</sup> berücksichtigt

Kategorie für Nutzlasten = A, B: Wohn-, Arbeits- und Büroräume

Kategorie für Schneelasten = Schnee für Orte bis NN + 1000

Knotenlasten: Einwirkungen (EW) --> 1 = ständig g 2 = Schnee s 3 = Wind w 4 = Nutzlast q 5 = Erdbeben E

Lastart	Richtung	EW	F / M [kN / kNm]	ey [cm]	ez [cm]	Bemerkung
Einzellast	vertikal	1	64,980	0,0	0,0	
Einzellast	vertikal	2	14,980	0,0	0,0	
Moment	in y-Richtung bzw. um z-Achse	3	0,950	0,0	0,0	

**Stahlbetonstütze 20.9- EC2**

Ingenieurgemeinschaft Gebrüder Tölle GbR - Ingenieure Nordhausen -  
 August-Bebel-Platz 12 in 99734 Nordhausen, Tel. 03631 - 89 58 82

Dipl.-Ing. Christian Tölle  
 Seite: 69/153

Stablasten: Einwirkungen (EW) --> 1 = ständig g 2 = Schnee s 3 = Wind w 4 = Nutzlast q 5 = Erdbeben E

Lastart	Richtung	EW	F <sub>unten</sub> [kN,kNm,kN/m]	F <sub>oben</sub> [kN,kNm,kN/m]	x von unten [m]	Länge [m]	Bemerkung
Gleicl.	in y-Richtung	3	3,240	3,240	0,000	7,690	

Anpralllasten:

F<sub>y</sub>,Anprall = 100,000 kN in einer Höhe von = 0,750 m

**Auflagerreaktionen (ohne Sicherheitsbeiwerte):**

Stützenfuß: (Eigengewicht Stütze = 30,760 kN)

Lastfall	V [kN]	Hy [kN]	Hx [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
ständige L. G	95,74	0,00	0,00	0,00	0,00
Schnee S	14,98	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind w	0,00	24,92	0,00	0,00	96,75
Nutzlast Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdbeben E	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F <sub>y</sub> ,Anprall	0,00	100,00	0,00	0,00	75,00

**Stützenfuß: (d,Myd,II und d,Mzd,II Momentenzuwachs aus Th.II.Ordnung)**

LFK	Vd [kN]	Hyd [kN]	Hxd [kN]	Myd [kNm]	d,Myd,II [kNm]	Mzd [kNm]	d,Mzd,II [kNm]
1	95,74	0,00	0,00	0,00	39,18	0,00	39,18
2	129,25	0,00	0,00	0,00	52,90	0,00	52,90
3	95,74	37,37	0,00	0,00	39,18	145,13	39,18
4	129,25	37,37	0,00	0,00	52,90	145,13	52,90
5	118,21	0,00	0,00	0,00	48,38	0,00	48,38
6	151,72	0,00	0,00	0,00	62,09	0,00	62,09
7	95,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	129,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	106,98	37,37	0,00	0,00	43,78	145,13	43,78
10	140,48	37,37	0,00	0,00	57,50	145,13	57,50
11	118,21	22,42	0,00	0,00	48,38	87,08	48,38
12	151,72	22,42	0,00	0,00	62,09	87,08	62,09
13	95,74	37,37	0,00	0,00	0,00	145,13	0,00
14	129,25	37,37	0,00	0,00	0,00	145,13	0,00
15	95,74	22,42	0,00	0,00	0,00	87,08	0,00
16	129,25	22,42	0,00	0,00	0,00	87,08	0,00
17	118,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	151,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	106,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	140,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	106,98	37,37	0,00	0,00	0,00	145,13	0,00
22	140,48	37,37	0,00	0,00	0,00	145,13	0,00
23	118,21	22,42	0,00	0,00	0,00	87,08	0,00
24	151,72	22,42	0,00	0,00	0,00	87,08	0,00
25	106,98	22,42	0,00	0,00	0,00	87,08	0,00
26	140,48	22,42	0,00	0,00	0,00	87,08	0,00
27	95,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	95,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fortsetzung Auflagerreaktionen :

29	95,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	95,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	95,74	100,00	0,00	0,00	39,18	75,00	39,18
32	98,74	100,00	0,00	0,00	40,41	75,00	40,41
33	95,74	104,98	0,00	0,00	39,18	94,35	39,18
34	95,74	100,00	0,00	0,00	0,00	75,00	0,00

**Verformungen im Zustand I für Einzellastfälle::**

ständige Lasten: max.vy = 0,00 cm / max.vz = 0,00 cm  
 Schneelasten: max.vy = 0,00 cm / max.vz = 0,00 cm  
 Windlasten: max.vy = 1,99 cm / max.vz = 0,00 cm  
 veränderliche Lasten: max.vy = 0,00 cm / max.vz = 0,00 cm  
 Erdbebenlasten: max.vy = 0,00 cm / max.vz = 0,00 cm  
 Anprall: max.vy = 0,29 cm / max.vz = 0,00 cm

<b>Bemessung - Knicken in:</b>	<b>y - Richtung</b>	<b>z - Richtung</b>
Knicklänge:	16,579 m	16,579 m
Trägheitsradius iz / iy:	11,55 cm	11,55 cm
Schlankheit Lambda:	143,58	143,58
Normalkraft NEd:	140,484 kN	140,484 kN
bezogene Normalkraft Nue:	0,044	0,044
Schnittmoment MEd:	-145,126 kNm	0,000 kNm
Ausmitte e0 = MEd/NEd:	103,304 cm	0,000 cm
ungewollte Ausmitte ea:	2,989 cm	2,989 cm
Kriechausmitte ek:	0,000 cm	0,000 cm
Beiwert K1:	1,000	1,000
max.zul.Lambda:	76,04	76,04
Beiwert Kr (iteriert):	1,000	1,000
Ausmitte Th.II.O. e2:	37,937 cm	37,937 cm
Gesamtausmitte e,tot:	144,231 cm	40,927 cm
Bemessungsmoment MEd,bem:	202,621 kNm	57,495 kNm

Bemessung für LFK = 1,35\*G + 1,50\*W + 1,50\*Psi,0\*S

**erf.As,tot: 26,72 cm<sup>2</sup>**Bewehrungsgehalt Mue: 1,670 %  
Mindestbewehrung min.As,tot: 4,80 cm<sup>2</sup>

bei außergewöhnlichen LFK gamma,c = 1,30 und gamma,s = 1,00 !

Ausmitte nach EC2-1-1, 6.1(4) wird bei Th.I.O. als ea angesetzt

**Querkraftnachweis:**

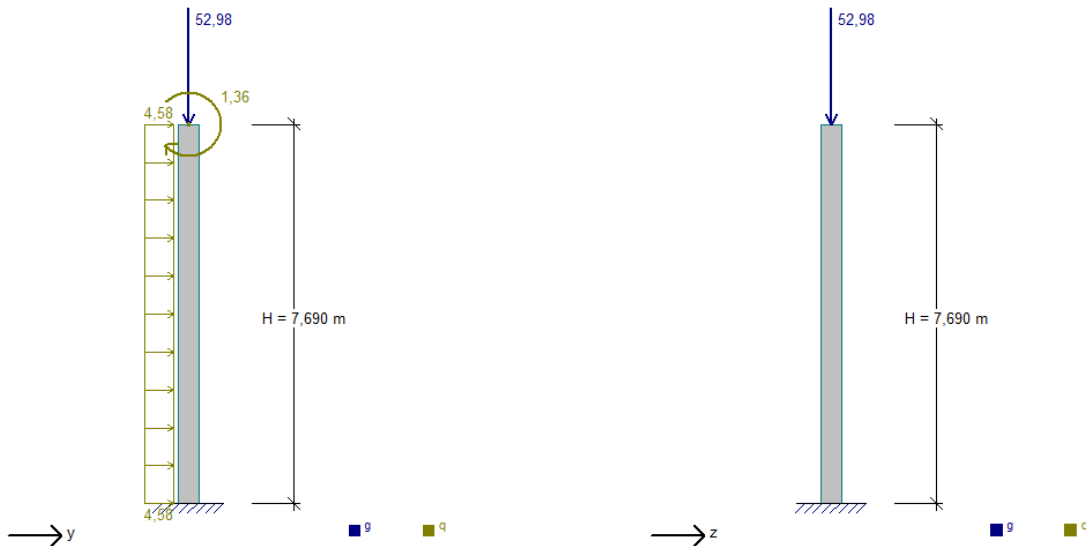
cv,l = 3,50 cm  
 Bei zweiachsiger Querkraft erfolgt Bemessung gem. Verfahren Prof. Mark  
 max.Vy = 104,98 kN / zugeh.Vz = 0,00 kN  
 max.Vz = 0,00 kN / zugeh.Vy = 0,00 kN  
 Theta = 18,40 °  
 VRd,c = 99,75 kN  
 VRd,max = 498,99 kN  
 min.as,q = 4,10 cm<sup>2</sup>/m (Mindestbewehrung)  
**erf.as,q = 2,87 cm<sup>2</sup>/m**

## Position 4.7 – mittige Giebelstützen – Montagezustand

- Ausführung als FT-Stützen
- Querschnitt: [ ] 0,40 x 0,40 [m]
- Stützhöhe:  $h = 7,69$  m
- rückwärtige Aufkantung:  $h = 0,77$  m
- Stützenabstand:  $e_1 = 7,05$  m im Giebel
  
- Einwirkungen
  - aus Pos. 3.3 - Vorbemessung Giebelbinder  
maximale Auflagerkräfte des Giebelbinders  
äußere Stützen  
 $G_k = 52,98$  kN
  - Moment aus außermittigem Lasteintrag  
entfällt
  - aus Winddruck auf mittige Giebelstütze  
Lastfläche D (= auf Giebel)  
 $W_D = (0,70 + 0,30) * 0,65 \text{ kN/m}^2 = 0,65 \text{ kN/m}^2$   
Einflussbreite  $e = 7,05$  m  
 $w_D = 4,58$  kN/m
  - Windlast auf Giebelattika  
 $W_D = (0,70 + 0,30) * 0,65 \text{ kN/m}^2 * 7,05 \text{ m} * 0,77 \text{ m} = 3,53 \text{ kN}$   
 $M_{w,y} = 3,53 \text{ kN} * 0,50 * 0,77 \text{ m} = 1,36 \text{ kNm}$
  - Anpralllast  
kein Ansatz im Montagezustand

$$\text{erf. } a_{s,\text{tot}} = 34,43 \text{ cm}^2$$

**Position: 4.7 mittige Giebelstütze - Montagelastfall**  
Stahlbetonstütze nach EC2 + NA Deutschland



Rechteckstütze als Kragstütze

beta,y = 2,16

beta,z = 2,16

Ermittlung der beta-Werte aus einer Fundamenteinspannung (nach GÜNTHER):

Ly = 2,700 m (Fundamentlänge in y-Richtung)

Lz = 2,700 m (Fundamentlänge in z-Richtung)

Es = 20000,0 kN/m<sup>2</sup> (Steifemodul Boden)

Stütze in y - und z - Richtung frei

Berechnung als Stütze (Mindest- und Höchstbewehrung)

Stützhöhe H = 7,690 m

by = 40,0 cm

bz = 40,0 cm

d1 = 5,00 cm (Randabstand Bewehrung oben/unten)

d2 = 5,00 cm (Randabstand Bewehrung seitlich)

Bewehrung in Ecken konzentriert

Beton: C35/45 (Kriechzahl Phi = 2,17)

Betonstahl: B500 (A)

**Belastungen**

Eigengewicht Stütze wird mit 25,0 kN/m<sup>3</sup> berücksichtigt

Kategorie für Nutzlasten = A, B: Wohn-, Arbeits- und Büroräume

Kategorie für Schneelasten = Schnee für Orte bis NN + 1000

Knotenlasten: Einwirkungen (EW) --> 1 = ständig g 2 = Schnee s 3 = Wind w 4 = Nutzlast q 5 = Erdbeben E

Lastart	Richtung	EW	F / M [kN / kNm]	ey [cm]	ez [cm]	Bemerkung
Einzellast	vertikal	1	52,980	0,0	0,0	
Moment	in y-Richtung bzw. um z-Achse	3	1,360	0,0	0,0	

Stablasten: Einwirkungen (EW) --> 1 = ständig g 2 = Schnee s 3 = Wind w 4 = Nutzlast q 5 = Erdbeben E

Lastart	Richtung	EW	F <sub>unten</sub> [kN,kNm,kN/m]	F <sub>oben</sub> [kN,kNm,kN/m]	x von unten [m]	Länge [m]	Bemerkung
Gleicl.	in y-Richtung	3	4,580	4,580	0,000	7,690	



**Auflagerreaktionen (ohne Sicherheitsbeiwerte):**

Stützenfuß: (Eigengewicht Stütze = 30,760 kN)

Lastfall	V [kN]	Hy [kN]	Hx [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
ständige L. G	83,74	0,00	0,00	0,00	0,00
Schnee S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind w	0,00	35,22	0,00	0,00	136,78
Nutzlast Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdbeben E	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Stützenfuß: (d,Myd,II und d,Mzd,II Momentenzuwachs aus Th.II.Ordnung)

LFK	Vd [kN]	Hyd [kN]	Hxd [kN]	Myd [kNm]	d,Myd,II [kNm]	Mzd [kNm]	d,Mzd,II [kNm]
1	83,74	0,00	0,00	0,00	34,27	0,00	34,27
2	113,05	0,00	0,00	0,00	46,27	0,00	46,27
3	83,74	52,83	0,00	0,00	34,27	205,17	34,27
4	113,05	52,83	0,00	0,00	46,27	205,17	46,27
5	83,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	113,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	83,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	113,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	83,74	52,83	0,00	0,00	0,00	205,17	0,00
10	113,05	52,83	0,00	0,00	0,00	205,17	0,00
11	83,74	31,70	0,00	0,00	0,00	123,10	0,00
12	113,05	31,70	0,00	0,00	0,00	123,10	0,00
13	83,74	52,83	0,00	0,00	0,00	205,17	0,00
14	113,05	52,83	0,00	0,00	0,00	205,17	0,00
15	83,74	31,70	0,00	0,00	0,00	123,10	0,00
16	113,05	31,70	0,00	0,00	0,00	123,10	0,00
17	83,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	113,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	83,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	113,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	83,74	52,83	0,00	0,00	0,00	205,17	0,00
22	113,05	52,83	0,00	0,00	0,00	205,17	0,00
23	83,74	31,70	0,00	0,00	0,00	123,10	0,00
24	113,05	31,70	0,00	0,00	0,00	123,10	0,00
25	83,74	31,70	0,00	0,00	0,00	123,10	0,00
26	113,05	31,70	0,00	0,00	0,00	123,10	0,00
27	83,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	83,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	83,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	83,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Verformungen im Zustand I für Einzellastfälle::**

ständige Lasten:	max.vy = 0,00 cm / max.vz = 0,00 cm
Schneelasten:	max.vy = 0,00 cm / max.vz = 0,00 cm
Windlasten:	max.vy = 2,82 cm / max.vz = 0,00 cm
veränderliche Lasten:	max.vy = 0,00 cm / max.vz = 0,00 cm
Erdbebenlasten:	max.vy = 0,00 cm / max.vz = 0,00 cm
Anprall:	max.vy = 0,00 cm / max.vz = 0,00 cm

<b>Bemessung - Knicken in:</b>	<b>y - Richtung</b>	<b>z - Richtung</b>
Knicklänge:	16,579 m	16,579 m
Trägheitsradius iz / iy:	11,55 cm	11,55 cm
Schlankheit Lambda:	143,58	143,58
Normalkraft NEd:	113,049 kN	113,049 kN
bezogene Normalkraft Nue:	0,036	0,036
Schnittmoment MEd:	-205,173 kNm	0,000 kNm
Ausmitte e0 = MEd/NEd:	181,490 cm	0,000 cm
ungewollte Ausmitte ea:	2,989 cm	2,989 cm
Kriechausmitte ek:	0,000 cm	0,000 cm
Beiwert K1:	1,000	1,000
max.zul.Lambda:	84,77	84,77
Beiwert Kr (iteriert):	1,000	1,000
Ausmitte Th.II.O. e2:	37,937 cm	37,937 cm
Gesamtausmitte e,tot:	222,416 cm	40,927 cm
Bemessungsmoment MEd,bem:	251,440 kNm	46,267 kNm

Bemessung für LFK = 1,35\*G + 1,50\*W

**erf.As,tot: 34,43 cm<sup>2</sup>**Bewehrungsgehalt Mue: 2,152 %  
Mindestbewehrung min.As,tot: 4,80 cm<sup>2</sup>

Ausmitte nach EC2-1-1, 6.1(4) wird bei Th.I.O. als ea angesetzt

**Querkraftnachweis:**

cv,l = 3,50 cm

Bei zweiachsiger Querkraft erfolgt Bemessung gem. Verfahren Prof. Mark

max.Vy = 0,00 kN / zugeh.Vz = 0,00 kN

max.Vz = 0,00 kN / zugeh.Vy = 0,00 kN

Theta = °

VRd,c = 0,00 kN

VRd,max = kN

min.as,q = 0,00 cm<sup>2</sup>/m (Mindestbewehrung)**erf.as,q = 0,00 cm<sup>2</sup>/m**

## Position 4.8 – Giebeleckstütze C/8 – Ausbauzustand

- Fundament unter Stütze kann nicht zentrisch beansprucht werden, da ein Trafogebäude unmittelbar angrenzt
- durch den außermittigen Lasteintrag ergeben sich unwirtschaftliche Fundamentabmessungen
- Ausführung als FT-Stützen mit Fuß
- Querschnitt: [ ] 0,40 x 0,40 [m]
- Stützhöhe:  $h = 7,69$  m
- rückwärtige Aufkantung:  $h = 0,77$  m
- Stützenabstand:  $e_1 = 7,05$  m im Giebel
- Stützenabstand:  $e_2 = 5,01$  m in der Traufe
- Einwirkungen
  - aus Pos. 3.3 - Vorbemessung Giebelbinder  
maximale Auflagerkräfte des Giebelbinders  
äußere Stützen  
 $G_k = 17,92$  kN  
 $S_k = 4,98$  kN
  - Moment aus außermittigem Lasteintrag  
Außermittigkeit:  $e = 0,09$  m,  
maximale Auflagerkräfte des Binders erzeugen Biegemomente  
Momente werden automatisch ermittelt.
  - aus Winddruck und Windsog auf Eckstütze  
Lastfläche D (= auf Giebel)  
 $W_{D+s} = 0,70 * 0,65$  kN/m<sup>2</sup> = 0,46 kN/m<sup>2</sup>  
Einflussbreite  $e = \frac{1}{2} * 7,05$  m = 3,53 m  
 $w_{D+s,y} = 1,62$  kN/m
  - Windlast auf Giebelattika  
 $W_{D+s,y} = 0,70 * 0,65$  kN/m<sup>2</sup> \*  $\frac{1}{2} * 7,05$  m \* 0,77 m = 1,60 kN  
 $M_{w,y} = 1,60$  kN \* 0,50 \* 0,77 m = 0,62 kNm

## Stand sicherheitsnachweis

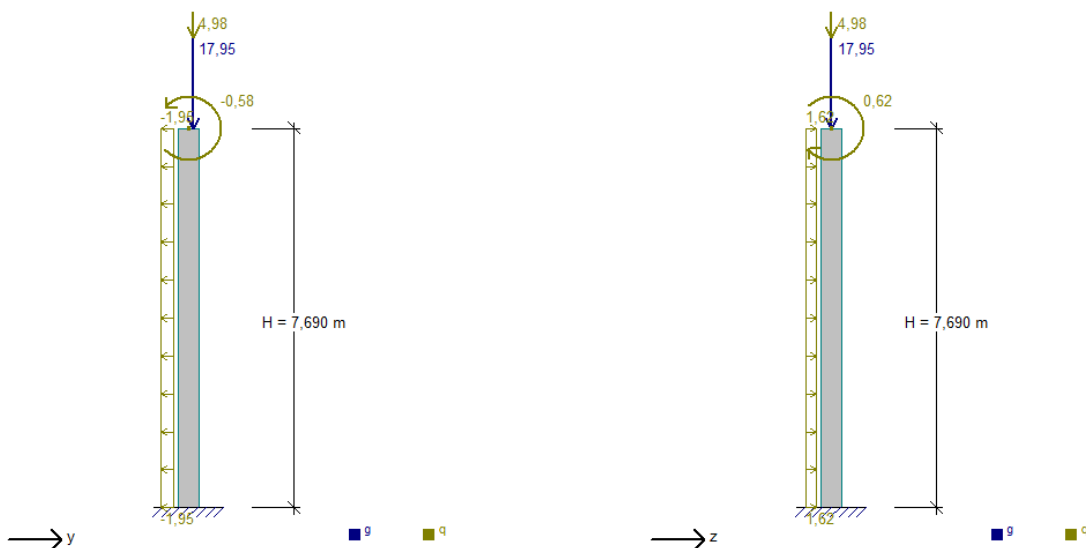
Ingenieurgesellschaft Gebrüder Tölle GbR - Ingenieure Nordhausen -  
August-Bebel-Platz 12 in 99734 Nordhausen, Tel. 03631 - 89 58 82

Dipl.-Ing. Christian Tölle  
Seite: 76/153

- Windsog auf Traufe in der Lastfläche A  
 $W_S = - 1,20 * 0,65 \text{ kN/m}^2 = -0,78 \text{ kN/m}^2,$   
Lastbreite  $L_A = 2,94 \text{ m} > \frac{1}{2}$  Einflussbreite, da Einflussbreite  
 $e = \frac{1}{2} * 5,01 \text{ m} = 2,50 \text{ m}$   
 $w_{S,A} = 1,95 \text{ kN/m}$
- Windsog auf Attika in der Lastfläche A (Traufe)  
 $W_{D+S,z} = - 1,20 * 0,65 \text{ kN/m}^2 * \frac{1}{2} * 5,01 \text{ m} * 0,77 \text{ m} = 1,50 \text{ kN}$   
 $M_{w,z} = 1,50 \text{ kN} * 0,5 * 0,77 \text{ m} = 0,58 \text{ kNm}$
- Anpralllast  
Eckstütze ohne Anprall

$$\text{erf. } a_{s,\text{tot}} = 15,97 \text{ cm}^2$$

**Position: 4.8 Eckstütze C8 - Ausbauzustand**  
**Stahlbetonstütze nach EC2 + NA Deutschland**



Rechteckstütze als Kragstütze

beta,y = 2,00

beta,z = 2,00

Stütze in y - und z - Richtung frei

Berechnung als Stütze (Mindest- und Höchstbewehrung)

Stützhöhe H = 7,690 m

by = 40,0 cm

bz = 40,0 cm

d1 = 5,00 cm (Randabstand Bewehrung oben/unten)

d2 = 5,00 cm (Randabstand Bewehrung seitlich)

Bewehrung in Ecken konzentriert

Beton: C35/45 (Kriechzahl Phi = 2,17)

Betonstahl: B500 (A)

**Belastungen**

Eigengewicht Stütze wird mit 25,0 kN/m<sup>3</sup> berücksichtigt

Kategorie für Nutzlasten = A, B: Wohn-, Arbeits- und Büroräume

Kategorie für Schneelasten = Schnee für Orte bis NN + 1000

Knotenlasten: Einwirkungen (EW) --> 1 = ständig g 2 = Schnee s 3 = Wind w 4 = Nutzlast q 5 = Erdbeben E

Lastart	Richtung	EW	F / M [kN / kNm]	ey [cm]	ez [cm]	Bemerkung
Einzellast	vertikal	1	17,950	9,0	0,0	
Einzellast	vertikal	2	4,980	9,0	0,0	
Moment	in y-Richtung bzw. um z-Achse	3	-0,580	0,0	0,0	
Moment	in z-Richtung bzw. um y-Achse	3	0,620	0,0	0,0	

Stablasten: Einwirkungen (EW) --> 1 = ständig g 2 = Schnee s 3 = Wind w 4 = Nutzlast q 5 = Erdbeben E

Lastart	Richtung	EW	F <sub>unten</sub> [kN,kNm,kN/m]	F <sub>oben</sub> [kN,kNm,kN/m]	x von unten [m]	Länge [m]	Bemerkung
Gleichl.	in z-Richtung	3	1,620	1,620	0,000	7,690	
Gleichl.	in y-Richtung	3	-1,950	-1,950	0,000	7,690	

**Auflagerreaktionen (ohne Sicherheitsbeiwerte):**

Stützenfuß: (Eigengewicht Stütze = 30,760 kN)

Lastfall	V [kN]	Hy [kN]	Hx [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
ständige L. G	48,71	0,00	0,00	0,00	1,62
Schnee S	4,98	0,00	0,00	0,00	0,45
Wind w	0,00	-15,00	12,46	48,52	-58,24
Nutzlast Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdbeben E	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Stützenfuß: (d,Myd,II und d,Mzd,II Momentenzuwachs aus Th.II.Ordnung)

LFK	Vd [kN]	Hyd [kN]	Hxd [kN]	Myd [kNm]	d,Myd,II [kNm]	Mzd [kNm]	d,Mzd,II [kNm]
1	48,71	0,00	0,00	0,00	17,25	1,62	17,25
2	65,76	0,00	0,00	0,00	23,29	2,18	23,29
3	48,71	-22,49	18,69	72,78	17,25	-85,74	17,25
4	65,76	-22,49	18,69	72,78	23,29	-85,18	23,29
5	56,18	0,00	0,00	0,00	19,90	2,29	19,90
6	73,23	0,00	0,00	0,00	25,94	2,85	25,94
7	48,71	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62	0,00
8	65,76	0,00	0,00	0,00	0,00	2,18	0,00
9	52,45	-22,49	18,69	72,78	18,58	-85,40	18,58
10	69,49	-22,49	18,69	72,78	24,62	-84,84	24,62
11	56,18	-13,50	11,21	43,67	19,90	-50,13	19,90
12	73,23	-13,50	11,21	43,67	25,94	-49,56	25,94
13	48,71	-22,49	18,69	72,78	0,00	-85,74	0,00
14	65,76	-22,49	18,69	72,78	0,00	-85,18	0,00
15	48,71	-13,50	11,21	43,67	0,00	-50,80	0,00
16	65,76	-13,50	11,21	43,67	0,00	-50,23	0,00
17	56,18	0,00	0,00	0,00	0,00	2,29	0,00
18	73,23	0,00	0,00	0,00	0,00	2,85	0,00
19	52,45	0,00	0,00	0,00	0,00	1,95	0,00
20	69,49	0,00	0,00	0,00	0,00	2,52	0,00
21	52,45	-22,49	18,69	72,78	0,00	-85,40	0,00
22	69,49	-22,49	18,69	72,78	0,00	-84,84	0,00
23	56,18	-13,50	11,21	43,67	0,00	-50,13	0,00
24	73,23	-13,50	11,21	43,67	0,00	-49,56	0,00
25	52,45	-13,50	11,21	43,67	0,00	-50,46	0,00
26	69,49	-13,50	11,21	43,67	0,00	-49,90	0,00
27	48,71	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62	0,00
28	48,71	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62	0,00
29	48,71	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62	0,00
30	48,71	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62	0,00

**Verformungen im Zustand I für Einzellastfälle::**

ständige Lasten:	max.vy = 0,07 cm / max.vz = 0,00 cm
Schneelasten:	max.vy = 0,02 cm / max.vz = 0,00 cm
Windlasten:	max.vy = 1,20 cm / max.vz = 1,00 cm
veränderliche Lasten:	max.vy = 0,00 cm / max.vz = 0,00 cm
Erdbebenlasten:	max.vy = 0,00 cm / max.vz = 0,00 cm
Anprall:	max.vy = 0,00 cm / max.vz = 0,00 cm

<b>Bemessung - Knicken in:</b>	<b>y - Richtung</b>	<b>z - Richtung</b>
Knicklänge:	15,380 m	15,380 m
Trägheitsradius iz / iy:	11,55 cm	11,55 cm
Schlankheit Lambda:	133,19	133,19
Normalkraft NEd:	69,494 kN	69,494 kN
bezogene Normalkraft Nue:	0,022	0,022
Schnittmoment MEd:	84,839 kNm	-72,780 kNm
Ausmitte e0 = MEd/NEd:	122,083 cm	104,730 cm
ungewollte Ausmitte ea:	2,773 cm	2,773 cm
Kriechausmitte ek:	0,000 cm	0,000 cm
Beiwert K1:	1,000	1,000
max.zul.Lambda:	108,12	108,12
Beiwert Kr (iteriert):	1,000	1,000
Ausmitte Th.II.O. e2:	32,649 cm	32,649 cm
Gesamtausmitte e,tot:	157,505 cm	140,152 cm
Bemessungsmoment MEd,bem:	109,456 kNm	97,397 kNm

Bemessung für LFK = 1,35\*G + 1,50\*W + 1,50\*Psi,0\*S

**erf.As,tot: 15,97 cm<sup>2</sup>**

Bewehrungsgehalt Mue: 0,998 %  
Mindestbewehrung min.As,tot: 4,80 cm<sup>2</sup>

Ausmitte nach EC2-1-1, 6.1(4) wird bei Th.I.O. als ea angesetzt

**Querkraftnachweis:**

cv,l = 3,50 cm  
Bei zweiachsiger Querkraft erfolgt Bemessung gem. Verfahren Prof. Mark  
max.Vy = 22,49 kN / zugeh.Vz = 18,69 kN  
max.Vz = 18,69 kN / zugeh.Vy = 22,49 kN  
Theta = 18,40 °  
VRd,c = 84,02 kN  
VRd,max = 831,64 kN  
min.as,q = 4,10 cm<sup>2</sup>/m (Mindestbewehrung)  
**erf.as,q = 1,13 cm<sup>2</sup>/m**

## Position 4.9 – Giebeleckstütze C/8 – Montagezustand

- Fundament unter Stütze kann nicht zentrisch beansprucht werden, da ein Trafogebäude unmittelbar angrenzt
- durch den außermittigen Lasteintrag ergeben sich unwirtschaftliche Fundamentabmessungen
- Ausführung als FT-Stützen mit Fuß
- Querschnitt: [ ] 0,40 x 0,40 [m]
- Stützhöhe:  $h = 7,69$  m
- rückwärtige Aufkantung:  $h = 0,77$  m
- Stützenabstand:  $e_1 = 7,05$  m im Giebel
- Stützenabstand:  $e_2 = 5,01$  m in der Traufe
- Einwirkungen
  - aus Pos. 3.3 - Vorbemessung Giebelbinder  
minimale Auflagerkräfte des Giebelbinders  
äußere Stützen  
 $G_k = 14,26$  kN
  - Moment aus außermittigem Lasteintrag  
Außermittigkeit:  $e = 0,09$  m,  
maximale Auflagerkräfte des Binders erzeugen Biegemomente  
Momente werden automatisch ermittelt.
  - aus Winddruck und Windsog auf Eckstütze  
Lastfläche D (= auf Giebel)  
 $W_{D+S} = (0,70 + 0,30) * 0,65 \text{ kN/m}^2 = 0,65 \text{ kN/m}^2$   
Einflussbreite  $e = \frac{1}{2} * 7,05 \text{ m} = 3,53 \text{ m}$   
 $w_{D+S,y} = 2,29 \text{ kN/m}$
  - Windlast auf Giebelattika  
 $W_{D+S,y} = (0,70 + 0,30) * 0,65 \text{ kN/m}^2 * \frac{1}{2} * 7,05 \text{ m} * 0,77 \text{ m}$   
 $W_{D+S,y} = 1,76 \text{ kN}$   
 $M_{w,y} = 1,76 \text{ kN} * 0,50 * 0,77 \text{ m} = 0,68 \text{ kNm}$



### Standortsicherheitsnachweis

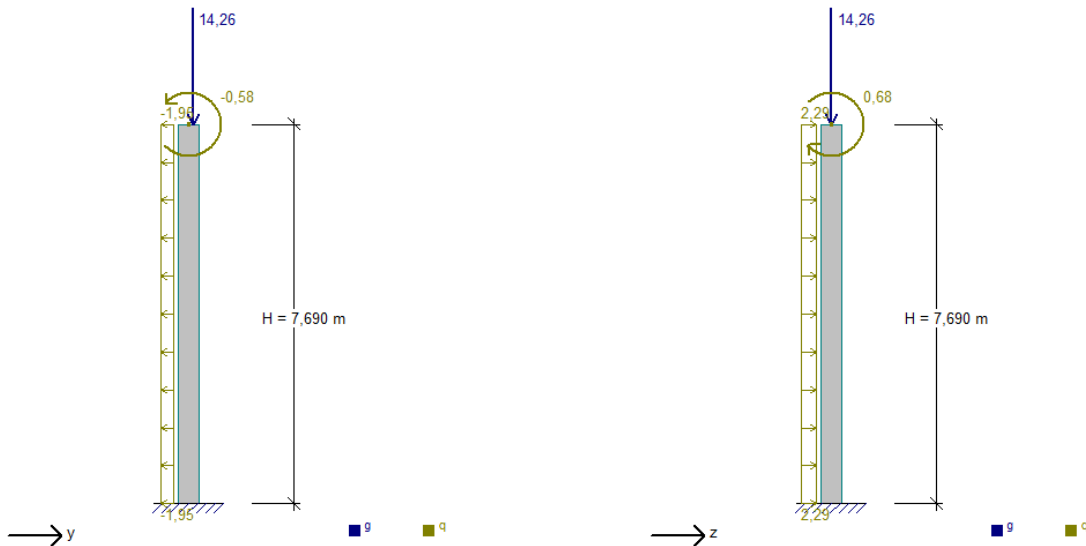
Ingenieurgemeinschaft Gebrüder Tölle GbR - Ingenieure Nordhausen -  
August-Bebel-Platz 12 in 99734 Nordhausen, Tel. 03631 - 89 58 82

Dipl.-Ing. Christian Tölle  
Seite: 81/153

- Windsog auf Traufe in der Lastfläche A  
 $W_S = - 1,20 * 0,65 \text{ kN/m}^2 = - 0,78 \text{ kN/m}^2,$   
Lastbreite  $L_A = 2,94 \text{ m} > \frac{1}{2}$  Einflussbreite, da Einflussbreite  
 $e = \frac{1}{2} * 5,01 \text{ m} = 2,50 \text{ m}$   
 $w_{S,A} = 1,95 \text{ kN/m}$
- Windsog auf Attika in der Lastfläche A (Traufe)  
 $W_{D+S,z} = - 1,20 * 0,65 \text{ kN/m}^2 * \frac{1}{2} * 5,01 \text{ m} * 0,77 \text{ m} = 1,50 \text{ kN}$   
 $M_{w,z} = 1,50 \text{ kN} * 0,5 * 0,77 \text{ m} = 0,58 \text{ kNm}$
- Anpralllast  
Eckstütze ohne Anprall

$$\text{erf. } a_{s,\text{tot}} = 22,50 \text{ cm}^2$$

**Position: 4.9 Eckstütze C8 - Montagelastfall**  
**Stahlbetonstütze nach EC2 + NA Deutschland**



Rechteckstütze als Kragstütze

beta,y = 2,68

beta,z = 2,68

Stütze in y - und z - Richtung frei

Berechnung als Stütze (Mindest- und Höchstbewehrung)

Stützhöhe H = 7,690 m

by = 40,0 cm

bz = 40,0 cm

d1 = 5,00 cm (Randabstand Bewehrung oben/unten)

d2 = 5,00 cm (Randabstand Bewehrung seitlich)

Bewehrung in Ecken konzentriert

Beton: C35/45 (Kriechzahl Phi = 2,17)

Betonstahl: B500 (A)

**Belastungen**

Eigengewicht Stütze wird mit 25,0 kN/m<sup>3</sup> berücksichtigt

Kategorie für Nutzlasten = A, B: Wohn-, Arbeits- und Büroräume

Kategorie für Schneelasten = Schnee für Orte bis NN + 1000

Knotenlasten: Einwirkungen (EW) --> 1 = ständig g 2 = Schnee s 3 = Wind w 4 = Nutzlast q 5 = Erdbeben E

Lastart	Richtung	EW	F / M [kN / kNm]	ey [cm]	ez [cm]	Bemerkung
Einzellast	vertikal	1	14,260	9,0	0,0	
Moment	in y-Richtung bzw. um z-Achse	3	-0,580	0,0	0,0	
Moment	in z-Richtung bzw. um y-Achse	3	0,680	0,0	0,0	

Stablasten: Einwirkungen (EW) --> 1 = ständig g 2 = Schnee s 3 = Wind w 4 = Nutzlast q 5 = Erdbeben E

Lastart	Richtung	EW	F <sub>unten</sub> [kN,kNm,kN/m]	F <sub>oben</sub> [kN,kNm,kN/m]	x von unten [m]	Länge [m]	Bemerkung
Gleichl.	in z-Richtung	3	2,290	2,290	0,000	7,690	
Gleichl.	in y-Richtung	3	-1,950	-1,950	0,000	7,690	

**Auflagerreaktionen (ohne Sicherheitsbeiwerte):**

Stützenfuß: (Eigengewicht Stütze = 30,760 kN)

Lastfall	V [kN]	Hy [kN]	Hx [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
ständige L. G	45,02	0,00	0,00	0,00	1,28
Schnee S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind w	0,00	-15,00	17,61	68,39	-58,24
Nutzlast Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdbeben E	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Stützenfuß: (d,Myd,II und d,Mzd,II Momentenzuwachs aus Th.II.Ordnung)

LFK	Vd [kN]	Hyd [kN]	Hxd [kN]	Myd [kNm]	d,Myd,II [kNm]	Mzd [kNm]	d,Mzd,II [kNm]
1	45,02	0,00	0,00	0,00	28,07	1,28	28,09
2	60,78	0,00	0,00	0,00	37,89	1,73	37,92
3	45,02	-22,49	26,42	102,59	28,07	-86,07	28,09
4	60,78	-22,49	26,42	102,59	37,89	-85,62	37,92
5	45,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	0,00
6	60,78	0,00	0,00	0,00	0,00	1,73	0,00
7	45,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	0,00
8	60,78	0,00	0,00	0,00	0,00	1,73	0,00
9	45,02	-22,49	26,42	102,59	0,00	-86,07	0,00
10	60,78	-22,49	26,42	102,59	0,00	-85,62	0,00
11	45,02	-13,50	15,85	61,55	0,00	-51,13	0,00
12	60,78	-13,50	15,85	61,55	0,00	-50,68	0,00
13	45,02	-22,49	26,42	102,59	0,00	-86,07	0,00
14	60,78	-22,49	26,42	102,59	0,00	-85,62	0,00
15	45,02	-13,50	15,85	61,55	0,00	-51,13	0,00
16	60,78	-13,50	15,85	61,55	0,00	-50,68	0,00
17	45,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	0,00
18	60,78	0,00	0,00	0,00	0,00	1,73	0,00
19	45,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	0,00
20	60,78	0,00	0,00	0,00	0,00	1,73	0,00
21	45,02	-22,49	26,42	102,59	0,00	-86,07	0,00
22	60,78	-22,49	26,42	102,59	0,00	-85,62	0,00
23	45,02	-13,50	15,85	61,55	0,00	-51,13	0,00
24	60,78	-13,50	15,85	61,55	0,00	-50,68	0,00
25	45,02	-13,50	15,85	61,55	0,00	-51,13	0,00
26	60,78	-13,50	15,85	61,55	0,00	-50,68	0,00
27	45,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	0,00
28	45,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	0,00
29	45,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	0,00
30	45,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	0,00

**Verformungen im Zustand I für Einzellastfälle::**

ständige Lasten:	max.vy = 0,05 cm / max.vz = 0,00 cm
Schneelasten:	max.vy = 0,00 cm / max.vz = 0,00 cm
Windlasten:	max.vy = 1,20 cm / max.vz = 1,41 cm
veränderliche Lasten:	max.vy = 0,00 cm / max.vz = 0,00 cm
Erdbebenlasten:	max.vy = 0,00 cm / max.vz = 0,00 cm
Anprall:	max.vy = 0,00 cm / max.vz = 0,00 cm

<b>Bemessung - Knicken in:</b>	<b>y - Richtung</b>	<b>z - Richtung</b>
Knicklänge:	20,609 m	20,617 m
Trägheitsradius iz / iy:	11,55 cm	11,55 cm
Schlankheit Lambda:	178,48	178,55
Normalkraft NEd:	60,777 kN	60,777 kN
bezogene Normalkraft Nue:	0,019	0,019
Schnittmoment MEd:	85,624 kNm	-102,586 kNm
Ausmitte e0 = MEd/NEd:	140,882 cm	168,791 cm
ungewollte Ausmitte ea:	3,717 cm	3,716 cm
Kriechausmitte ek:	0,000 cm	0,000 cm
Beiwert K1:	1,000	1,000
max.zul.Lambda:	115,61	115,61
Beiwert Kr (iteriert):	1,000	1,000
Ausmitte Th.II.O. e2:	58,670 cm	58,625 cm
Gesamtausmitte e,tot:	203,270 cm	231,132 cm
Bemessungsmoment MEd,bem:	123,541 kNm	140,475 kNm

Bemessung für LFK = 1,35\*G + 1,50\*W

**erf.As,tot: 22,50 cm<sup>2</sup>**

Bewehrungsgehalt Mue: 1,406 %  
Mindestbewehrung min.As,tot: 4,80 cm<sup>2</sup>

Ausmitte nach EC2-1-1, 6.1(4) wird bei Th.I.O. als ea angesetzt

**Querkraftnachweis:**

cv,l = 3,50 cm  
Bei zweiachsiger Querkraft erfolgt Bemessung gem. Verfahren Prof. Mark  
max.Vy = 0,00 kN / zugeh.Vz = 0,00 kN  
max.Vz = 0,00 kN / zugeh.Vy = 0,00 kN  
Theta = °  
VRd,c = 0,00 kN  
VRd,max = kN  
min.as,q = 0,00 cm<sup>2</sup>/m (Mindestbewehrung)  
**erf.as,q = 0,00 cm<sup>2</sup>/m**

## Position 5 – Einzelfundamente als Blockfundamente

### Position 5.1 – Allgemeines und Lasten

- Die Halle soll als Stützen-Binder-System hergestellt werden
- die Stützen werden als Kragstützen bemessen. Die Einspannung der Stützen erfolgt in FT-Blockfundamente.
- die Lasten für die Fundamente werden automatisch durch die entsprechenden Stützenpositionen vorgegeben. Fundament- und Stützenpositionen sind miteinander verknüpft
- Einwirkungen:
  - aus FT - Stützen  
Lasten werden automatisch ermittelt
  - Stahlbetonsockelplatten  
Fertigteile, die vor Ort montiert werden.  
Abmessungen: [ ] 6,60 x 1,60 x 0,20 [m]  
Gesamtgewicht  $G_k = 6,60 \text{ m} * 1,60 \text{ m} * 0,20 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3$   
 $G_k = 52,8 \text{ kN}$   
Frostschürzen werden auf Einzelfundamente „gehungen“  
je Frostschürze:  $G_k = 26,4 \text{ kN}$ , angenommener Lasteintrag als Einzellast
  - aus Hochregallagern  
Schwerlastregale: Gesamtlast max. 12 t, auf 3 Regalebene, je Ebene: 4 t  
je Fuß 3 t, da 2 Regale nebeneinander stehen ergeben sich Einzellasten in Höhe von 6 t:  $G_k = 60 \text{ kN}$ , (mittlerer Fuß)  
Bemessungseinzellast:  $G_d = 1,2 * 60 \text{ kN} = 72 \text{ kN}$

- Das zum Zeitpunkt der Erstellung der Statik vorliegende Bodengutachten wurde gesichtet.
- Die zulässigen Bodenpressungen werden  $\sigma_{R,d} = 430 \text{ kN/m}^2$  angegeben. (Streifenfundament,  $b = 1,50 \text{ m}$ , Einbindetiefe  $t = 1,00 \text{ m}$ ). Die im Gutachten beschriebenen Pressungswerte für elastisch gebettete Bodenplatten sind nicht zielführend. Aus der Fachliteratur heraus können auch Abschätzungen getroffen werden.

**nicht bindige Böden**

- 5.08 Bemessungswerte des Sohlwiderstands  $\sigma_{R,d}$  für Streifenfundamente nach Handbuch Eurocode 7, Band 1 (2011): DIN 1054 (2010), Tabellen A.6.1 bis A.6.2
  - Nicht bindiger Boden
  - Voraussetzungen: Abschnitt 5.3.2 (DIN 1054 (2010), Abschnitt A 6.10.1)

Tab. A.6.1: Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ auf der Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsicherheit („setzungsunempfindlich“)							Tab. A.6.2: Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ auf der Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsicherheit und einer Begrenzung der Setzungen („setzungsempfindlich“)						
Kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ kN/m <sup>2</sup>						Kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ kN/m <sup>2</sup>					
	b bzw. b'							b bzw. b'					
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m		0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m
0,5	280	420	560	700	700	700	0,5	280	420	460	390	350	310
1,0	380	520	660	800	800	800	1,0	380	520	500	430	380	340
1,5	480	620	760	900	900	900	1,5	480	620	550	480	410	360
2,0	560	700	840	980	980	980	2,0	560	700	590	500	430	390
bei Bauwerken mit Einbindetiefen $0,30 \text{ m} \leq d \leq 0,50 \text{ m}$ und mit Fundamentbreiten $b$ bzw. $b' \geq 0,30 \text{ m}$							bei Bauwerken mit Einbindetiefen $0,30 \text{ m} \leq d \leq 0,50 \text{ m}$ und mit Fundamentbreiten $b$ bzw. $b' \geq 0,30 \text{ m}$						
210							210						

**bindige Böden**

- 5.08b Bemessungswerte des Sohlwiderstands  $\sigma_{R,d}$  für Streifenfundamente nach Handbuch Eurocode 7, Band 1 (2011): DIN 1054 (2010), Tabellen A.6.5 bis A.6.8
  - Bindiger Boden
  - Voraussetzungen: Abschnitt 5.3.2 (DIN 1054 (2010), Abschnitt A 6.10.1)

**Tab. A.6.5:** Bemessungswert des Sohlwiderstands  $\sigma_{R,d}$  auf reinem Schluff bei steifer bis halbfester Konsistenz oder einer mittleren einaxialen Druckfestigkeit  $q_{u,k} > 120 \text{ kN/m}^2$  (UL nach DIN 18196)

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ kN/m <sup>2</sup>
0,5	180
1,0	250
1,5	310
2,0	350

**Tab. A.6.6:** Bemessungswert des Sohlwiderstands  $\sigma_{R,d}$  auf gemischtkörnigem Boden (SU\*, ST\*, ST\*, GU\*, GT\* nach DIN 18196, z.B. Geschiebemergel)

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ kN/m <sup>2</sup>		
	Mittlere Konsistenz		
	steif	halbfest	fest
0,5	210	310	460
1,0	250	380	550
1,5	310	460	620
2,0	350	520	700
Mittlere einaxiale Druckfestigkeit $q_{u,k}$ in kN/m <sup>2</sup>	120 bis 300	300 bis 700	> 700

**Tab. A.6.7:** Bemessungswert des Sohlwiderstands  $\sigma_{R,d}$  auf tonig schluffigem Boden (UM, TL, TM nach DIN 18196)

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ kN/m <sup>2</sup>		
	Mittlere Konsistenz		
	steif	halbfest	fest
0,5	170	240	390
1,0	200	290	450
1,5	220	350	500
2,0	250	390	560
Mittlere einaxiale Druckfestigkeit $q_{u,k}$ in kN/m <sup>2</sup>	120 bis 300	300 bis 700	> 700

**Tab. A.6.8:** Bemessungswert des Sohlwiderstands  $\sigma_{R,d}$  für Streifenfundamente auf Ton-Böden (TA nach DIN 18196)

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ kN/m <sup>2</sup>		
	Mittlere Konsistenz		
	steif	halbfest	fest
0,5	130	200	280
1,0	150	250	340
1,5	180	290	380
2,0	210	320	420
Mittlere einaxiale Druckfestigkeit $q_{u,k}$ in kN/m <sup>2</sup>	120 bis 300	300 bis 700	> 700

**Standsicherheitsnachweis**

Ingenieurgemeinschaft Gebrüder Tölle GbR - Ingenieure Nordhausen -  
August-Bebel-Platz 12 in 99734 Nordhausen, Tel. 03631 - 89 58 82

Dipl.-Ing. Christian Tölle  
Seite: **87/153**

- generell gilt: Baugrube in Abhängigkeit des Baugrundes vor Niederschlag schützen. Der anstehende Baugrund ist augenscheinlich kiesig / nicht bindig, so dass kurzfristige und kleinere Regenmengen versickern sollten.

Projekt :

Position :

Bauliche Durchbildung:

- Einzelfundamente bzw. Fundamentstreifen in ihren Abmessungen nach der Vorgabe der einzelnen Positionen.
- Einzelfundamente auf Tragschicht: Schichtdicke: 30 cm
- Material: je nach Baugrund: Schotter oder verdichtungswilliger Kiessand bzw., sandiger Kies ( $U > 6$ )
- erf. Verformungsmoduln:
  - $E_{v2,U} = 45 \text{ MN/m}^2$  (vor Einbau der Tragschicht)
  - $E_{v2,T} = 120 \text{ MN/m}^2$  (vor Einbau der Bodenplatte)
- zwangsfreie Lagerung der Einzelfundamente: 2 lagige PE-Folie auf Schottertragschicht (unter Fundamente) einbauen
- Randdämmstreifen zur Zwangsverringerng und Vermeidung von Wärmebrücken einbauen
- im frostberührten Bereich sollte eine unbewehrte Bankette als Frostschräge betoniert werden. Frostfreiheit in Abhängigkeit des Bodens. UK Frostschräge auf - 1,00 m von OK Gelände
- Betonfestigkeitsklasse: C25/30
- Betonstahl: BSt 500 M (A)
- Betondeckung unten: (XC 2)  $\text{nom } c,u = 4,00 \text{ cm}$
- Betondeckung unten: (XC 3/ XC 4)  $\text{nom } c,o = 4,00 \text{ cm}$
- Rissbreitenbegrenzung: Anforderungsklasse F:  $w_k = 0,40 \text{ mm}$
- gewählte Grundbewehrung der Einzelfundamente:  
oben und unten: Q524 A + Zulagen



## Position 5.2 – Einzelfundamente unter Hallenstützen – Ausbauzustand

- FT-Blockfundament zur Erzeugung der Einspannung
- Lasten aus Pos. 4.2

gewählt:

Einzelfundament [ ] 250 x 250 x 100 [cm]

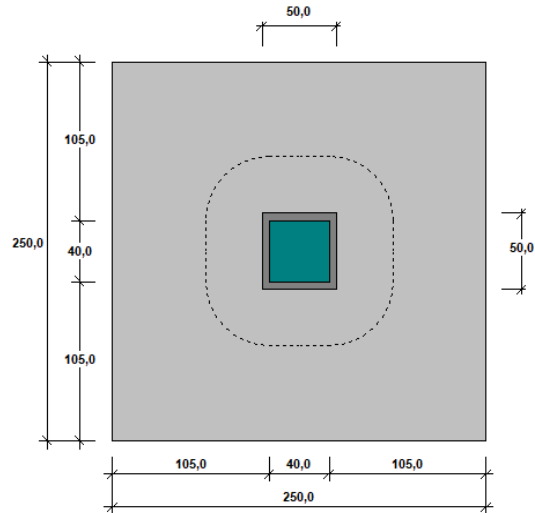
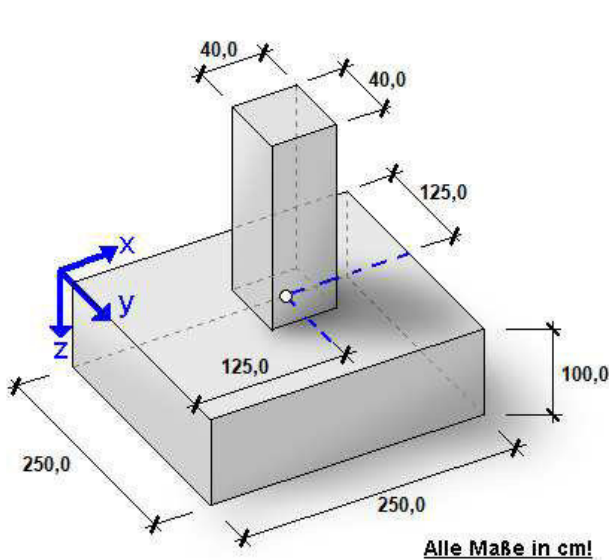
Beton: C25/30

Betonstahl: BSt 500 S (A)

$nom_c = 4,00 \text{ cm}$

Bewehrung nach Ausdruck

**Position: 5.2 Fundament unter Hallenstütze - Ausbaulasten**  
Einzelfundament nach EC2 / EC7 + NA Deutschland



**Systemwerte :**

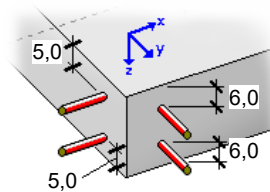
- $b_x = 250,0$  cm (Fundamentbreite x - Richtung)
- $b_y = 250,0$  cm (Fundamentbreite y - Richtung)
- $a_x = 125,0$  cm (Achsabstand Stütze in x - Richtung)
- $a_y = 125,0$  cm (Achsabstand Stütze in y - Richtung)
- $b_{sx} = 40,0$  cm (Stützenbreite in x - Richtung)
- $b_{sy} = 40,0$  cm (Stützenbreite in y - Richtung)
- $t_f = 100,0$  cm (Fundamentdicke)

Köcherabmessungen s. bei Köcherbemessung!

$\sigma_{Rd} = 250,00$  kN/m<sup>2</sup> (zul. Bodenpressung, Designwert)

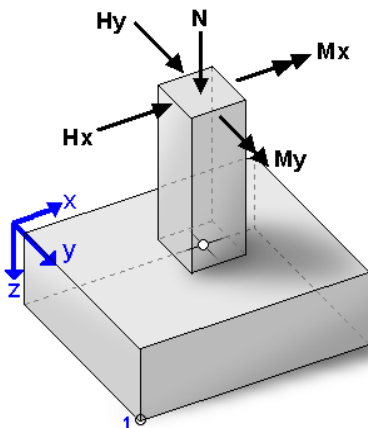
$\phi = 30,0^\circ$  (Sohlstreiwinkel)

**Bewehrungsabstände:**



**Belastungen : Lasten übernommen aus Position**

Alle Kräfte / Momente greifen an OK Fundament an!



N, Hx, Hy, Mx und My sind charakt. Lasten (ohne Sicherheitsbeiwerte)!

Das Eigengewicht vom Fundament wird mit 25,0 kN/m<sup>3</sup> berücksichtigt!

Positive Momente Mx und My erzeugen in Punkt 1 Druckspannungen (s. nebenstehendes Bild)!

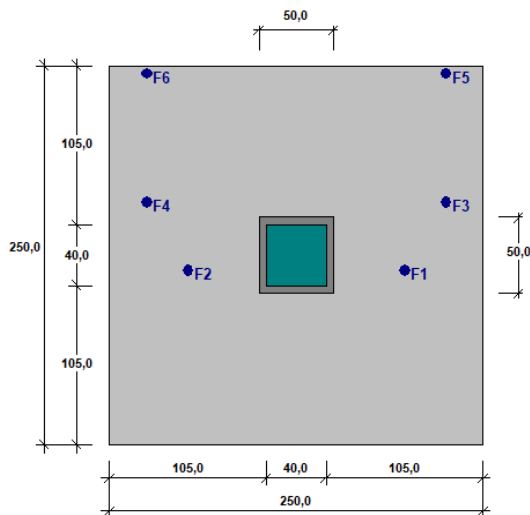
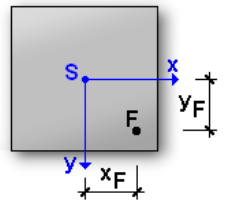
Momente aus Theorie II.Ordnung werden für Nachweise der inneren und äußeren Standsicherheit angesetzt!

Lasten aus Anprall für äußere und innere Standsicherheit (einschließl. Lagesicherheit nach EC0)!

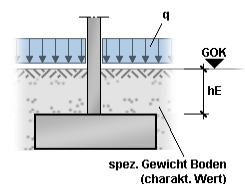
Lastfall	N [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Mx,I [kNm]	Mx,II [kNm]	My,I [kNm]	My,II [kNm]
ständig g	95,05	0,00	0,00	5,87	43,99	0,00	-38,11
Schnee	33,56	0,00	0,00	3,02	16,48	0,00	-13,46
Wind +x	0,00	0,00	0,00	0,00	91,72	0,00	0,00
Wind -x	0,00	0,00	0,00	0,00	-91,72	0,00	0,00
Wind +y	0,00	0,00	23,77	91,72	91,72	0,00	0,00
Wind -y	0,00	0,00	-23,77	-91,72	-91,72	0,00	0,00
veränderlich q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdbeben	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Anprall x-Rich.	---	0,00	---	---	---	0,00	---
Anprall y-Rich.	---	---	100,00	75,00	---	---	---

**Einzellasten als Zusatzlasten (charakt. Werte):**

Nr.	Lastfall	Last [kN]	xF [cm]	yF [cm]	Bemerkung
1	ständig	22,280	72,5	10,0	Frostschürze
2	ständig	22,280	-72,5	10,0	Frostschürze
3	ständig	60,000	100,0	-35,0	Hochregal
4	ständig	60,000	-100,0	-35,0	Hochregal
5	ständig	20,000	100,0	-120,0	Hochregal
6	ständig	20,000	-100,0	-120,0	Hochregal



veränderl. Last q auf GOK [kN/m <sup>2</sup> ]	Höhe Boden [cm]	Gamma Boden [kN/m <sup>3</sup> ]
5,00 (charakt. Wert)	30	25,00



**Lastfallkollektive:**

Die Lastfallkollektive werden vom Programm automatisch gemäß EC0 ermittelt und berechnet!  
Die Lasten aus Wind werden dabei alternativ (unabhängig) je Richtung angesetzt!

**Nachweis Ausmitten (Kippnachweis) für charakt. Lasten SLS:**

Nachweis klaffende Fuge Gesamtlast:  $(e_x/b_x)^2 + (e_y/b_y)^2 \leq 0,111$

Nachweis klaffende Fuge ständige Lasten:  $|e_x|/b_x + |e_y|/b_y \leq 0,166$

klaffende Fuge ständige Lasten:  $\max(|e_x|/b_x + |e_y|/b_y) = 0,070 \leq 0,166 \rightarrow$  keine bzw. zul. klaffende Fuge

klaffende Fuge Gesamtlast:  $\max.(e_x/b_x)^2 + (e_y/b_y)^2 = 0,017 \leq 0,111 \rightarrow$  keine bzw. zul. klaffende Fuge

**Gleitnachweis GEO-2:**

$\eta = (R_{t,d} + E_{pt,d}) / T_d \geq 1,00$  ( $\eta=0 \rightarrow$  unzul. klaff. Fuge,  $\eta=100000 \rightarrow H_x/H_y=0$ ,  $\eta = -1 \rightarrow R_{t,d} = 0$ )  
 $\gamma_{R,h} = 1,100$  [-] (Sicherheitsbeiwert Gleitwiderstand) [= 1,00 bei außergew.LFK]

min. Sicherheit  $\eta = 2,90 \geq 1,00 \rightarrow$  zulässig

**Grundbruchnachweis GEO-2:**

$\eta = V_{,d} / R_{v,d} \leq 1,00$  ( $\eta = 0,000 \rightarrow$  unzul. klaffende Fuge)

Kohäsion  $c_k = 5,00$  kN/m<sup>2</sup>

Scherwinkel  $\phi_{i,k} = 30,00$  °

Einbindetiefe / Bodenüberdeckung s. bei Lasteingaben!

$\gamma_{R,v} = 1,400$  [-] (Sicherheitsbeiwert Grundbruchwiderstand) [= 1,20 bei außergew.LFK]

max.  $V_{,d} = 998,90$  [kN]

$R_{v,d} = 4195,49$  [kN]

$N_{c0} / N_{d0} / N_{b0} = 30,13 / 18,40 / 10,04$

$v_c / v_d / v_b = 1,43 / 1,41 / 0,76$

$i_c / i_d / i_b = 0,93 / 0,93 / 0,89$

max. Ausnutzung  $\eta = 0,24 \leq 1,00 \rightarrow$  zulässig

**Nachweis der Lagesicherheit nach EC0:****Sicherheit gegen Abheben:**

$\eta = (G_k \cdot \gamma_{G,sup} + G_k \cdot \gamma_{G,inf}) / (Q_k \cdot \gamma_Q + F_{,Auftrieb} \cdot 1,10) \geq 1,00$

$\gamma_{G,sub} = 1,10$  [-] (bzw. 1,00 bei außergew. LFK)

$\gamma_{G,inf} = 0,90$  [-] (bzw. 0,95 bei außergew. LFK)

$\gamma_Q = 1,50$  [-] (bzw. 1,00 bei außergew. LFK)

Es sind keine resultierenden, abhebenden Lasten vorhanden  $\rightarrow$  Nachweis kann entfallen!

**Ausmitten (Kippen):**

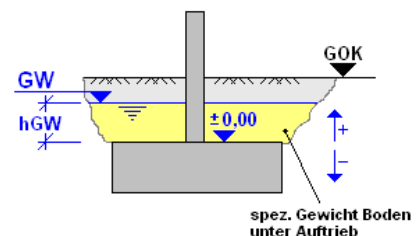
max.  $e_x = 0,08$  m  $\leq$  zul.  $e_x = 1,25$  m

max.  $e_y = 0,33$  m  $\leq$  zul.  $e_y = 1,25$  m

**Nachweis der Sicherheit gegen Auftrieb/Aufschwimmen:**

Kote Wasser  $h_{GW} = -1000,000$  m

Wasserkote liegt unter UK Fundament  $\rightarrow$  kein Auftrieb!



**Nachweis Bodenpressungen:**

Werte für Bodenpressung in  $[\text{kN/m}^2]$ ;  $\sigma_{m,d} = N_d / (a \times b)$  zum Vergleich mit  $\sigma_{Rd}$   
Bodenpressungen sind  $\gamma$ -fach (mit Sicherheitsfaktoren)

$\max. \sigma_{m,d} = 230,302 \text{ kN/m}^2 \leq 250,000 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$  zulässig

**Bemessung für Biegung:**

Beton : C25/30

Betonstahl : B500 (A,B)

- Grenze  $x/d \leq 0.45$  eingehalten (Biegung)
- Mindestbewehrung (Mindestmomente nach EC2) wird berücksichtigt
- Verteilung der Bewehrung konstant über  $b_x$  bzw.  $b_y$
- Bemessungsmomente werden am Stützenanschnitt ermittelt

**Bemessungsmomente: (max. Werte aus allen LFK)**

$\max. M_{x,Ed} = 204,964 \text{ kNm}$

$\max. M_{y,Ed} = 86,285 \text{ kNm}$

Mindestmoment  $\min. M_{x,Ed} = 1083,333 \text{ kNm}$  (EC2)

Mindestmoment  $\min. M_{y,Ed} = 1083,333 \text{ kNm}$  (EC2)

**Bemessung für Biegung / erf. Längsbewehrung:**

erf.  $A_{sx,unten} = 25,5 \text{ cm}^2$       erf.  $A_{sx,oben} = 0,0 \text{ cm}^2$

erf.  $A_{sy,unten} = 25,8 \text{ cm}^2$       erf.  $A_{sy,oben} = 0,0 \text{ cm}^2$

Mindestbewehrung nach EC2 wurde bei Bemessung berücksichtigt!

**Anschlussbewehrung in Stütze:**

erf.  $A_s = 0,00 \text{ cm}^2$  ( $\mu_e = 0,00\%$ ,  $\min. A_s = 1,57 \text{ cm}^2$ )

Die Anschlussbewehrung wird für die reine Druck- bzw. Zugkraft ermittelt, ohne Momentenanteile!

**Durchstanznachweis:**

- Längsbewehrung wird automatisch erhöht, um Stanzbewehrung zu vermeiden
- lotrechte Stanzbewehrung
- Abstand der Bewehrungsreihen untereinander,  $s_r' = 0,50 \times d_m$  (gilt ab 2. Reihe)
- Abstand der Stanzbewehrung tangential,  $s_t = 20,0 \text{ cm}$  (für Mindestbewehrung)
- Lasterhöhungsfaktor für Durchstanzen (nicht  $\beta$ !)  $f_{Erh} = 1,00$  [-]
- Beiwert  $\beta$  wird automatisch für unverschiebliche Systeme bestimmt

$d_m = 0,945 \text{ m}$  (mittlere stat. Höhe)

**Kritischer Rundschnitt  $s_{r,crit}$  im Abstand von 0,425 m vom Stützenrand.**

Ansetzbare Stützenabmessungen  $a_1 / b_1$  nach EC2 = 0,400 / 0,400 m

Bemessung als Innenstütze, d.h.  $\beta = 1,10$  (unverschiebliches System)

$V_{Ed,Stanz} = 504,170 \text{ kN}$  (ohne Faktor  $f_{Erh}$  und ohne  $\beta$ )

$\sigma_{Bm,d} = 91,987 \text{ kN/m}^2$  (mittlere Bodenpressung als Bemessungswert)

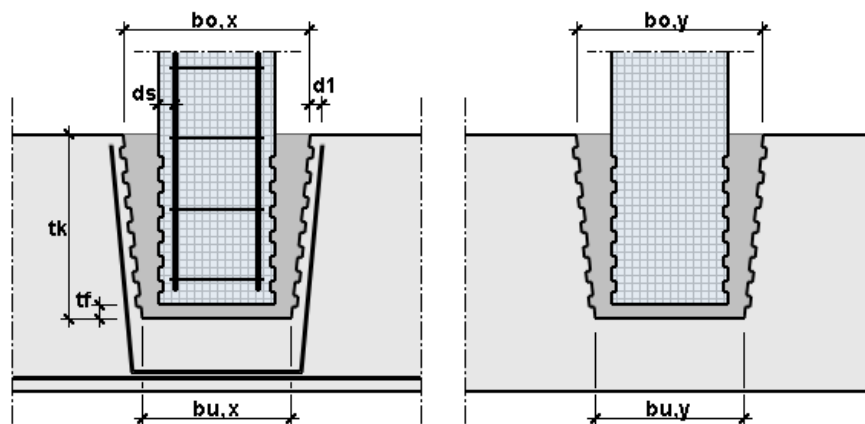
$u_{crit} = 4,272 \text{ m}$

$A_{crit} = 1,409 \text{ m}^2$

$V_{Ed,cal} = 429,605 \text{ kN} \rightarrow V_{Ed,cal} = \beta \times (f_{Erh} \times V_{Ed,Stanz} - A_{crit} \times \sigma_{Bm,d})$

$v_{Ed} = 106,420 \text{ kN/m}^2 \rightarrow v_{Ed} = V_{Ed,cal}/(u_{,crit} \times d)$   
 $\rho_{o,l,x} = 0,108 \%$  (Bewehrungsgehalt x - Richtung)  
 $\rho_{o,l,y} = 0,110 \%$  (Bewehrungsgehalt y - Richtung)  
 $\rho_{o,l,m} = 0,109 \%$  (mittl. Bewehrungsgehalt)  
 $\rho_{o,l,max} = 1,635 \%$  (max. zul. Bewehrungsgehalt)  
 $v_{Rd,c} = 1130,900 \text{ kN/m}^2$  (Durchstanzwiderstand)  $\rightarrow v_{,min} = 0,254 \text{ kN/m}^2$   
 $v_{Rd,max} = 1583,260 \text{ kN/m}^2$  (max. Tragfähigkeit gegen Durchstanzen)  
 **$\Rightarrow v_{Rd,c} \geq v_{Ed} \Rightarrow$  keine Durchstanzbewehrung erforderlich !**

**Köcherbemessung:**



Köcher mit profilierter Köcherwandung nach EC2

$bo,x = 50,0 \text{ cm} / bo,y = 50,0 \text{ cm}$   
 $bu,x = 45,0 \text{ cm} / bu,y = 45,0 \text{ cm}$   
 $tk = 70,0 \text{ cm}$   
 $tf = 5,0 \text{ cm}$   
 $d1 = 6,0 \text{ cm}$   
 $ds = 6,0 \text{ cm}$

Die Bemessung des Köchers erfolgt nach dem Verfahren des DBV.

Winkel der Druckstrebe  $\Phi = 45,0^\circ$

Die Bewehrung in der Stütze zur Ermittlung der Zugkräfte  $Z_s$  wird automatisch ermittelt!

Beton der Stütze: C35/45

Die Verankerungs- und Übergreifungslängen im Köcher werden überprüft!

$vorh.As,1 = vorh.As,2 = 20,00 \text{ cm}^2$

$vorh.As,3 = vorh.As,4 = 20,00 \text{ cm}^2$

max.Durchmesser der Stützenbewehrung: 20 mm

Mäßiger Verbund der Bewehrung im Stützenfuss.

Verankerung der Stützenlängsbewehrung mit Haken.

**Bewehrung Stütze / Zugkräfte  $Z_s$ : (D=Druck, Z=Zug)**

$max.erf.As,1/2,D = 0,00 \text{ [cm}^2]$

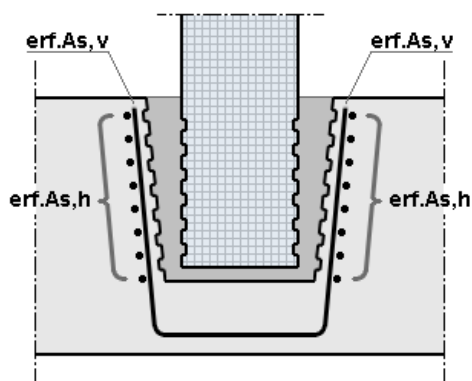
$max.erf.As,1/2,Z = 0,00 \text{ [cm}^2]$

$max.erf.As,3/4,D = 8,82 \text{ [cm}^2]$

$max.erf.As,3/4,Z = 8,82 \text{ [cm}^2]$

$max.Zs,x = 0,00 \text{ [kN]}$  (aus Moment um y-Achse)

$max.Zs,y = 383,69 \text{ [kN]}$  (aus Moment um x-Achse)

**erf.Köcherbewehrung:****Bemessung x-Richtung: (v=vertikal, h=horizontal)**max.erf.As,v,x = 0,00 cm<sup>2</sup>max.erf.As,h,x = 0,00 cm<sup>2</sup>**Bemessung y-Richtung: (v=vertikal, h=horizontal)**max.erf.As,v,y = 5,67 cm<sup>2</sup>max.erf.As,h,y = 5,67 cm<sup>2</sup>**Prüfung Verankerungs- und Übergreifungslängen im Köcher:**

Verankerung Zugbewehrung Stütze: erf.lb,net = 20,0 cm &lt;= vorh.lb,net = 62,0 cm

Verankerung Druckbewehrung Stütze: erf.lb,net = 36,6 cm &lt;= vorh.lb,net = 62,0 cm

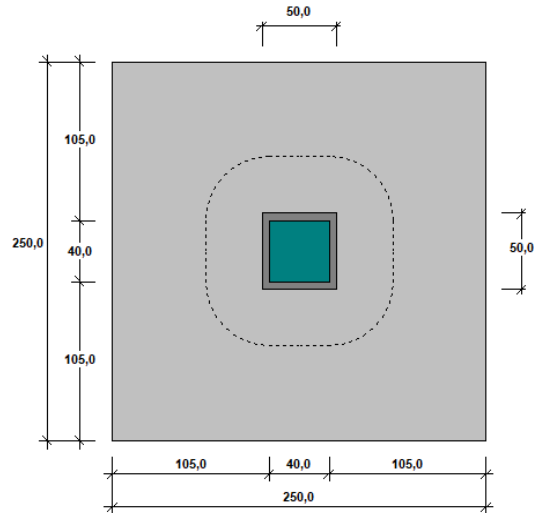
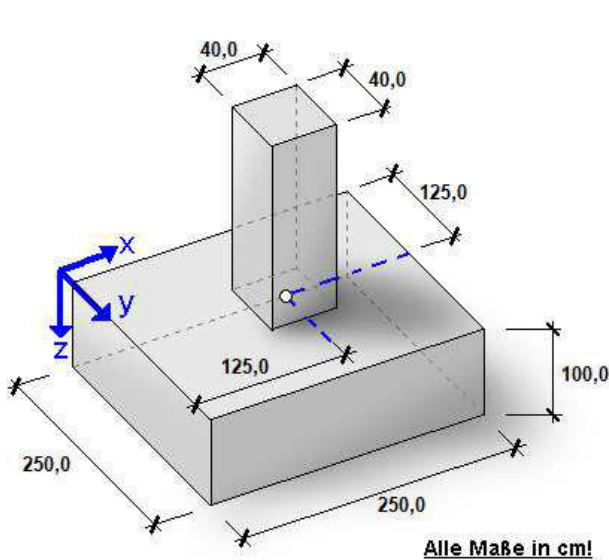
Übergreifung Stützenbewehrung/vertik. Köcherbewehrung: erf.ls = 50,4 cm &lt;= vorh.ls = 59,0 cm

## Position 5.3 – Einzelfundamente unter Hallenstützen – Montagezustand

- FT-Blockfundament zur Erzeugung der Einspannung
- Lasten aus Pos. 4.3
- Pos. 5.2 ist nachgewiesen



**Position: 5.3 Fundament unter Hallenstütze - Montagezustand**  
Einzelfundament nach EC2 / EC7 + NA Deutschland



**Systemwerte :**

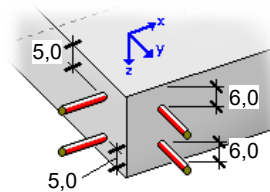
- $b_x = 250,0$  cm (Fundamentbreite x - Richtung)
- $b_y = 250,0$  cm (Fundamentbreite y - Richtung)
- $a_x = 125,0$  cm (Achsabstand Stütze in x - Richtung)
- $a_y = 125,0$  cm (Achsabstand Stütze in y - Richtung)
- $b_{sx} = 40,0$  cm (Stützenbreite in x - Richtung)
- $b_{sy} = 40,0$  cm (Stützenbreite in y - Richtung)
- $t_f = 100,0$  cm (Fundamentdicke)

Köcherabmessungen s. bei Köcherbemessung!

$\sigma_{Rd} = 250,00$  kN/m<sup>2</sup> (zul. Bodenpressung, Designwert)

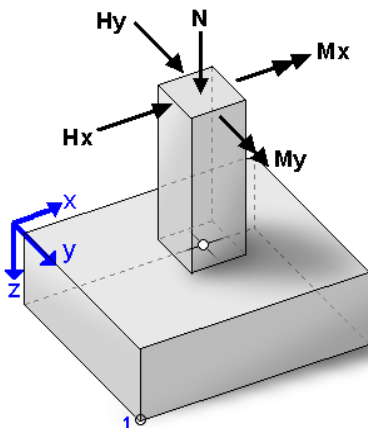
$\phi = 30,0^\circ$  (Sohlstreiwinkel)

**Bewehrungsabstände:**



**Belastungen : Lasten übernommen aus Position**

Alle Kräfte / Momente greifen an OK Fundament an!



N, Hx, Hy, Mx und My sind charakt. Lasten (ohne Sicherheitsbeiwerte)!

Das Eigengewicht vom Fundament wird mit 25,0 kN/m³ berücksichtigt!

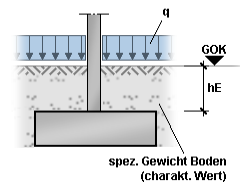
Positive Momente Mx und My erzeugen in Punkt 1 Druckspannungen (s. nebenstehendes Bild)!

Momente aus Theorie II.Ordnung werden für Nachweise der inneren und äußeren Standsicherheit angesetzt!

Lasten aus Anprall für Köcherbemessung und Lagesicherheit nach EC0!

Lastfall	N [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Mx,I [kNm]	Mx,II [kNm]	My,I [kNm]	My,II [kNm]
ständig g	66,50	0,00	0,00	3,30	29,97	0,00	-26,67
Schnee	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind +x	0,00	0,00	0,00	0,00	128,64	0,00	0,00
Wind -x	0,00	0,00	0,00	0,00	-128,64	0,00	0,00
Wind +y	0,00	0,00	33,90	128,64	128,64	0,00	0,00
Wind -y	0,00	0,00	-33,90	-128,64	-128,64	0,00	0,00
veränderlich q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdbeben	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Anprall x-Rich.	---	0,00	---	---	---	0,00	---
Anprall y-Rich.	---	---	0,00	0,00	---	---	---

veränderl. Last q auf GOK [kN/m²]	Höhe Boden [cm]	Gamma Boden [kN/m³]
5,00 (charakt. Wert)	30	19,00



**Lastfallkollektive:**

Die Lastfallkollektive werden vom Programm automatisch gemäß EC0 ermittelt und berechnet!

Die Lasten aus Wind werden dabei alternativ (unabhängig) je Richtung angesetzt!

**Nachweis Ausmitten (Kippnachweis) für charakt. Lasten SLS:**

Nachweis klaffende Fuge Gesamlast:  $(ex/bx)^2 + (ey/by)^2 \leq 0,111$

Nachweis klaffende Fuge ständige Lasten:  $|ex|/bx + |ey|/by \leq 0,166$

klaffende Fuge ständige Lasten:  $\max(|ex|/bx + |ey|/by) = 0,101 \leq 0,166 \rightarrow$  keine bzw. zul. klaffende Fuge

klaffende Fuge Gesamlast:  $\max.(ex/bx)^2 + (ey/by)^2 = 0,091 \leq 0,111 \rightarrow$  keine bzw. zul. klaffende Fuge

**Gleitnachweis GEO-2:**

$\eta = (R_{t,d} + E_{pt,d}) / T_d \geq 1,00$  ( $\eta=0 \rightarrow$  unzul. klaff. Fuge,  $\eta=100000 \rightarrow H_x/H_y=0$ ,  $\eta = -1 \rightarrow R_{t,d} = 0$ )

$\gamma_{R,h} = 1,100$  [-] (Sicherheitsbeiwert Gleitwiderstand) [= 1,00 bei außergew.LFK]

min. Sicherheit  $\eta = 2,66 \geq 1,00 \rightarrow$  zulässig

**Grundbruchnachweis GEO-2:**

$\eta = V_d / R_{v,d} \leq 1,00$  ( $\eta = 0,000 \rightarrow$  unzul. klaffende Fuge)

Kohäsion  $c_k = 5,00$  kN/m²

Scherwinkel  $\phi_{i,k} = 30,00$  °

Einbindetiefe / Bodenüberdeckung s. bei Lasteingaben!

$\gamma_{R,v} = 1,400$  [-] (Sicherheitsbeiwert Grundbruchwiderstand) [= 1,20 bei außergew.LFK]

$\max.V_d = 347,58$  [kN]

$R_{v,d} = 1141,22$  [kN]

$N_{c0} / N_{d0} / N_{b0} = 30,13 / 18,40 / 10,04$

$v_c / v_d / v_b = 1,23 / 1,22 / 0,87$

$i_c / i_d / i_b = 0,77 / 0,79 / 0,68$

$\max.$  Ausnutzung  $\eta = 0,30 \leq 1,00 \rightarrow$  zulässig

**Nachweis der Lagesicherheit nach EC0:****Sicherheit gegen Abheben:**

$$\eta = (G_k \cdot \gamma_{G,sup} + G_k \cdot \gamma_{G,inf}) / (Q_k \cdot \gamma_Q + F_{\text{Auftrieb}} \cdot 1,10) \geq 1,00$$

$$\gamma_{G,sub} = 1,10 \text{ [-]} \text{ (bzw. } 1,00 \text{ bei außergew. LFK)}$$

$$\gamma_{G,inf} = 0,90 \text{ [-]} \text{ (bzw. } 0,95 \text{ bei außergew. LFK)}$$

$$\gamma_Q = 1,50 \text{ [-]} \text{ (bzw. } 1,00 \text{ bei außergew. LFK)}$$

Es sind keine resultierenden, abhebenden Lasten vorhanden --> Nachweis kann entfallen!

**Ausmitten (Kippen):**

$$\max.ex = 0,10 \text{ m} \leq \text{zul.ex} = 1,25 \text{ m}$$

$$\max.ey = 1,17 \text{ m} \leq \text{zul.ey} = 1,25 \text{ m}$$

**Nachweis der Sicherheit gegen Auftrieb/Aufschwimmen:**

Kote Wasser h<sub>GW</sub> = -1000,000 m

Wasserkote liegt unter UK Fundament --> kein Auftrieb!

**Nachweis Bodenpressungen:**

Werte für Bodenpressung in [kN/m<sup>2</sup>]:  $\Sigma_{m,d} = N_d / (a \cdot b')$  zum Vergleich mit  $\Sigma_{m,Rd}$

Bodenpressungen sind gamma - fach (mit Sicherheitsfaktoren)

$$\max.\Sigma_{m,d} = 170,726 \text{ kN/m}^2 \leq 250,000 \text{ kN/m}^2 \text{ --> zulässig}$$

**Bemessung für Biegung:**

Beton : C25/30

Betonstahl : B500 (A,B)

- Grenze  $x/d \leq 0,45$  eingehalten (Biegung)
- Mindestbewehrung (Mindestmomente nach EC2) wird berücksichtigt
- Verteilung der Bewehrung konstant über  $b_x$  bzw.  $b_y$
- Bemessungsmomente werden am Stützenanschnitt ermittelt

**Bemessungsmomente: (max. Werte aus allen LFK)**

$$\max.M_{x,Ed} = 128,106 \text{ kNm}$$

$$\max.M_{y,Ed} = 33,512 \text{ kNm}$$

$$\text{Mindestmoment min.}M_{x,Ed} = 1083,333 \text{ kNm (EC2)}$$

$$\text{Mindestmoment min.}M_{y,Ed} = 1083,333 \text{ kNm (EC2)}$$

**Bemessung für Biegung / erf. Längsbewehrung:**

$$\text{erf.}A_{sx,unten} = 25,5 \text{ cm}^2 \quad \text{erf.}A_{sx,oben} = 0,0 \text{ cm}^2$$

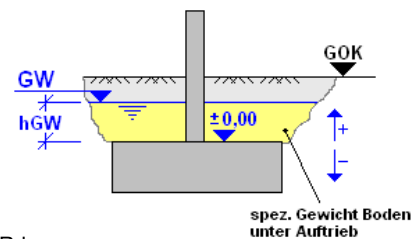
$$\text{erf.}A_{sy,unten} = 25,8 \text{ cm}^2 \quad \text{erf.}A_{sy,oben} = 0,0 \text{ cm}^2$$

Mindestbewehrung nach EC2 wurde bei Bemessung berücksichtigt!

**Anschlussbewehrung in Stütze:**

$$\text{erf.}A_s = 0,00 \text{ cm}^2 \text{ (}\mu_e = 0,00\%, \text{ min.}A_s = 0,31 \text{ cm}^2\text{)}$$

Die Anschlussbewehrung wird für die reine Druck- bzw. Zugkraft ermittelt, ohne Momentenanteile!



**Durchstanznachweis:**

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

$dm = 0,945 \text{ m}$  (mittlere stat. Höhe)

**Kritischer Rundschnitt  $sr,crit$  im Abstand von  $0,425 \text{ m}$  vom Stützenrand.**

Ansetzbare Stützenabmessungen  $a_1 / b_1$  nach EC2 =  $0,400 / 0,400 \text{ m}$

Bemessung als Innenstütze, d.h.  $\beta = 1,10$  (unverschiebliches System)

$VEd,Stanz = 89,775 \text{ kN}$  (ohne Faktor  $f_{Erh}$  und ohne  $\beta$ )

$\sigma_{Bm,d} = 17,270 \text{ kN/m}^2$  (mittlere Bodenpressung als Bemessungswert)

$u_{crit} = 4,272 \text{ m}$

$A_{crit} = 1,409 \text{ m}^2$

$VEd,cal = 76,498 \text{ kN} \rightarrow VEd,cal = \beta \times (f_{Erh} \times VEd,Stanz - A_{crit} \times \sigma_{Bm,d})$

$v_{Ed} = 18,950 \text{ kN/m}^2 \rightarrow v_{Ed} = VEd,cal / (u_{crit} \times d)$

$\rho_{l,x} = 0,108 \%$  (Bewehrungsgehalt x - Richtung)

$\rho_{l,y} = 0,110 \%$  (Bewehrungsgehalt y - Richtung)

$\rho_{l,m} = 0,109 \%$  (mittl. Bewehrungsgehalt)

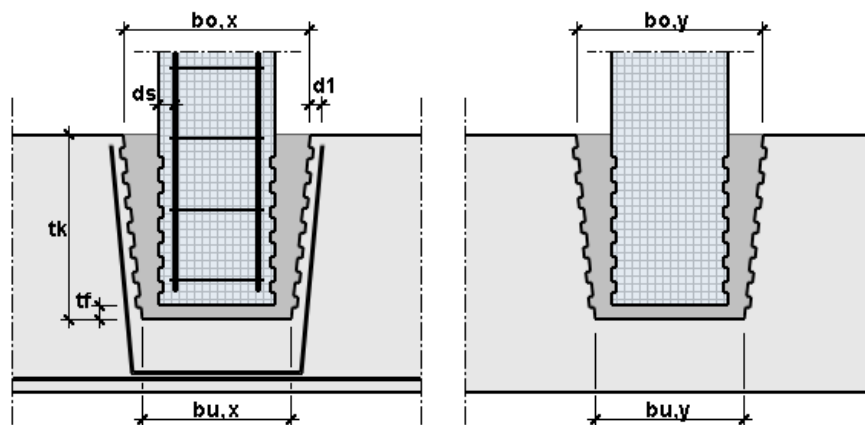
$\rho_{l,max} = 1,628 \%$  (max. zul. Bewehrungsgehalt)

$v_{Rd,c} = 980,113 \text{ kN/m}^2$  (Durchstanzwiderstand)  $\rightarrow v_{min} = 0,221 \text{ kN/m}^2$

$v_{Rd,max} = 1372,159 \text{ kN/m}^2$  (max. Tragfähigkeit gegen Durchstanzen)

**==>  $v_{Rd,c} \geq v_{Ed}$  ==> keine Durchstanzbewehrung erforderlich !**

**Köcherbemessung:**



Köcher mit profilierter Köcherwandung nach EC2

$bo,x = 50,0 \text{ cm} / bo,y = 50,0 \text{ cm}$

$bu,x = 45,0 \text{ cm} / bu,y = 45,0 \text{ cm}$

$tk = 65,0 \text{ cm}$

$tf = 5,0 \text{ cm}$

$d1 = 6,0 \text{ cm}$

$ds = 6,0 \text{ cm}$

Die Bemessung des Köchers erfolgt nach dem Verfahren des DBV.

Winkel der Druckstrebe  $\Phi = 45,0^\circ$

Die Bewehrung in der Stütze zur Ermittlung der Zugkräfte  $Z_s$  wird automatisch ermittelt!

Beton der Stütze: C35/45

Die Verankerungs- und Übergreifungslängen im Köcher werden überprüft!

vorh.As,1 = vorh.As,2 = 20,00 cm<sup>2</sup>

vorh.As,3 = vorh.As,4 = 20,00 cm<sup>2</sup>

max.Durchmesser der Stützenbewehrung: 20 mm

Mäßiger Verbund der Bewehrung im Stützenfuß.

Verankerung der Stützenlängsbewehrung mit Haken.

### Bewehrung Stütze / Zugkräfte $Z_s$ : (D=Druck, Z=Zug)

max.erf.As,1/2,D = 1,44 [cm<sup>2</sup>]

max.erf.As,1/2,Z = 1,44 [cm<sup>2</sup>]

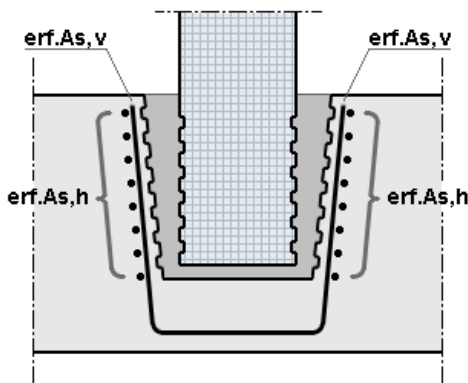
max.erf.As,3/4,D = 16,69 [cm<sup>2</sup>]

max.erf.As,3/4,Z = 16,69 [cm<sup>2</sup>]

max. $Z_{s,x}$  = 62,71 [kN] (aus Moment um y-Achse)

max. $Z_{s,y}$  = 726,20 [kN] (aus Moment um x-Achse)

### erf.Köcherbewehrung:



### Bemessung x-Richtung: (v=vertikal, h=horizontal)

max.erf.As,v,x = 0,93 cm<sup>2</sup>

max.erf.As,h,x = 0,93 cm<sup>2</sup>

### Bemessung y-Richtung: (v=vertikal, h=horizontal)

max.erf.As,v,y = 10,73 cm<sup>2</sup>

max.erf.As,h,y = 10,73 cm<sup>2</sup>

### Prüfung Verankerungs- und Übergreifungslängen im Köcher:

Verankerung Zugbewehrung Stütze: erf.lb,net = 35,6 cm  $\leq$  vorh.lb,net = 57,0 cm

Verankerung Druckbewehrung Stütze: erf.lb,net = 50,9 cm  $\leq$  vorh.lb,net = 57,0 cm

Übergreifung Stützenbewehrung/vertik. Köcherbewehrung: erf.ls = 75,8 cm  $>$  vorh.ls = 54,0 cm !!! --> nicht ausreichend!

## Position 5.4 – Fundament unter Eckstütze – Ausbaulasten

- FT-Blockfundament zur Erzeugung der Einspannung
- Lasten aus Pos. 4.4

gewählt:

Einzelfundament [ ] 270 x 270 x 100 [cm]

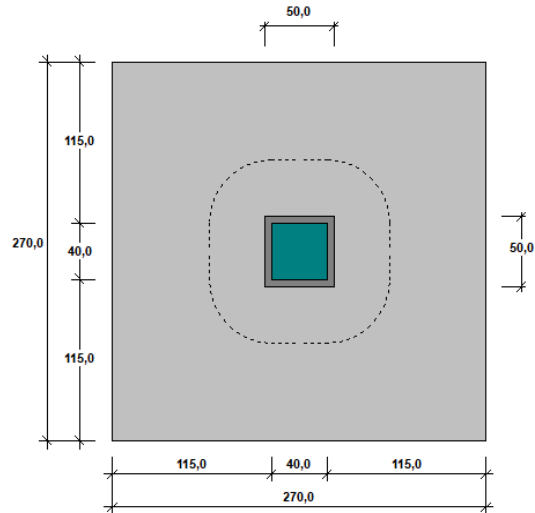
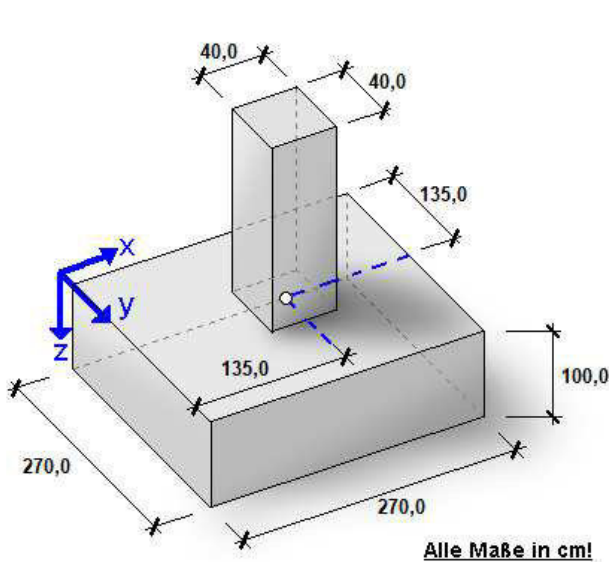
Beton: C25/30

Betonstahl: BSt 500 S (A)

$\text{nom}_c = 4,00 \text{ cm}$

Bewehrung nach Ausdruck

**Position: 5.4 Fundament unter Eckstütze - Ausbaulasten**  
Einzelfundament nach EC2 / EC7 + NA Deutschland



**Systemwerte :**

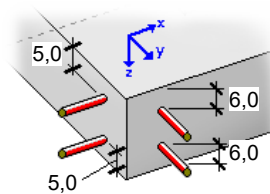
- $b_x = 270,0$  cm (Fundamentbreite x - Richtung)
- $b_y = 270,0$  cm (Fundamentbreite y - Richtung)
- $a_x = 135,0$  cm (Achsabstand Stütze in x - Richtung)
- $a_y = 135,0$  cm (Achsabstand Stütze in y - Richtung)
- $b_{sx} = 40,0$  cm (Stützenbreite in x - Richtung)
- $b_{sy} = 40,0$  cm (Stützenbreite in y - Richtung)
- $t_f = 100,0$  cm (Fundamentdicke)

Köcherabmessungen s. bei Köcherbemessung!

$\sigma_{Rd} = 250,00$  kN/m<sup>2</sup> (zul. Bodenpressung, Designwert)

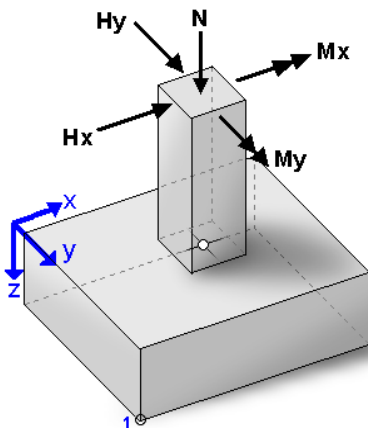
$\Phi = 30,0^\circ$  (Sohlstreiwinkel)

**Bewehrungsabstände:**



**Belastungen : Lasten übernommen aus Position**

Alle Kräfte / Momente greifen an OK Fundament an!



**Einzelfundament 21.2 - EC2 + EC7**

Ingenieurgesellschaft Gebrüder Tölle GbR - Ingenieure Nordhausen -  
 August-Bebel-Platz 12 in 99734 Nordhausen, Tel. 03631 - 89 58 82

Dipl.-Ing. Christian Tölle  
 Seite: 104/153

N, Hx, Hy, Mx und My sind charakt. Lasten (ohne Sicherheitsbeiwerte)!

Das Eigengewicht vom Fundament wird mit 25,0 kN/m<sup>3</sup> berücksichtigt!

Positive Momente Mx und My erzeugen in Punkt 1 Druckspannungen (s. nebenstehendes Bild)!

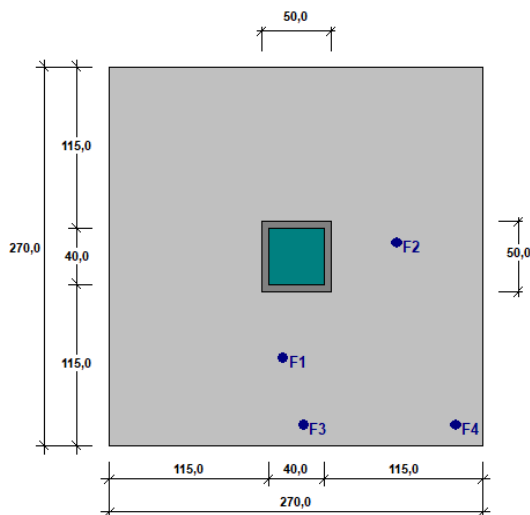
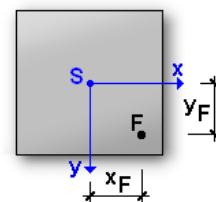
Momente aus Theorie II.Ordnung werden für Nachweise der inneren und äußeren Standsicherheit angesetzt!

Lasten aus Anprall für äußere und innere Standsicherheit (einschließl. Lagesicherheit nach EC0)!

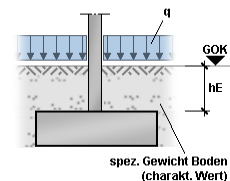
Lastfall	N [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Mx,I [kNm]	Mx,II [kNm]	My,I [kNm]	My,II [kNm]
ständig g	48,68	0,00	0,00	1,61	21,54	0,00	-19,92
Schnee	4,98	0,00	0,00	0,45	2,49	0,00	-2,04
Wind +x	0,00	12,46	0,00	0,00	-58,24	-48,52	-48,52
Wind -x	0,00	-12,46	0,00	0,00	58,24	48,52	48,52
Wind +y	0,00	0,00	-15,00	-58,24	-58,24	0,00	-48,52
Wind -y	0,00	0,00	15,00	58,24	58,24	0,00	48,52
veränderlich q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdbeben	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Anprall x-Rich.	---	0,00	---	---	---	0,00	---
Anprall y-Rich.	---	---	0,00	0,00	---	---	---

**Einzellasten als Zusatzlasten (charakt. Werte):**

Nr.	Lastfall	Last [kN]	xF [cm]	yF [cm]	Bemerkung
1	ständig	23,000	-10,0	72,5	Frostschürze
2	ständig	23,000	72,5	-10,0	Frostschürze
3	ständig	15,000	5,0	120,0	Regallast
4	ständig	15,000	115,0	120,0	Regallast



veränderl. Last q auf GOK [kN/m <sup>2</sup> ]	Höhe Boden [cm]	Gamma Boden [kN/m <sup>3</sup> ]
5,00 (charakt. Wert)	30	25,00



**Lastfallkollektive:**

Die Lastfallkollektive werden vom Programm automatisch gemäß EC0 ermittelt und berechnet!

Die Lasten aus Wind werden dabei alternativ (unabhängig) je Richtung angesetzt!

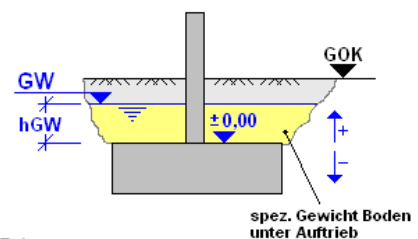


**Nachweis Ausmitten (Kippnachweis) für charakt. Lasten SLS:**Nachweis klaffende Fuge Gesamlast:  $(e_x/b_x)^2 + (e_y/b_y)^2 \leq 0,111$ Nachweis klaffende Fuge ständige Lasten:  $|e_x|/b_x + |e_y|/b_y \leq 0,166$ klaffende Fuge ständige Lasten:  $\max. |e_x|/b_x + |e_y|/b_y = 0,150 \leq 0,166 \rightarrow$  keine bzw. zul. klaffende Fugeklaffende Fuge Gesamlast:  $\max. (e_x/b_x)^2 + (e_y/b_y)^2 = 0,022 \leq 0,111 \rightarrow$  keine bzw. zul. klaffende Fuge**Gleitnachweis GEO-2:** $\eta = (R_{t,d} + E_{pt,d}) / T_d \geq 1,00$  ( $\eta=0 \rightarrow$  unzul. klaff. Fuge,  $\eta=100000 \rightarrow H_x/H_y=0$ ,  $\eta = -1 \rightarrow R_{t,d} = 0$ ) $\gamma_{R,h} = 1,100$  [-] (Sicherheitsbeiwert Gleitwiderstand) [= 1,00 bei außergew.LFK]min. Sicherheit  $\eta = 8,41 \geq 1,00 \rightarrow$  zulässig**Grundbruchnachweis GEO-2:** $\eta = V_d / R_{v,d} \leq 1,00$  ( $\eta = 0,000 \rightarrow$  unzul. klaffende Fuge)Kohäsion  $c_k = 5,00$  kN/m<sup>2</sup>Scherwinkel  $\phi_k = 30,00$  °

Einbindetiefe / Bodenüberdeckung s. bei Lasteingaben!

 $\gamma_{R,v} = 1,400$  [-] (Sicherheitsbeiwert Grundbruchwiderstand) [= 1,20 bei außergew.LFK]max.  $V_d = 650,09$  [kN] $R_{v,d} = 4925,57$  [kN] $N_{c0} / N_{d0} / N_{b0} = 30,13 / 18,40 / 10,04$  $v_c / v_d / v_b = 1,39 / 1,37 / 0,78$  $i_c / i_d / i_b = 0,94 / 0,94 / 0,91$ max. Ausnutzung  $\eta = 0,13 \leq 1,00 \rightarrow$  zulässig**Nachweis der Lagesicherheit nach EC0:****Sicherheit gegen Abheben:** $\eta = (G_k \cdot \gamma_{G,sup} + G_k \cdot \gamma_{G,inf}) / (Q_k \cdot \gamma_Q + F_{\text{Auftrieb}} \cdot 1,10) \geq 1,00$  $\gamma_{G,sub} = 1,10$  [-] (bzw. 1,00 bei außergew. LFK) $\gamma_{G,inf} = 0,90$  [-] (bzw. 0,95 bei außergew. LFK) $\gamma_Q = 1,50$  [-] (bzw. 1,00 bei außergew. LFK)Es sind keine resultierenden, abhebenden Lasten vorhanden  $\rightarrow$  Nachweis kann entfallen!**Ausmitten (Kippen):**max.  $e_x = 0,35$  m  $\leq$  zul.  $e_x = 1,35$  mmax.  $e_y = 0,44$  m  $\leq$  zul.  $e_y = 1,35$  m**Nachweis der Sicherheit gegen Auftrieb/Aufschwimmen:**Kote Wasser  $h_{GW} = -1000,000$  mWasserkote liegt unter UK Fundament  $\rightarrow$  kein Auftrieb!**Nachweis Bodenpressungen:**Werte für Bodenpressung in [kN/m<sup>2</sup>];  $\sigma_{m,d} = N_d / (a \cdot b)$  zum Vergleich mit  $\sigma_{m,Rd}$ 

Bodenpressungen sind gamma - fach (mit Sicherheitsfaktoren)

max.  $\sigma_{m,d} = 128,783$  kN/m<sup>2</sup>  $\leq 250,000$  kN/m<sup>2</sup>  $\rightarrow$  zulässig

**Bemessung für Biegung:**

Beton : C25/30

Betonstahl : B500 (A,B)

- Grenze  $x/d \leq 0.45$  eingehalten (Biegung)
- Mindestbewehrung (Mindestmomente nach EC2) wird berücksichtigt
- Verteilung der Bewehrung konstant über  $b_x$  bzw.  $b_y$
- Bemessungsmomente werden am Stützenanschnitt ermittelt

**Bemessungsmomente: (max. Werte aus allen LFK)**max. $M_{x,Ed}$  = 91,831 kNmmax. $M_{y,Ed}$  = 95,480 kNmMindestmoment min. $M_{x,Ed}$  = 1170,000 kNm (EC2)Mindestmoment min. $M_{y,Ed}$  = 1170,000 kNm (EC2)**Bemessung für Biegung / erf. Längsbewehrung:**erf. $A_{sx,unten}$  = 27,6 cm<sup>2</sup>      erf. $A_{sx,oben}$  = 0,0 cm<sup>2</sup>erf. $A_{sy,unten}$  = 27,9 cm<sup>2</sup>      erf. $A_{sy,oben}$  = 0,0 cm<sup>2</sup>

Mindestbewehrung nach EC2 wurde bei Bemessung berücksichtigt!

**Anschlussbewehrung in Stütze:**erf. $A_s$  = 0,00 cm<sup>2</sup> ( $\mu_e = 0,00\%$ , min. $A_s = 0,61$  cm<sup>2</sup>)

Die Anschlussbewehrung wird für die reine Druck- bzw. Zugkraft ermittelt, ohne Momentenanteile!

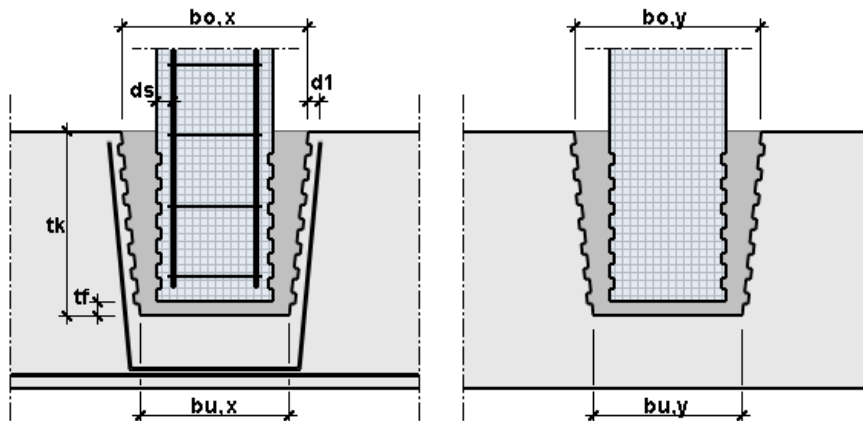
**Durchstanznachweis:**

- Längsbewehrung wird automatisch erhöht, um Stanzbewehrung zu vermeiden
- lotrechte Stanzbewehrung
- Abstand der Bewehrungsreihen untereinander,  $s_r' = 0,50 \times d_m$  (gilt ab 2. Reihe)
- Abstand der Stanzbewehrung tangential,  $s_t = 20,0$  cm (für Mindestbewehrung)
- Lasterhöhungsfaktor für Durchstanzen (nicht beta!)  $f_{Erh} = 1,00$  [-]
- Beiwert beta wird automatisch für unverschiebliche Systeme bestimmt

 $d_m = 0,945$  m (mittlere stat. Höhe)**Kritischer Rundschnitt  $s_{r,crit}$  im Abstand von 0,454 m vom Stützenrand.**Ansetzbare Stützenabmessungen  $a_1 / b_1$  nach EC2 = 0,400 / 0,400 mBemessung als Innenstütze, d.h.  $\beta = 1,10$  (unverschiebliches System) $V_{Ed,Stanz} = 175,788$  kN (ohne Faktor  $f_{Erh}$  und ohne  $\beta$ ) $\sigma_{Bm,d} = 50,537$  kN/m<sup>2</sup> (mittlere Bodenpressung als Bemessungswert) $u_{crit} = 4,450$  m $A_{crit} = 1,532$  m<sup>2</sup> $V_{Ed,cal} = 152,727$  kN -->  $V_{Ed,cal} = \beta \times (f_{Erh} \times V_{Ed,Stanz} - A_{crit} \times \sigma_{Bm,d})$

$v_{Ed} = 36,318 \text{ kN/m}^2 \rightarrow v_{Ed} = V_{Ed,cal}/(u_{crit} \times d)$   
 $\rho_{l,x} = 0,108 \%$  (Bewehrungsgehalt x - Richtung)  
 $\rho_{l,y} = 0,110 \%$  (Bewehrungsgehalt y - Richtung)  
 $\rho_{l,m} = 0,109 \%$  (mittl. Bewehrungsgehalt)  
 $\rho_{l,max} = 1,628 \%$  (max. zul. Bewehrungsgehalt)  
 $v_{Rd,c} = 918,856 \text{ kN/m}^2$  (Durchstanzwiderstand)  $\rightarrow v_{min} = 0,221 \text{ kN/m}^2$   
 $v_{Rd,max} = 1286,399 \text{ kN/m}^2$  (max. Tragfähigkeit gegen Durchstanzen)  
 **$\Rightarrow v_{Rd,c} \geq v_{Ed} \Rightarrow$  keine Durchstanzbewehrung erforderlich !**

**Köcherbemessung:**



Köcher mit profilierter Köcherwandung nach EC2

$bo,x = 50,0 \text{ cm} / bo,y = 50,0 \text{ cm}$   
 $bu,x = 45,0 \text{ cm} / bu,y = 45,0 \text{ cm}$   
 $tk = 70,0 \text{ cm}$   
 $tf = 5,0 \text{ cm}$   
 $d1 = 6,0 \text{ cm}$   
 $ds = 6,0 \text{ cm}$

Die Bemessung des Köchers erfolgt nach dem Verfahren des DBV.

Winkel der Druckstrebe  $\Phi = 45,0^\circ$

Die Bewehrung in der Stütze zur Ermittlung der Zugkräfte  $Z_s$  wird automatisch ermittelt!

Beton der Stütze: C35/45

Die Verankerungs- und Übergreifungslängen im Köcher werden überprüft!

$vorh.As,1 = vorh.As,2 = 20,00 \text{ cm}^2$

$vorh.As,3 = vorh.As,4 = 20,00 \text{ cm}^2$

max.Durchmesser der Stützenbewehrung: 20 mm

Mäßiger Verbund der Bewehrung im Stützenfuss.

Verankerung der Stützenlängsbewehrung mit Haken.

**Bewehrung Stütze / Zugkräfte  $Z_s$ : (D=Druck, Z=Zug)**

$max.erf.As,1/2,D = 4,17 \text{ [cm}^2]$

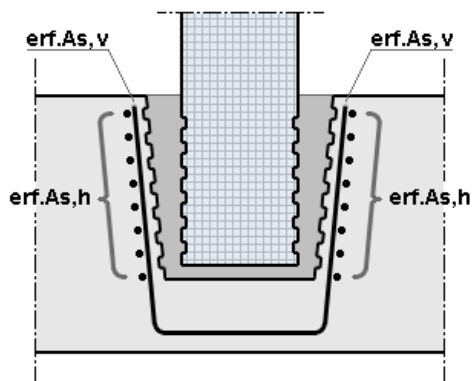
$max.erf.As,1/2,Z = 4,17 \text{ [cm}^2]$

$max.erf.As,3/4,D = 5,50 \text{ [cm}^2]$

$max.erf.As,3/4,Z = 5,50 \text{ [cm}^2]$

$max.Zs,x = 181,41 \text{ [kN]}$  (aus Moment um y-Achse)

$max.Zs,y = 239,13 \text{ [kN]}$  (aus Moment um x-Achse)

**erf.Köcherbewehrung:****Bemessung x-Richtung: (v=vertikal, h=horizontal)**

$$\max.\text{erf.As,v,x} = 2,68 \text{ cm}^2$$

$$\max.\text{erf.As,h,x} = 2,68 \text{ cm}^2$$

**Bemessung y-Richtung: (v=vertikal, h=horizontal)**

$$\max.\text{erf.As,v,y} = 3,53 \text{ cm}^2$$

$$\max.\text{erf.As,h,y} = 3,53 \text{ cm}^2$$

**Prüfung Verankerungs- und Übergreifungslängen im Köcher:**

Verankerung Zugbewehrung Stütze: erf.lb,net = 20,0 cm  $\leq$  vorh.lb,net = 62,0 cm

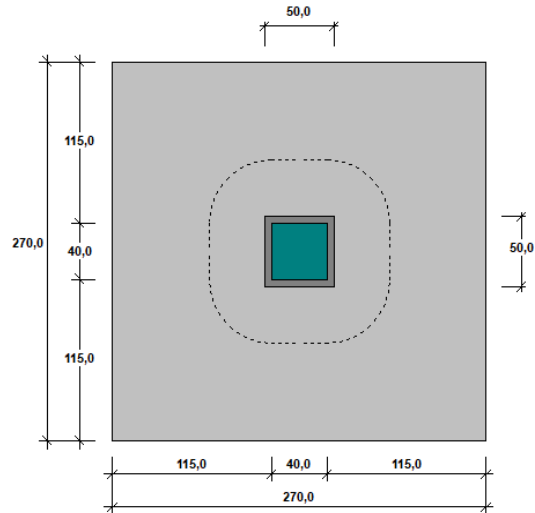
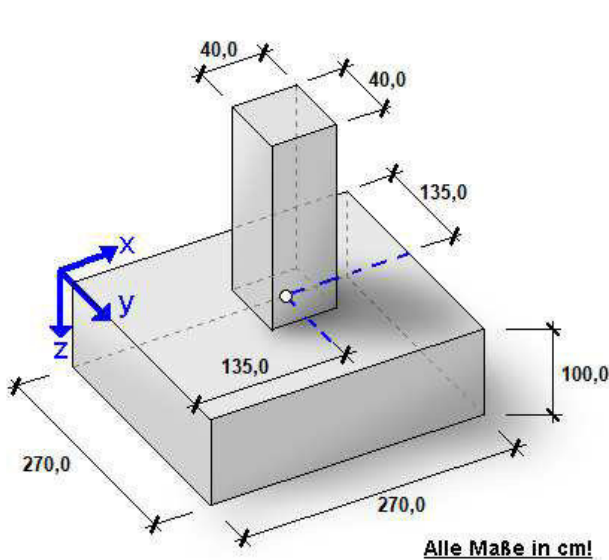
Verankerung Druckbewehrung Stütze: erf.lb,net = 36,6 cm  $\leq$  vorh.lb,net = 62,0 cm

Übergreifung Stützenbewehrung/vertik. Köcherbewehrung: erf.ls = 50,4 cm  $\leq$  vorh.ls = 59,0 cm

## Position 5.5 – Fundament unter Eckstütze – Montagelasten

- FT-Blockfundament zur Erzeugung der Einspannung
- Lasten aus Pos. 4.5
- Pos. 5.4 ist nachgewiesen

**Position: 5.5 Fundament unter Eckstütze - Montagelasten**  
Einzelfundament nach EC2 / EC7 + NA Deutschland



**Systemwerte :**

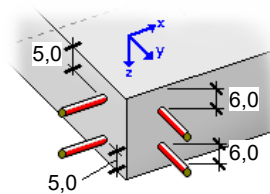
- $b_x = 270,0$  cm (Fundamentbreite x - Richtung)
- $b_y = 270,0$  cm (Fundamentbreite y - Richtung)
- $a_x = 135,0$  cm (Achsabstand Stütze in x - Richtung)
- $a_y = 135,0$  cm (Achsabstand Stütze in y - Richtung)
- $b_{sx} = 40,0$  cm (Stützenbreite in x - Richtung)
- $b_{sy} = 40,0$  cm (Stützenbreite in y - Richtung)
- $t_f = 100,0$  cm (Fundamentdicke)

Köcherabmessungen s. bei Köcherbemessung!

$\sigma_{Rd} = 250,00$  kN/m<sup>2</sup> (zul. Bodenpressung, Designwert)

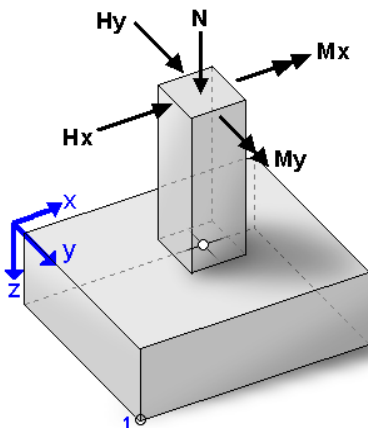
$\phi = 30,0^\circ$  (Sohlstreiwinkel)

**Bewehrungsabstände:**



**Belastungen : Lasten übernommen aus Position**

Alle Kräfte / Momente greifen an OK Fundament an!



N, Hx, Hy, Mx und My sind charakt. Lasten (ohne Sicherheitsbeiwerte)!

Das Eigengewicht vom Fundament wird mit 25,0 kN/m³ berücksichtigt!

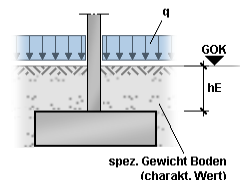
Positive Momente Mx und My erzeugen in Punkt 1 Druckspannungen (s. nebenstehendes Bild)!

Momente aus Theorie II.Ordnung werden für Nachweise der inneren und äußeren Standsicherheit angesetzt!

Lasten aus Anprall für äußere und innere Standsicherheit (einschließl. Lagesicherheit nach EC0)!

Lastfall	N [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Mx,I [kNm]	Mx,II [kNm]	My,I [kNm]	My,II [kNm]
ständig g	45,02	0,00	0,00	1,28	19,71	0,00	-18,43
Schnee	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind +x	0,00	17,61	0,00	0,00	-58,24	-68,39	-68,39
Wind -x	0,00	-17,61	0,00	0,00	58,24	68,39	68,39
Wind +y	0,00	0,00	-15,00	-58,24	-58,24	0,00	-68,39
Wind -y	0,00	0,00	15,00	58,24	58,24	0,00	68,39
veränderlich q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdbeben	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Anprall x-Rich.	---	0,00	---	---	---	0,00	---
Anprall y-Rich.	---	---	0,00	0,00	---	---	---

veränderl. Last q auf GOK [kN/m²]	Höhe Boden [cm]	Gamma Boden [kN/m³]
5,00 (charakt. Wert)	30	19,00



**Lastfallkollektive:**

Die Lastfallkollektive werden vom Programm automatisch gemäß EC0 ermittelt und berechnet!

Die Lasten aus Wind werden dabei alternativ (unabhängig) je Richtung angesetzt!

**Nachweis Ausmitten (Kippnachweis) für charakt. Lasten SLS:**

Nachweis klaffende Fuge Gesamlast:  $(ex/bx)^2 + (ey/by)^2 \leq 0,111$

Nachweis klaffende Fuge ständige Lasten:  $|ex|/bx + |ey|/by \leq 0,166$

klaffende Fuge ständige Lasten:  $\max.|ex|/bx + |ey|/by = 0,062 \leq 0,166 \rightarrow$  keine bzw. zul. klaffende Fuge

klaffende Fuge Gesamlast:  $\max.(ex/bx)^2 + (ey/by)^2 = 0,024 \leq 0,111 \rightarrow$  keine bzw. zul. klaffende Fuge

**Gleitnachweis GEO-2:**

$\eta = (R_{t,d} + E_{pt,d}) / T_d \geq 1,00$  ( $\eta=0 \rightarrow$  unzul. klaff. Fuge,  $\eta=100000 \rightarrow H_x/H_y=0$ ,  $\eta = -1 \rightarrow R_{t,d} = 0$ )

$\gamma_{R,h} = 1,100$  [-] (Sicherheitsbeiwert Gleitwiderstand) [= 1,00 bei außergew.LFK]

min. Sicherheit  $\eta = 5,32 \geq 1,00 \rightarrow$  zulässig

**Grundbruchnachweis GEO-2:**

$\eta = V_d / R_{v,d} \leq 1,00$  ( $\eta = 0,000 \rightarrow$  unzul. klaffende Fuge)

Kohäsion  $c_k = 5,00$  kN/m²

Scherwinkel  $\phi_{k} = 30,00$  °

Einbindetiefe / Bodenüberdeckung s. bei Lasteingaben!

$\gamma_{R,v} = 1,400$  [-] (Sicherheitsbeiwert Grundbruchwiderstand) [= 1,20 bei außergew.LFK]

$\max.V_d = 415,15$  [kN]

$R_{v,d} = 3616,99$  [kN]

$N_{c0} / N_{d0} / N_{b0} = 30,13 / 18,40 / 10,04$

$v_c / v_d / v_b = 1,43 / 1,41 / 0,75$

$i_c / i_d / i_b = 0,91 / 0,91 / 0,86$

$\max.$  Ausnutzung  $\eta = 0,11 \leq 1,00 \rightarrow$  zulässig

**Nachweis der Lagesicherheit nach EC0:****Sicherheit gegen Abheben:**

$$\eta = (G_k \cdot \gamma_{G,sup} + G_k \cdot \gamma_{G,inf}) / (Q_k \cdot \gamma_Q + F_{\text{Auftrieb}} \cdot 1,10) \geq 1,00$$

$$\gamma_{G,sub} = 1,10 \text{ [-]} \text{ (bzw. } 1,00 \text{ bei außergew. LFK)}$$

$$\gamma_{G,inf} = 0,90 \text{ [-]} \text{ (bzw. } 0,95 \text{ bei außergew. LFK)}$$

$$\gamma_Q = 1,50 \text{ [-]} \text{ (bzw. } 1,00 \text{ bei außergew. LFK)}$$

Es sind keine resultierenden, abhebenden Lasten vorhanden --> Nachweis kann entfallen!

**Ausmitten (Kippen):**

$$\max.ex = 0,60 \text{ m} \leq \text{zul.ex} = 1,35 \text{ m}$$

$$\max.ey = 0,53 \text{ m} \leq \text{zul.ey} = 1,35 \text{ m}$$

**Nachweis der Sicherheit gegen Auftrieb/Aufschwimmen:**

Kote Wasser h<sub>GW</sub> = -1000,000 m

Wasserkote liegt unter UK Fundament --> kein Auftrieb!

**Nachweis Bodenpressungen:**

Werte für Bodenpressung in [kN/m<sup>2</sup>]:  $\Sigma_{m,d} = N_d / (a \times b')$  zum Vergleich mit  $\Sigma_{m,Rd}$

Bodenpressungen sind gamma - fach (mit Sicherheitsfaktoren)

$$\max.\Sigma_{m,d} = 89,612 \text{ kN/m}^2 \leq 250,000 \text{ kN/m}^2 \text{ --> zulässig}$$

**Bemessung für Biegung:**

Beton : C25/30

Betonstahl : B500 (A,B)

- Grenze  $x/d \leq 0,45$  eingehalten (Biegung)
- Mindestbewehrung (Mindestmomente nach EC2) wird berücksichtigt
- Verteilung der Bewehrung konstant über  $b_x$  bzw.  $b_y$
- Bemessungsmomente werden am Stützenanschnitt ermittelt

**Bemessungsmomente: (max. Werte aus allen LFK)**

$$\max.M_{x,Ed} = 68,062 \text{ kNm}$$

$$\max.M_{y,Ed} = 74,850 \text{ kNm}$$

$$\text{Mindestmoment min.}M_{x,Ed} = 1170,000 \text{ kNm (EC2)}$$

$$\text{Mindestmoment min.}M_{y,Ed} = 1170,000 \text{ kNm (EC2)}$$

**Bemessung für Biegung / erf. Längsbewehrung:**

$$\text{erf.}A_{sx,unten} = 27,6 \text{ cm}^2 \quad \text{erf.}A_{sx,oben} = 0,0 \text{ cm}^2$$

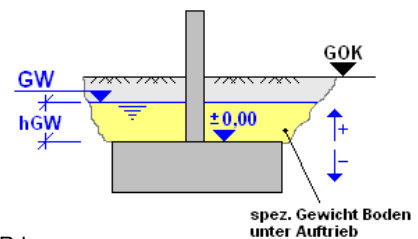
$$\text{erf.}A_{sy,unten} = 27,9 \text{ cm}^2 \quad \text{erf.}A_{sy,oben} = 0,0 \text{ cm}^2$$

Mindestbewehrung nach EC2 wurde bei Bemessung berücksichtigt!

**Anschlussbewehrung in Stütze:**

$$\text{erf.}A_s = 0,00 \text{ cm}^2 \text{ (}\mu_e = 0,00\%, \text{ min.}A_s = 0,21 \text{ cm}^2\text{)}$$

Die Anschlussbewehrung wird für die reine Druck- bzw. Zugkraft ermittelt, ohne Momentenanteile!





**Durchstanznachweis:**

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

$dm = 0,945 \text{ m}$  (mittlere stat. Höhe)

**Kritischer Rundschnitt  $sr,crit$  im Abstand von  $0,454 \text{ m}$  vom Stützenrand.**

Ansetzbare Stützenabmessungen  $a1 / b1$  nach EC2 =  $0,400 / 0,400 \text{ m}$

Bemessung als Innenstütze, d.h.  $\beta = 1,10$  (unverschiebliches System)

$VEd,Stanz = 60,777 \text{ kN}$  (ohne Faktor  $f_{Erh}$  und ohne  $\beta$ )

$\sigma_{Bm,d} = 9,291 \text{ kN/m}^2$  (mittlere Bodenpressung als Bemessungswert)

$u_{crit} = 4,450 \text{ m}$

$A_{crit} = 1,532 \text{ m}^2$

$VEd,cal = 52,804 \text{ kN} \rightarrow VEd,cal = \beta \times (f_{Erh} \times VEd,Stanz - A_{crit} \times \sigma_{Bm,d})$

$vEd = 12,557 \text{ kN/m}^2 \rightarrow vEd = VEd,cal / (u_{crit} \times d)$

$\rho_{l,x} = 0,108 \%$  (Bewehrungsgehalt x - Richtung)

$\rho_{l,y} = 0,110 \%$  (Bewehrungsgehalt y - Richtung)

$\rho_{l,m} = 0,109 \%$  (mittl. Bewehrungsgehalt)

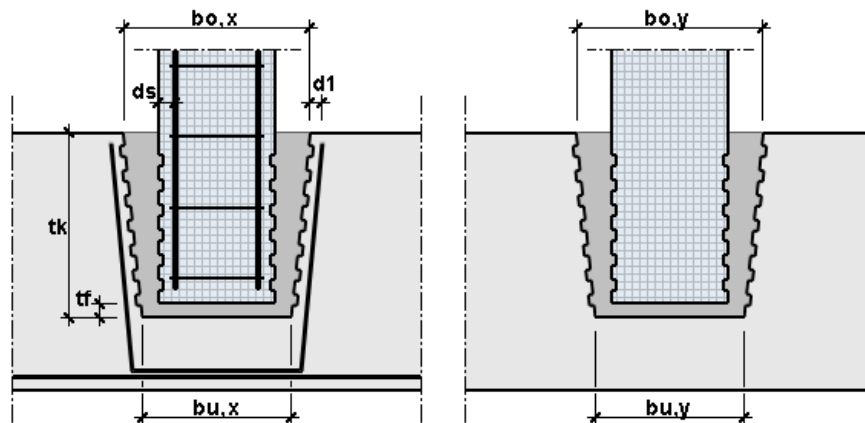
$\rho_{l,max} = 1,628 \%$  (max. zul. Bewehrungsgehalt)

$vRd,c = 918,856 \text{ kN/m}^2$  (Durchstanzwiderstand)  $\rightarrow v_{min} = 0,221 \text{ kN/m}^2$

$vRd,max = 1286,399 \text{ kN/m}^2$  (max. Tragfähigkeit gegen Durchstanzen)

**$\Rightarrow vRd,c \geq vEd \Rightarrow$  keine Durchstanzbewehrung erforderlich !**

**Köcherbemessung:**



Köcher mit profilierter Köcherwandung nach EC2

$bo,x = 50,0 \text{ cm} / bo,y = 50,0 \text{ cm}$

$bu,x = 45,0 \text{ cm} / bu,y = 45,0 \text{ cm}$

$tk = 70,0 \text{ cm}$

$tf = 5,0 \text{ cm}$

$d1 = 6,0 \text{ cm}$

$ds = 6,0 \text{ cm}$

Die Bemessung des Köchers erfolgt nach dem Verfahren des DBV.

Winkel der Druckstrebe  $\Phi = 45,0^\circ$

Die Bewehrung in der Stütze zur Ermittlung der Zugkräfte  $Z_s$  wird automatisch ermittelt!

Beton der Stütze: C35/45

Die Verankerungs- und Übergreifungslängen im Köcher werden überprüft!

vorh.As,1 = vorh.As,2 = 20,00 cm<sup>2</sup>

vorh.As,3 = vorh.As,4 = 20,00 cm<sup>2</sup>

max.Durchmesser der Stützenbewehrung: 20 mm

Mäßiger Verbund der Bewehrung im Stützenfuß.

Verankerung der Stützenlängsbewehrung mit Haken.

### Bewehrung Stütze / Zugkräfte $Z_s$ : (D=Druck, Z=Zug)

max.erf.As,1/2,D = 8,41 [cm<sup>2</sup>]

max.erf.As,1/2,Z = 8,41 [cm<sup>2</sup>]

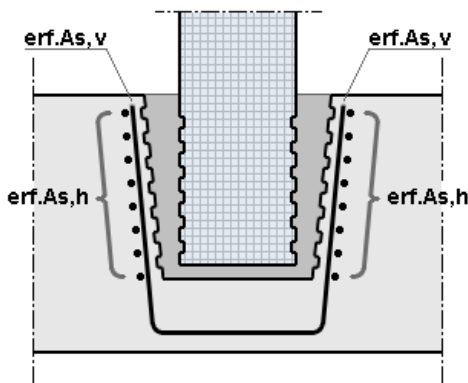
max.erf.As,3/4,D = 7,33 [cm<sup>2</sup>]

max.erf.As,3/4,Z = 7,33 [cm<sup>2</sup>]

max. $Z_{s,x}$  = 365,97 [kN] (aus Moment um y-Achse)

max. $Z_{s,y}$  = 318,71 [kN] (aus Moment um x-Achse)

### erf.Köcherbewehrung:



### Bemessung x-Richtung: (v=vertikal, h=horizontal)

max.erf.As,v,x = 5,41 cm<sup>2</sup>

max.erf.As,h,x = 5,41 cm<sup>2</sup>

### Bemessung y-Richtung: (v=vertikal, h=horizontal)

max.erf.As,v,y = 4,71 cm<sup>2</sup>

max.erf.As,h,y = 4,71 cm<sup>2</sup>

### Prüfung Verankerungs- und Übergreifungslängen im Köcher:

Verankerung Zugbewehrung Stütze: erf.lb,net = 20,0 cm <= vorh.lb,net = 62,0 cm

Verankerung Druckbewehrung Stütze: erf.lb,net = 36,6 cm <= vorh.lb,net = 62,0 cm

Übergreifung Stützenbewehrung/vertik. Köcherbewehrung: erf.ls = 50,4 cm <= vorh.ls = 59,0 cm

## Position 5.6 – Fundament unter mittiger Giebelsütze – Ausbaulasten

- FT-Blockfundament zur Erzeugung der Einspannung
- Lasten aus Pos. 4.6

gewählt:

Einzelfundament [ ] 270 x 270 x 100 [cm]

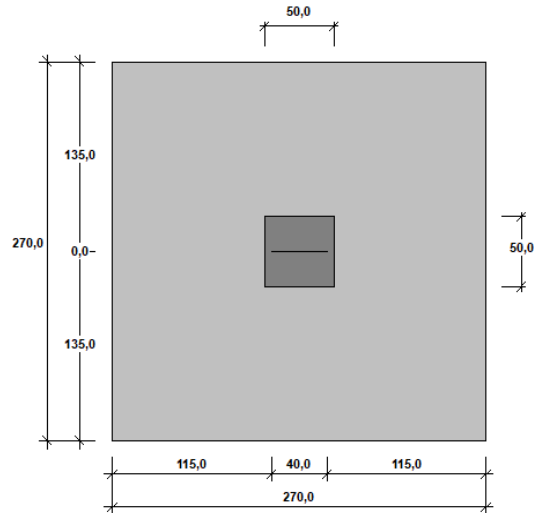
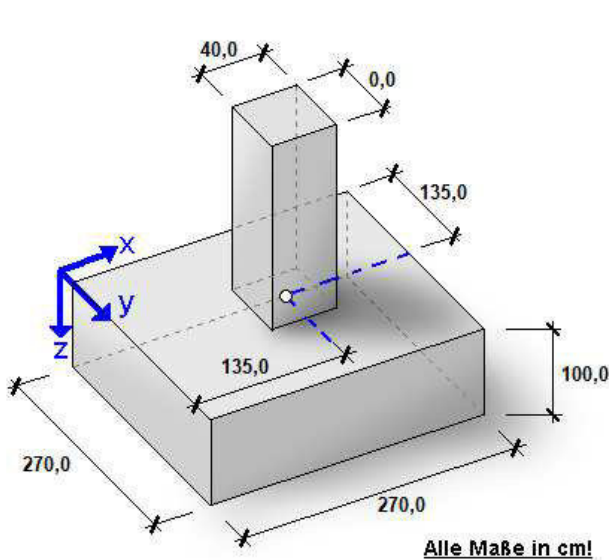
Beton: C25/30

Betonstahl: BSt 500 S (A)

nom<sub>c</sub> = 4,00 cm

Bewehrung nach Ausdruck

**Position: 5.6 Fundament unter mittiger Giebelsütze - Ausbaulasten**  
Einzelfundament nach EC2 / EC7 + NA Deutschland



**Systemwerte :**

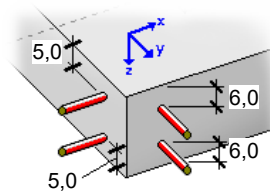
- $b_x = 270,0$  cm (Fundamentbreite x - Richtung)
- $b_y = 270,0$  cm (Fundamentbreite y - Richtung)
- $a_x = 135,0$  cm (Achsabstand Stütze in x - Richtung)
- $a_y = 135,0$  cm (Achsabstand Stütze in y - Richtung)
- $b_{sx} = 40,0$  cm (Stützenbreite in x - Richtung)
- $b_{sy} = 0,0$  cm (Stützenbreite in y - Richtung)
- $t_f = 100,0$  cm (Fundamentdicke)

Köcherabmessungen s. bei Köcherbemessung!

$\sigma_{Rd} = 250,00$  kN/m<sup>2</sup> (zul. Bodenpressung, Designwert)

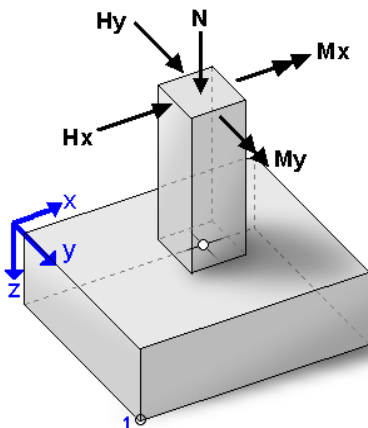
$\Phi = 30,0^\circ$  (Sohlstreiwinkel)

**Bewehrungsabstände:**



**Belastungen : Lasten übernommen aus Position 4.6**

Alle Kräfte / Momente greifen an OK Fundament an!



## Einzelfundament 21.2 - EC2 + EC7

Ingenieurgesellschaft Gebrüder Tölle GbR - Ingenieure Nordhausen -  
August-Bebel-Platz 12 in 99734 Nordhausen, Tel. 03631 - 89 58 82

Dipl.-Ing. Christian Tölle  
Seite: 117/153

N, Hx, Hy, Mx und My sind charakt. Lasten (ohne Sicherheitsbeiwerte)!

Das Eigengewicht vom Fundament wird mit 25,0 kN/m<sup>3</sup> berücksichtigt!

Positive Momente Mx und My erzeugen in Punkt 1 Druckspannungen (s. nebenstehendes Bild)!

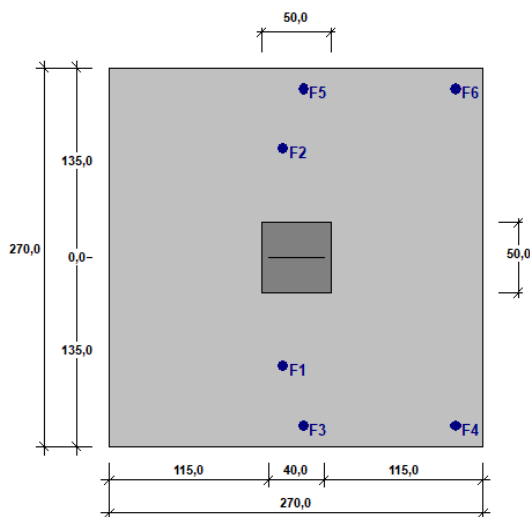
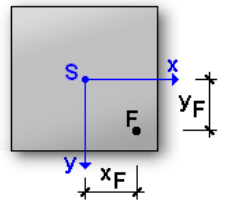
Momente aus Theorie II.Ordnung werden für Nachweise der inneren und äußeren Standsicherheit angesetzt!

Lasten aus Anprall für äußere und innere Standsicherheit (einschließl. Lagesicherheit nach EC0)!

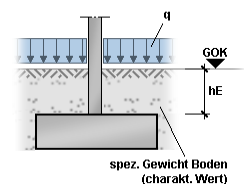
Lastfall	N [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Mx,I [kNm]	Mx,II [kNm]	My,I [kNm]	My,II [kNm]
ständig g	95,74	0,00	0,00	0,00	39,18	0,00	-39,18
Schnee	14,98	0,00	0,00	0,00	6,13	0,00	-6,13
Wind +x	0,00	0,00	0,00	0,00	96,75	0,00	0,00
Wind -x	0,00	0,00	0,00	0,00	-96,75	0,00	0,00
Wind +y	0,00	0,00	24,92	96,75	96,75	0,00	0,00
Wind -y	0,00	0,00	-24,92	-96,75	-96,75	0,00	0,00
veränderlich q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdbeben	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Anprall x-Rich.	---	0,00	---	---	---	0,00	---
Anprall y-Rich.	---	---	100,00	75,00	---	---	---

### Einzellasten als Zusatzlasten (charakt. Werte):

Nr.	Lastfall	Last [kN]	xF [cm]	yF [cm]	Bemerkung
1	ständig	10,000	-10,0	77,5	Frostschürze
2	ständig	10,000	-10,0	-77,5	Frostschürze
3	ständig	30,000	5,0	120,0	Hochregal
4	ständig	30,000	115,0	120,0	Hochregal
5	ständig	30,000	5,0	-120,0	Hochregal
6	ständig	30,000	115,0	-120,0	Hochregal



veränderl. Last q auf GOK [kN/m <sup>2</sup> ]	Höhe Boden [cm]	Gamma Boden [kN/m <sup>3</sup> ]
5,00 (charakt. Wert)	30	25,00



**Lastfallkollektive:**

Die Lastfallkollektive werden vom Programm automatisch gemäß EC0 ermittelt und berechnet!  
Die Lasten aus Wind werden dabei alternativ (unabhängig) je Richtung angesetzt!

**Nachweis Ausmitten (Kippnachweis) für charakt. Lasten SLS:**

Nachweis klaffende Fuge Gesamtlast:  $(e_x/b_x)^2 + (e_y/b_y)^2 \leq 0,111$

Nachweis klaffende Fuge ständige Lasten:  $|e_x|/b_x + |e_y|/b_y \leq 0,166$

klaffende Fuge ständige Lasten:  $\max(|e_x|/b_x + |e_y|/b_y) = 0,131 \leq 0,166 \rightarrow$  keine bzw. zul. klaffende Fuge

klaffende Fuge Gesamtlast:  $\max.(e_x/b_x)^2 + (e_y/b_y)^2 = 0,035 \leq 0,111 \rightarrow$  keine bzw. zul. klaffende Fuge

**Gleitnachweis GEO-2:**

$\eta = (R_{t,d} + E_{pt,d}) / T_d \geq 1,00$  ( $\eta=0 \rightarrow$  unzul. klaff. Fuge,  $\eta=100000 \rightarrow H_x/H_y=0$ ,  $\eta = -1 \rightarrow R_{t,d} = 0$ )  
 $\gamma_{R,h} = 1,100$  [-] (Sicherheitsbeiwert Gleitwiderstand) [= 1,00 bei außergew.LFK]

min. Sicherheit  $\eta = 2,73 \geq 1,00 \rightarrow$  zulässig

**Grundbruchnachweis GEO-2:**

$\eta = V_{,d} / R_{v,d} \leq 1,00$  ( $\eta = 0,000 \rightarrow$  unzul. klaffende Fuge)

Kohäsion  $c_k = 5,00$  kN/m<sup>2</sup>

Scherwinkel  $\phi_{i,k} = 30,00$  °

Einbindetiefe / Bodenüberdeckung s. bei Lasteingaben!

$\gamma_{R,v} = 1,400$  [-] (Sicherheitsbeiwert Grundbruchwiderstand) [= 1,20 bei außergew.LFK]

max.  $V_{,d} = 695,59$  [kN]

$R_{v,d} = 3042,35$  [kN]

$N_{c0} / N_{d0} / N_{b0} = 30,13 / 18,40 / 10,04$

$v_c / v_d / v_b = 1,42 / 1,40 / 0,76$

$i_c / i_d / i_b = 0,67 / 0,69 / 0,54$

max. Ausnutzung  $\eta = 0,23 \leq 1,00 \rightarrow$  zulässig

**Nachweis der Lagesicherheit nach EC0:****Sicherheit gegen Abheben:**

$\eta = (G_k \cdot \gamma_{G,sup} + G_k \cdot \gamma_{G,inf}) / (Q_k \cdot \gamma_Q + F_{,Auftrieb} \cdot 1,10) \geq 1,00$

$\gamma_{G,sub} = 1,10$  [-] (bzw. 1,00 bei außergew. LFK)

$\gamma_{G,inf} = 0,90$  [-] (bzw. 0,95 bei außergew. LFK)

$\gamma_Q = 1,50$  [-] (bzw. 1,00 bei außergew. LFK)

Es sind keine resultierenden, abhebenden Lasten vorhanden  $\rightarrow$  Nachweis kann entfallen!

**Ausmitten (Kippen):**

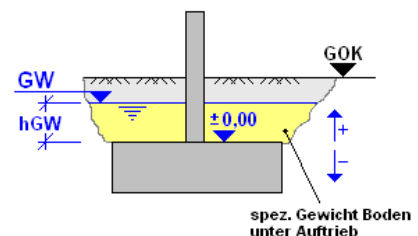
max.  $e_x = 0,19$  m  $\leq$  zul.  $e_x = 1,35$  m

max.  $e_y = 0,40$  m  $\leq$  zul.  $e_y = 1,35$  m

**Nachweis der Sicherheit gegen Auftrieb/Aufschwimmen:**

Kote Wasser  $h_{GW} = -1000,000$  m

Wasserkote liegt unter UK Fundament  $\rightarrow$  kein Auftrieb!



**Nachweis Bodenpressungen:**

Werte für Bodenpressung in  $[\text{kN/m}^2]$ ;  $\sigma_{m,d} = N_d / (a \times b)$  zum Vergleich mit  $\sigma_{Rd}$   
Bodenpressungen sind  $\gamma$ -fach (mit Sicherheitsfaktoren)

$\max. \sigma_{m,d} = 201,486 \text{ kN/m}^2 \leq 250,000 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$  zulässig

**Bemessung für Biegung:**

Beton : C25/30

Betonstahl : B500 (A,B)

- Grenze  $x/d \leq 0.45$  eingehalten (Biegung)
- Mindestbewehrung (Mindestmomente nach EC2) wird berücksichtigt
- Verteilung der Bewehrung konstant über  $b_x$  bzw.  $b_y$
- Bemessungsmomente werden am Stützenanschnitt ermittelt

**Bemessungsmomente: (max. Werte aus allen LFK)**

$\max. M_{x,Ed} = 187,323 \text{ kNm}$

$\max. M_{y,Ed} = 113,807 \text{ kNm}$

Mindestmoment  $\min. M_{x,Ed} = 1170,000 \text{ kNm}$  (EC2)

Mindestmoment  $\min. M_{y,Ed} = 1170,000 \text{ kNm}$  (EC2)

**Bemessung für Biegung / erf. Längsbewehrung:**

erf.  $A_{sx,unten} = 27,6 \text{ cm}^2$  erf.  $A_{sx,oben} = 0,0 \text{ cm}^2$

erf.  $A_{sy,unten} = 27,9 \text{ cm}^2$  erf.  $A_{sy,oben} = 0,0 \text{ cm}^2$

Mindestbewehrung nach EC2 wurde bei Bemessung berücksichtigt!

**Anschlussbewehrung in Stütze:**

erf.  $A_s = 7,83 \text{ cm}^2$  ( $\mu_e = 0,00\%$ ,  $\min. A_s = 1,17 \text{ cm}^2$ )

Die Anschlussbewehrung wird für die reine Druck- bzw. Zugkraft ermittelt, ohne Momentenanteile!

**Durchstanznachweis:**

- Längsbewehrung wird automatisch erhöht, um Stanzbewehrung zu vermeiden
- lotrechte Stanzbewehrung
- Abstand der Bewehrungsreihen untereinander,  $s_r' = 0,50 \times d_m$  (gilt ab 2. Reihe)
- Abstand der Stanzbewehrung tangential,  $s_t = 20,0 \text{ cm}$  (für Mindestbewehrung)
- Lasterhöhungsfaktor für Durchstanzen (nicht  $\beta$ !)  $f_{Erh} = 1,00$  [-]
- Beiwert  $\beta$  wird automatisch für unverschiebliche Systeme bestimmt

$d_m = 0,945 \text{ m}$  (mittlere stat. Höhe)

**Kritischer Rundschnitt  $s_{r,crit}$  im Abstand von 0,000 m vom Stützenrand.**

Ansetzbare Stützenabmessungen  $a_1 / b_1$  nach EC2 = 0,000 / 0,000 m

Bemessung als Innenstütze, d.h.  $\beta = 1,10$  (unverschiebliches System)

$V_{Ed,Stanz} = 375,740 \text{ kN}$  (ohne Faktor  $f_{Erh}$  und ohne  $\beta$ )

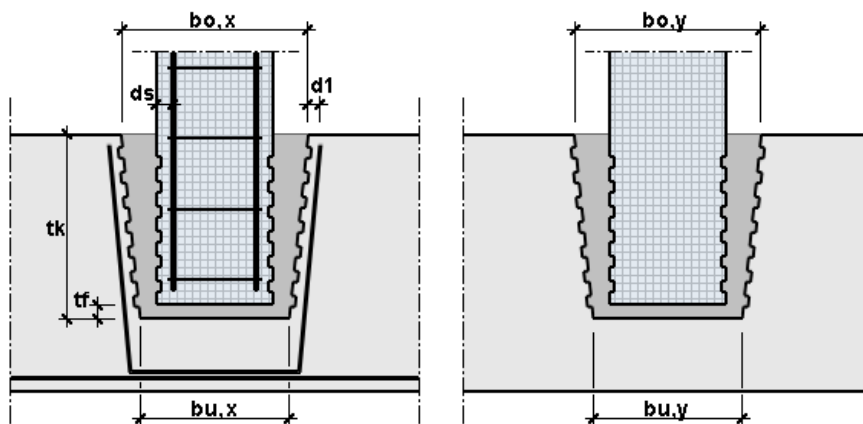
$\sigma_{Bm,d} = 66,250 \text{ kN/m}^2$  (mittlere Bodenpressung als Bemessungswert)

$u_{crit} = 0,059 \text{ m}$

$A_{crit} = 0,000 \text{ m}^2$

$V_{Ed,cal} = 413,314 \text{ kN} \rightarrow V_{Ed,cal} = \beta \times (f_{Erh} \times V_{Ed,Stanz} - A_{crit} \times \sigma_{Bm,d})$

$v_{Ed} = 3347,803 \text{ kN/m}^2 \rightarrow v_{Ed} = V_{Ed,cal}/(u_{crit} \times d)$   
 $\rho_{l,x} = 0,108 \%$  (Bewehrungsgehalt x - Richtung)  
 $\rho_{l,y} = 0,110 \%$  (Bewehrungsgehalt y - Richtung)  
 $\rho_{l,m} = 0,109 \%$  (mittl. Bewehrungsgehalt)  
 $\rho_{l,max} = 1,635 \%$  (max. zul. Bewehrungsgehalt)  
 $v_{Rd,c} = 25445,250 \text{ kN/m}^2$  (Durchstanzwiderstand)  $\rightarrow v_{min} = 0,254 \text{ kN/m}^2$   
 $v_{Rd,max} = 35623,350 \text{ kN/m}^2$  (max. Tragfähigkeit gegen Durchstanzen)  
 **$\Rightarrow v_{Rd,c} \geq v_{Ed} \Rightarrow$  keine Durchstanzbewehrung erforderlich !**

**Köcherbemessung:**

Köcher mit profilierter Köcherwandung nach EC2

$bo,x = 50,0 \text{ cm} / bo,y = 50,0 \text{ cm}$   
 $bu,x = 45,0 \text{ cm} / bu,y = 45,0 \text{ cm}$   
 $tk = 70,0 \text{ cm}$   
 $tf = 5,0 \text{ cm}$   
 $d1 = 6,0 \text{ cm}$   
 $ds = 6,0 \text{ cm}$

Die Bemessung des Köchers erfolgt nach dem Verfahren des DBV.

Winkel der Druckstrebe  $\Phi = 45,0^\circ$

Die Bewehrung in der Stütze zur Ermittlung der Zugkräfte  $Z_s$  wird automatisch ermittelt!

Beton der Stütze: C35/45

Die Verankerungs- und Übergreifungslängen im Köcher werden überprüft!

$vorh.As,1 = vorh.As,2 = 20,00 \text{ cm}^2$

$vorh.As,3 = vorh.As,4 = 20,00 \text{ cm}^2$

max.Durchmesser der Stützenbewehrung: 20 mm

Mäßiger Verbund der Bewehrung im Stützenfuss.

Verankerung der Stützenlängsbewehrung mit Haken.

**Bewehrung Stütze / Zugkräfte  $Z_s$ : (D=Druck, Z=Zug)**

$max.erf.As,1/2,D = 0,00 \text{ [cm}^2]$

$max.erf.As,1/2,Z = 0,00 \text{ [cm}^2]$

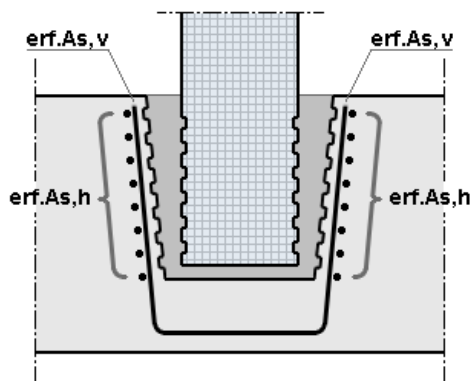
$max.erf.As,3/4,D = 0,00 \text{ [cm}^2]$

$max.erf.As,3/4,Z = 0,00 \text{ [cm}^2]$

$max.Zs,x = 0,00 \text{ [kN]}$  (aus Moment um y-Achse)

$max.Zs,y = 0,00 \text{ [kN]}$  (aus Moment um x-Achse)



**erf.Köcherbewehrung:****Bemessung x-Richtung: (v=vertikal, h=horizontal)**max.erf.As,v,x = 0,00 cm<sup>2</sup>max.erf.As,h,x = 0,00 cm<sup>2</sup>**Bemessung y-Richtung: (v=vertikal, h=horizontal)**max.erf.As,v,y = 0,00 cm<sup>2</sup>max.erf.As,h,y = 0,00 cm<sup>2</sup>**Prüfung Verankerungs- und Übergreifungslängen im Köcher:**

Verankerung Zugbewehrung Stütze: erf.lb,net = 20,0 cm &lt;= vorh.lb,net = 62,0 cm

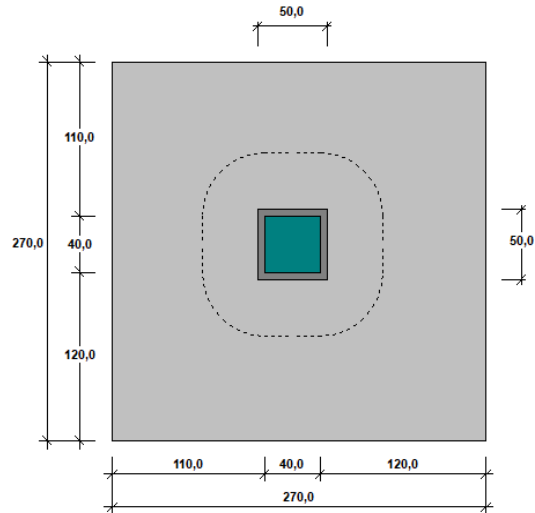
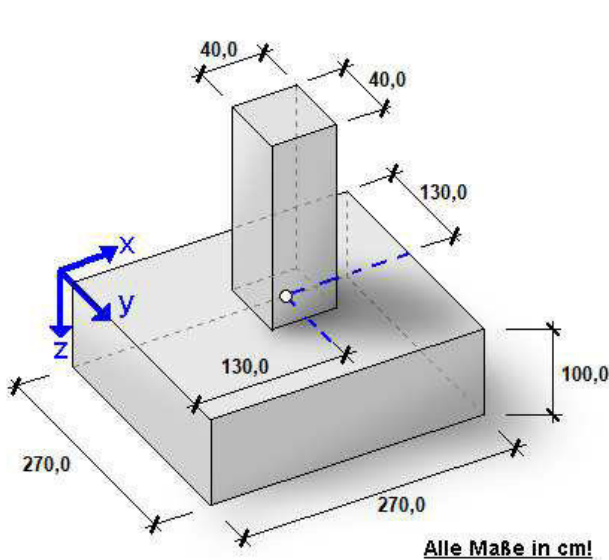
Verankerung Druckbewehrung Stütze: erf.lb,net = 36,6 cm &lt;= vorh.lb,net = 62,0 cm

Übergreifung Stützenbewehrung/vertik. Köcherbewehrung: erf.ls = 70,4 cm &gt; vorh.ls = 59,0 cm !!! --&gt; nicht ausreichend!

## Position 5.7 – Fundament unter mittiger Giebelsütze – Montagelasten

- FT-Blockfundament zur Erzeugung der Einspannung
- Lasten aus Pos. 4.7
- Pos. 5.6 ist nachgewiesen

**Position: 5.7 Fundament unter mittiger Giebelsütze - Montagelasten**  
Einzelfundament nach EC2 / EC7 + NA Deutschland



**Systemwerte :**

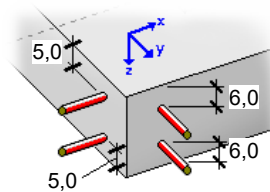
- $b_x = 270,0$  cm (Fundamentbreite x - Richtung)
- $b_y = 270,0$  cm (Fundamentbreite y - Richtung)
- $a_x = 130,0$  cm (Achsabstand Stütze in x - Richtung)
- $a_y = 130,0$  cm (Achsabstand Stütze in y - Richtung)
- $b_{sx} = 40,0$  cm (Stützenbreite in x - Richtung)
- $b_{sy} = 40,0$  cm (Stützenbreite in y - Richtung)
- $t_f = 100,0$  cm (Fundamentdicke)

Köcherabmessungen s. bei Köcherbemessung!

$\sigma_{Rd} = 250,00$  kN/m<sup>2</sup> (zul. Bodenpressung, Designwert)

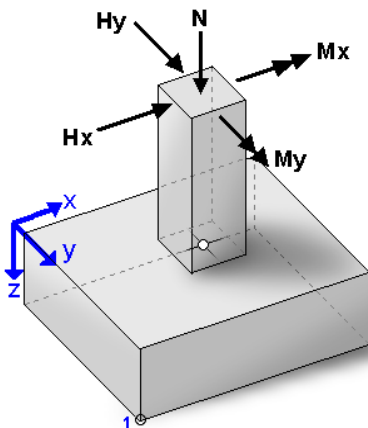
$\phi = 30,0^\circ$  (Sohlstreiwinkel)

**Bewehrungsabstände:**



**Belastungen : Lasten übernommen aus Position 4.7**

Alle Kräfte / Momente greifen an OK Fundament an!



N, Hx, Hy, Mx und My sind charakt. Lasten (ohne Sicherheitsbeiwerte)!

Das Eigengewicht vom Fundament wird mit 25,0 kN/m³ berücksichtigt!

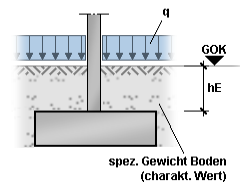
Positive Momente Mx und My erzeugen in Punkt 1 Druckspannungen (s. nebenstehendes Bild)!

Momente aus Theorie II.Ordnung werden für Nachweise der inneren und äußeren Standsicherheit angesetzt!

Lasten aus Anprall für Köcherbemessung und Lagesicherheit nach EC0!

Lastfall	N [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Mx,I [kNm]	Mx,II [kNm]	My,I [kNm]	My,II [kNm]
ständig g	83,74	0,00	0,00	0,00	34,27	0,00	-34,27
Schnee	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind +x	0,00	0,00	0,00	0,00	136,78	0,00	0,00
Wind -x	0,00	0,00	0,00	0,00	-136,78	0,00	0,00
Wind +y	0,00	0,00	35,22	136,78	136,78	0,00	0,00
Wind -y	0,00	0,00	-35,22	-136,78	-136,78	0,00	0,00
veränderlich q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdbeben	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Anprall x-Rich.	---	0,00	---	---	---	0,00	---
Anprall y-Rich.	---	---	0,00	0,00	---	---	---

veränderl. Last q auf GOK [kN/m²]	Höhe Boden [cm]	Gamma Boden [kN/m³]
5,00 (charakt. Wert)	30	19,00



**Lastfallkollektive:**

Die Lastfallkollektive werden vom Programm automatisch gemäß EC0 ermittelt und berechnet!

Die Lasten aus Wind werden dabei alternativ (unabhängig) je Richtung angesetzt!

**Nachweis Ausmitten (Kippnachweis) für charakt. Lasten SLS:**

Nachweis klaffende Fuge Gesamlast:  $(ex/bx)^2 + (ey/by)^2 \leq 0,111$

Nachweis klaffende Fuge ständige Lasten:  $|ex|/bx + |ey|/by \leq 0,166$

klaffende Fuge ständige Lasten:  $\max.|ex|/bx + |ey|/by = 0,084 \leq 0,166 \rightarrow$  keine bzw. zul. klaffende Fuge

klaffende Fuge Gesamlast:  $\max.(ex/bx)^2 + (ey/by)^2 = 0,061 \leq 0,111 \rightarrow$  keine bzw. zul. klaffende Fuge

**Gleitnachweis GEO-2:**

$\eta = (R_{t,d} + E_{pt,d}) / T_d \geq 1,00$  ( $\eta=0 \rightarrow$  unzul. klaff. Fuge,  $\eta=100000 \rightarrow H_x/H_y=0$ ,  $\eta = -1 \rightarrow R_{t,d} = 0$ )

$\gamma_{R,h} = 1,100$  [-] (Sicherheitsbeiwert Gleitwiderstand) [= 1,00 bei außergew.LFK]

min. Sicherheit  $\eta = 3,05 \geq 1,00 \rightarrow$  zulässig

**Grundbruchnachweis GEO-2:**

$\eta = V_{d} / R_{v,d} \leq 1,00$  ( $\eta = 0,000 \rightarrow$  unzul. klaffende Fuge)

Kohäsion  $c_k = 5,00$  kN/m²

Scherwinkel  $\Phi_{i,k} = 30,00$  °

Einbindetiefe / Bodenüberdeckung s. bei Lasteingaben!

$\gamma_{R,v} = 1,400$  [-] (Sicherheitsbeiwert Grundbruchwiderstand) [= 1,20 bei außergew.LFK]

$\max.V_{d} = 413,95$  [kN]

$R_{v,d} = 1954,75$  [kN]

$N_{c0} / N_{d0} / N_{b0} = 30,13 / 18,40 / 10,04$

$v_c / v_d / v_b = 1,29 / 1,28 / 0,83$

$i_c / i_d / i_b = 0,81 / 0,82 / 0,72$

$\max.$  Ausnutzung  $\eta = 0,21 \leq 1,00 \rightarrow$  zulässig

**Nachweis der Lagesicherheit nach EC0:****Sicherheit gegen Abheben:**

$$\eta = (G_k \cdot \gamma_{G,sup} + G_k \cdot \gamma_{G,inf}) / (Q_k \cdot \gamma_Q + F_{\text{Auftrieb}} \cdot 1,10) \geq 1,00$$

$$\gamma_{G,sub} = 1,10 \text{ [-]} \text{ (bzw. } 1,00 \text{ bei außergew. LFK)}$$

$$\gamma_{G,inf} = 0,90 \text{ [-]} \text{ (bzw. } 0,95 \text{ bei außergew. LFK)}$$

$$\gamma_Q = 1,50 \text{ [-]} \text{ (bzw. } 1,00 \text{ bei außergew. LFK)}$$

Es sind keine resultierenden, abhebenden Lasten vorhanden --> Nachweis kann entfallen!

**Ausmitten (Kippen):**

$$\max.ex = 0,07 \text{ m} \leq \text{zul.ex} = 1,35 \text{ m}$$

$$\max.ey = 1,00 \text{ m} \leq \text{zul.ey} = 1,35 \text{ m}$$

**Nachweis der Sicherheit gegen Auftrieb/Aufschwimmen:**

Kote Wasser h<sub>GW</sub> = -1000,000 m

Wasserkote liegt unter UK Fundament --> kein Auftrieb!

**Nachweis Bodenpressungen:**

Werte für Bodenpressung in [kN/m<sup>2</sup>]:  $\Sigma_{m,d} = N_d / (a \cdot b')$  zum Vergleich mit  $\Sigma_{m,Rd}$

Bodenpressungen sind gamma - fach (mit Sicherheitsfaktoren)

$$\max.\Sigma_{m,d} = 135,097 \text{ kN/m}^2 \leq 250,000 \text{ kN/m}^2 \text{ --> zulässig}$$

**Bemessung für Biegung:**

Beton : C25/30

Betonstahl : B500 (A,B)

- Grenze  $x/d \leq 0,45$  eingehalten (Biegung)
- Mindestbewehrung (Mindestmomente nach EC2) wird berücksichtigt
- Verteilung der Bewehrung konstant über  $b_x$  bzw.  $b_y$
- Bemessungsmomente werden am Stützenanschnitt ermittelt

**Bemessungsmomente: (max. Werte aus allen LFK)**

$$\max.M_{x,Ed} = 154,673 \text{ kNm}$$

$$\max.M_{y,Ed} = 47,083 \text{ kNm}$$

$$\text{Mindestmoment min.}M_{x,Ed} = 1170,000 \text{ kNm (EC2)}$$

$$\text{Mindestmoment min.}M_{y,Ed} = 1170,000 \text{ kNm (EC2)}$$

**Bemessung für Biegung / erf. Längsbewehrung:**

$$\text{erf.}A_{sx,unten} = 27,6 \text{ cm}^2 \quad \text{erf.}A_{sx,oben} = 0,0 \text{ cm}^2$$

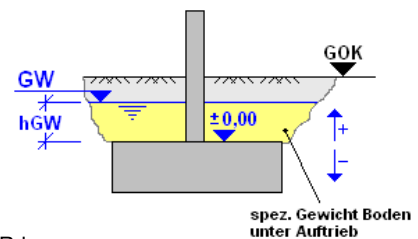
$$\text{erf.}A_{sy,unten} = 27,9 \text{ cm}^2 \quad \text{erf.}A_{sy,oben} = 0,0 \text{ cm}^2$$

Mindestbewehrung nach EC2 wurde bei Bemessung berücksichtigt!

**Anschlussbewehrung in Stütze:**

$$\text{erf.}A_s = 0,00 \text{ cm}^2 \text{ (} \mu_e = 0,00\%, \text{ min.}A_s = 0,39 \text{ cm}^2 \text{)}$$

Die Anschlussbewehrung wird für die reine Druck- bzw. Zugkraft ermittelt, ohne Momentenanteile!



**Durchstanznachweis:**

- ☑ Längsbewehrung wird automatisch erhöht, um Stanzbewehrung zu vermeiden
- ☑ lotrechte Stanzbewehrung
- ☑ Abstand der Bewehrungsreihen untereinander,  $s_r' = 0,50 \times d_m$  (gilt ab 2. Reihe)
- ☑ Abstand der Stanzbewehrung tangential,  $s_t = 20,0 \text{ cm}$  (für Mindestbewehrung)
- ☑ Lasterhöhungsfaktor für Durchstanzen (nicht beta!)  $f_{Erh} = 1,00 [-]$
- ☑ Beiwert beta wird automatisch für unverschiebliche Systeme bestimmt

$d_m = 0,945 \text{ m}$  (mittlere stat. Höhe)

**Kritischer Rundschnitt  $s_{r,crit}$  im Abstand von  $0,454 \text{ m}$  vom Stützenrand.**

Ansetzbare Stützenabmessungen  $a_1 / b_1$  nach EC2 =  $0,400 / 0,400 \text{ m}$

Bemessung als Innenstütze, d.h.  $\beta = 1,10$  (unverschiebliches System)

$V_{Ed,Stanz} = 113,049 \text{ kN}$  (ohne Faktor  $f_{Erh}$  und ohne  $\beta$ )

$\sigma_{Bm,d} = 18,033 \text{ kN/m}^2$  (mittlere Bodenpressung als Bemessungswert)

$u_{crit} = 4,450 \text{ m}$

$A_{crit} = 1,532 \text{ m}^2$

$V_{Ed,cal} = 98,219 \text{ kN} \rightarrow V_{Ed,cal} = \beta \times (f_{Erh} \times V_{Ed,Stanz} - A_{crit} \times \sigma_{Bm,d})$

$v_{Ed} = 23,356 \text{ kN/m}^2 \rightarrow v_{Ed} = V_{Ed,cal} / (u_{crit} \times d)$

$\rho_{l,x} = 0,108 \%$  (Bewehrungsgehalt x - Richtung)

$\rho_{l,y} = 0,110 \%$  (Bewehrungsgehalt y - Richtung)

$\rho_{l,m} = 0,109 \%$  (mittl. Bewehrungsgehalt)

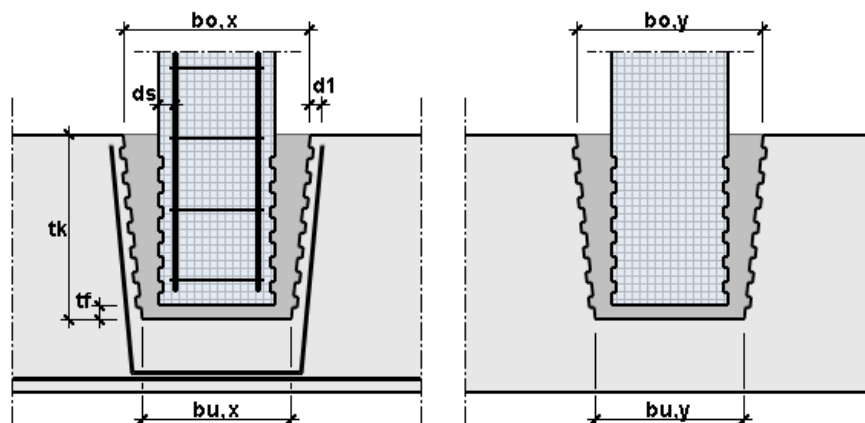
$\rho_{l,max} = 1,628 \%$  (max. zul. Bewehrungsgehalt)

$v_{Rd,c} = 918,856 \text{ kN/m}^2$  (Durchstanzwiderstand)  $\rightarrow v_{min} = 0,221 \text{ kN/m}^2$

$v_{Rd,max} = 1286,399 \text{ kN/m}^2$  (max. Tragfähigkeit gegen Durchstanzen)

**==>  $v_{Rd,c} \geq v_{Ed}$  ==> keine Durchstanzbewehrung erforderlich !**

**Köcherbemessung:**



Köcher mit profilierter Köcherwandung nach EC2

$bo,x = 50,0 \text{ cm} / bo,y = 50,0 \text{ cm}$

$bu,x = 45,0 \text{ cm} / bu,y = 45,0 \text{ cm}$

$tk = 65,0 \text{ cm}$

$tf = 5,0 \text{ cm}$

$d1 = 6,0 \text{ cm}$

$ds = 6,0 \text{ cm}$

Die Bemessung des Köchers erfolgt nach dem Verfahren des DBV.

Winkel der Druckstrebe  $\Phi = 45,0^\circ$

Die Bewehrung in der Stütze zur Ermittlung der Zugkräfte  $Z_s$  wird automatisch ermittelt!

Beton der Stütze: C35/45

Die Verankerungs- und Übergreifungslängen im Köcher werden überprüft!

vorh.As,1 = vorh.As,2 = 20,00 cm<sup>2</sup>

vorh.As,3 = vorh.As,4 = 20,00 cm<sup>2</sup>

max.Durchmesser der Stützenbewehrung: 20 mm

Mäßiger Verbund der Bewehrung im Stützenfuß.

Verankerung der Stützenlängsbewehrung mit Haken.

### Bewehrung Stütze / Zugkräfte $Z_s$ : (D=Druck, Z=Zug)

max.erf.As,1/2,D = 1,87 [cm<sup>2</sup>]

max.erf.As,1/2,Z = 1,87 [cm<sup>2</sup>]

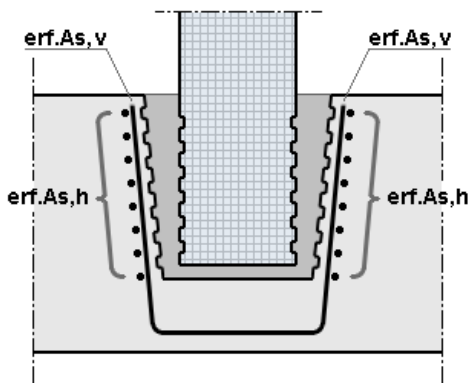
max.erf.As,3/4,D = 17,92 [cm<sup>2</sup>]

max.erf.As,3/4,Z = 17,92 [cm<sup>2</sup>]

max. $Z_{s,x}$  = 81,49 [kN] (aus Moment um y-Achse)

max. $Z_{s,y}$  = 779,43 [kN] (aus Moment um x-Achse)

### erf.Köcherbewehrung:



### Bemessung x-Richtung: (v=vertikal, h=horizontal)

max.erf.As,v,x = 1,20 cm<sup>2</sup>

max.erf.As,h,x = 1,20 cm<sup>2</sup>

### Bemessung y-Richtung: (v=vertikal, h=horizontal)

max.erf.As,v,y = 11,52 cm<sup>2</sup>

max.erf.As,h,y = 11,52 cm<sup>2</sup>

### Prüfung Verankerungs- und Übergreifungslängen im Köcher:

Verankerung Zugbewehrung Stütze: erf.lb,net = 38,2 cm  $\leq$  vorh.lb,net = 57,0 cm

Verankerung Druckbewehrung Stütze: erf.lb,net = 54,6 cm  $\leq$  vorh.lb,net = 57,0 cm

Übergreifung Stützenbewehrung/vertik. Köcherbewehrung: erf.ls = 80,6 cm  $>$  vorh.ls = 54,0 cm !!! --> nicht ausreichend!

**Position 5.8 – Fundament unter Eckstütze C/8 – Ausbaulasten**

- im Bereich der Garage kann nur ein außermittiger Lasteintrag erfolgen. Die Dimensionen des Fundamentes ändern sich.
- geplant ist die Herstellung eines Ortbetonfundaments
- Die Stütze C/8 wird mit Fuß hergestellt, so dass ein bauzeitliches richten ermöglicht wird
- Lasten aus Pos. 4.8

gewählt:

Einzelfundament [] 350 x 350 x 100 [cm]

Beton: C25/30

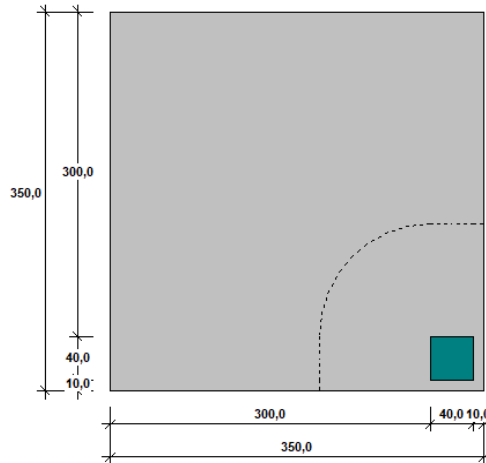
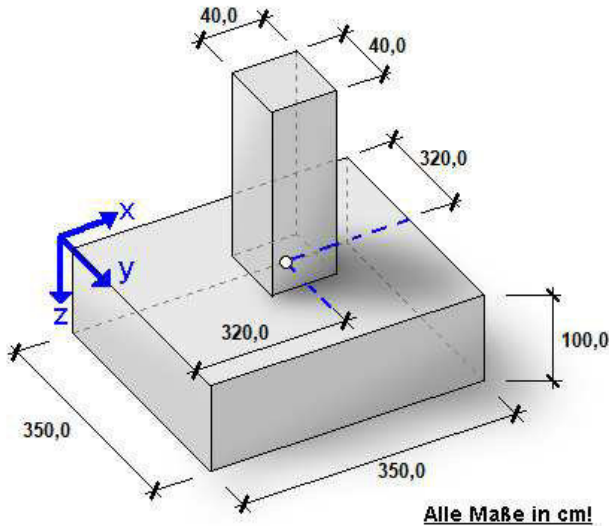
Betonstahl: BSt 500 S (A)

 $nom_c = 4,00 \text{ cm}$ 

Bewehrung nach Ausdruck



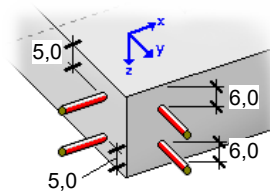
**Position: 5.8 Fundament unter Eckstütze C8 - Ausbaulasten**  
Einzelndament nach EC2 / EC7 + NA Deutschland



**Systemwerte :**

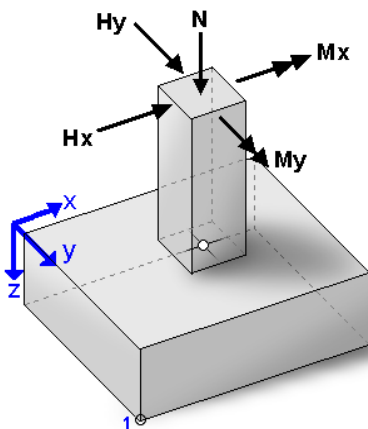
- $b_x = 350,0$  cm (Fundamentbreite x - Richtung)
- $b_y = 350,0$  cm (Fundamentbreite y - Richtung)
- $a_x = 320,0$  cm (Achsabstand Stütze in x - Richtung)
- $a_y = 320,0$  cm (Achsabstand Stütze in y - Richtung)
- $b_{sx} = 40,0$  cm (Stützenbreite in x - Richtung)
- $b_{sy} = 40,0$  cm (Stützenbreite in y - Richtung)
- $t_f = 100,0$  cm (Fundamentdicke)
- $\sigma_{Rd} = 250,00$  kN/m<sup>2</sup> (zul. Bodenpressung, Designwert)
- $\phi = 30,0^\circ$  (Sohlreibungswinkel)

**Bewehrungsabstände:**



**Belastungen : Lasten übernommen aus Position 4.8**

Alle Kräfte / Momente greifen an OK Fundament an!



N, Hx, Hy, Mx und My sind charakt. Lasten (ohne Sicherheitsbeiwerte)!

Das Eigengewicht vom Fundament wird mit 25,0 kN/m³ berücksichtigt!

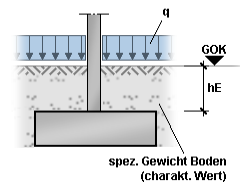
Positive Momente Mx und My erzeugen in Punkt 1 Druckspannungen (s. nebenstehendes Bild)!

Momente aus Theorie II.Ordnung werden für Nachweise der inneren und äußeren Standsicherheit angesetzt!

Lasten aus Anprall für äußere und innere Standsicherheit (einschließl. Lagesicherheit nach EC0)!

Lastfall	N [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Mx,I [kNm]	Mx,II [kNm]	My,I [kNm]	My,II [kNm]
ständig g	48,71	0,00	0,00	1,62	18,87	0,00	-17,25
Schnee	4,98	0,00	0,00	0,45	2,21	0,00	-1,76
Wind +x	0,00	12,46	0,00	0,00	-58,24	-48,52	-48,52
Wind -x	0,00	-12,46	0,00	0,00	58,24	48,52	48,52
Wind +y	0,00	0,00	-15,00	-58,24	-58,24	0,00	-48,52
Wind -y	0,00	0,00	15,00	58,24	58,24	0,00	48,52
veränderlich q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdbeben	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Anprall x-Rich.	---	0,00	---	---	---	0,00	---
Anprall y-Rich.	---	---	0,00	0,00	---	---	---

veränderl. Last q auf GOK [kN/m²]	Höhe Boden [cm]	Gamma Boden [kN/m³]
5,00 (charakt. Wert)	30	25,00



**Lastfallkollektive:**

Die Lastfallkollektive werden vom Programm automatisch gemäß EC0 ermittelt und berechnet!

Die Lasten aus Wind werden dabei alternativ (unabhängig) je Richtung angesetzt!

**Nachweis Ausmitten (Kippnachweis) für charakt. Lasten SLS:**

Nachweis klaffende Fuge Gesamlast:  $(ex/bx)^2 + (ey/by)^2 \leq 0,111$

Nachweis klaffende Fuge ständige Lasten:  $|ex|/bx + |ey|/by \leq 0,166$

klaffende Fuge ständige Lasten:  $\max.|ex|/bx + |ey|/by = 0,143 \leq 0,166 \rightarrow$  keine bzw. zul. klaffende Fuge

klaffende Fuge Gesamlast:  $\max.(ex/bx)^2 + (ey/by)^2 = 0,013 \leq 0,111 \rightarrow$  keine bzw. zul. klaffende Fuge

**Gleitnachweis GEO-2:**

$\eta = (R_{t,d} + E_{pt,d}) / T_d \geq 1,00$  ( $\eta=0 \rightarrow$  unzul. klaff. Fuge,  $\eta=100000 \rightarrow H_x/H_y=0$ ,  $\eta = -1 \rightarrow R_{t,d} = 0$ )

$\gamma_{R,h} = 1,100$  [-] (Sicherheitsbeiwert Gleitwiderstand) [= 1,00 bei außergew.LFK]

min. Sicherheit  $\eta = 10,40 \geq 1,00 \rightarrow$  zulässig

**Grundbruchnachweis GEO-2:**

$\eta = V_{,d} / R_{v,d} \leq 1,00$  ( $\eta = 0,000 \rightarrow$  unzul. klaffende Fuge)

Kohäsion  $c_k = 5,00$  kN/m²

Scherwinkel  $\phi_{i,k} = 30,00$  °

Einbindetiefe / Bodenüberdeckung s. bei Lasteingaben!

$\gamma_{R,v} = 1,400$  [-] (Sicherheitsbeiwert Grundbruchwiderstand) [= 1,20 bei außergew.LFK]

$\max.V_{,d} = 699,75$  [kN]

$R_{v,d} = 10109,59$  [kN]

$N_{c0} / N_{d0} / N_{b0} = 30,13 / 18,40 / 10,04$

$v_c / v_d / v_b = 1,45 / 1,43 / 0,74$

$i_c / i_d / i_b = 0,95 / 0,96 / 0,93$

$\max.$  Ausnutzung  $\eta = 0,07 \leq 1,00 \rightarrow$  zulässig

**Nachweis der Lagesicherheit nach EC0:****Sicherheit gegen Abheben:**

$$\eta = (G_k \cdot \gamma_{G,sup} + G_k \cdot \gamma_{G,inf}) / (Q_k \cdot \gamma_Q + F_{\text{Auftrieb}} \cdot 1,10) \geq 1,00$$

$$\gamma_{G,sub} = 1,10 \text{ [-]} \text{ (bzw. } 1,00 \text{ bei außergew. LFK)}$$

$$\gamma_{G,inf} = 0,90 \text{ [-]} \text{ (bzw. } 0,95 \text{ bei außergew. LFK)}$$

$$\gamma_Q = 1,50 \text{ [-]} \text{ (bzw. } 1,00 \text{ bei außergew. LFK)}$$

Es sind keine resultierenden, abhebenden Lasten vorhanden --> Nachweis kann entfallen!

**Ausmitten (Kippen):**

$$\max.ex = 1,43 \text{ m} \leq \text{zul.ex} = 1,75 \text{ m}$$

$$\max.ey = 1,48 \text{ m} \leq \text{zul.ey} = 1,75 \text{ m}$$

**Nachweis der Sicherheit gegen Auftrieb/Aufschwimmen:**

Kote Wasser h<sub>GW</sub> = -1000,000 m

Wasserkote liegt unter UK Fundament --> kein Auftrieb!

**Nachweis Bodenpressungen:**

Werte für Bodenpressung in [kN/m<sup>2</sup>]:  $\Sigma_{m,d} = N_d / (a \cdot b')$  zum Vergleich mit  $\Sigma_{m,Rd}$

Bodenpressungen sind gamma - fach (mit Sicherheitsfaktoren)

$$\max.\Sigma_{m,d} = 77,850 \text{ kN/m}^2 \leq 250,000 \text{ kN/m}^2 \text{ --> zulässig}$$

**Bemessung für Biegung:**

Beton : C25/30

Betonstahl : B500 (A,B)

- Grenze  $x/d \leq 0,45$  eingehalten (Biegung)
- Mindestbewehrung (Mindestmomente nach EC2) wird berücksichtigt
- Verteilung der Bewehrung konstant über  $b_x$  bzw.  $b_y$
- Bemessungsmomente werden am Stützenanschnitt ermittelt

**Bemessungsmomente: (max. Werte aus allen LFK)**

$$\max.M_{x,Ed} = 81,850 \text{ kNm}$$

$$\max.M_{y,Ed} = 66,012 \text{ kNm}$$

$$\text{Mindestmoment } \min.M_{x,Ed} = 1516,667 \text{ kNm (EC2)}$$

$$\text{Mindestmoment } \min.M_{y,Ed} = 1516,667 \text{ kNm (EC2)}$$

**Bemessung für Biegung / erf. Längsbewehrung:**

$$\text{erf.Asx,unten} = 35,7 \text{ cm}^2 \quad \text{erf.Asx,oben} = 2,7 \text{ cm}^2$$

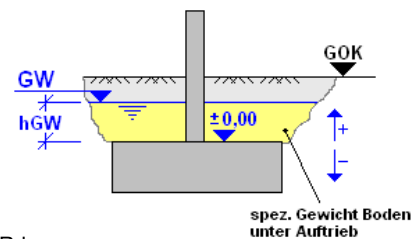
$$\text{erf.Asy,unten} = 36,1 \text{ cm}^2 \quad \text{erf.Asy,oben} = 3,2 \text{ cm}^2$$

Mindestbewehrung nach EC2 wurde bei Bemessung berücksichtigt!

**Anschlussbewehrung in Stütze:**

$$\text{erf.As} = 0,00 \text{ cm}^2 \text{ (}\mu_e = 0,00\%, \text{ min.As} = 0,25 \text{ cm}^2\text{)}$$

Die Anschlussbewehrung wird für die reine Druck- bzw. Zugkraft ermittelt, ohne Momentenanteile!



**Durchstanznachweis:**

- Längsbewehrung wird automatisch erhöht, um Stanzbewehrung zu vermeiden
- lotrechte Stanzbewehrung
- Abstand der Bewehrungsreihen untereinander,  $s_r' = 0,50 \times d_m$  (gilt ab 2. Reihe)
- Abstand der Stanzbewehrung tangential,  $s_t = 20,0 \text{ cm}$  (für Mindestbewehrung)
- Lasterhöhungsfaktor für Durchstanzen (nicht beta!)  $f_{Erh} = 1,00 [-]$
- Beiwert beta wird automatisch für unverschiebliche Systeme bestimmt

$d_m = 0,945 \text{ m}$  (mittlere stat. Höhe)

**Kritischer Rundschnitt  $s_{r,crit}$  im Abstand von 1,040 m vom Stützenrand.**

Ansetzbare Stützenabmessungen  $a_1 / b_1$  nach EC2 = 0,400 / 0,400 m

Bemessung als Eckstütze, d.h.  $\beta = 1,50$  (unverschiebliches System)

$V_{Ed,Stanz} = 73,228 \text{ kN}$  (ohne Faktor  $f_{Erh}$  und ohne  $\beta$ )

$\sigma_{Bm,d} = 7,793 \text{ kN/m}^2$  (mittlere Bodenpressung als Bemessungswert)

$u_{crit} = 2,633 \text{ m}$

$A_{crit} = 2,138 \text{ m}^2$

$V_{Ed,cal} = 84,850 \text{ kN} \rightarrow V_{Ed,cal} = \beta \times (f_{Erh} \times V_{Ed,Stanz} - A_{crit} \times \sigma_{Bm,d})$

$v_{Ed} = 34,104 \text{ kN/m}^2 \rightarrow v_{Ed} = V_{Ed,cal} / (u_{crit} \times d)$

$\rho_{l,x} = 0,108 \%$  (Bewehrungsgehalt x - Richtung)

$\rho_{l,y} = 0,110 \%$  (Bewehrungsgehalt y - Richtung)

$\rho_{l,m} = 0,109 \%$  (mittl. Bewehrungsgehalt)

$\rho_{l,max} = 1,628 \%$  (max. zul. Bewehrungsgehalt)

$v_{Rd,c} = 400,955 \text{ kN/m}^2$  (Durchstanzwiderstand)  $\rightarrow v_{min} = 0,221 \text{ kN/m}^2$

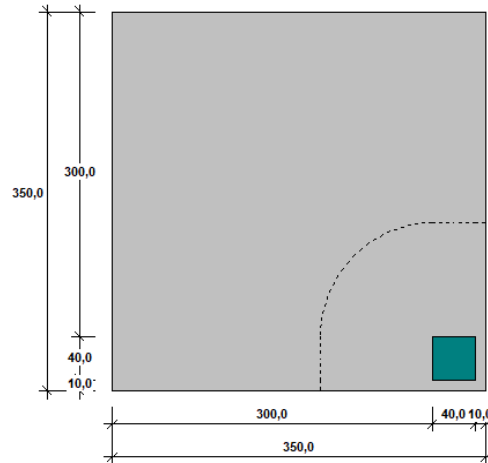
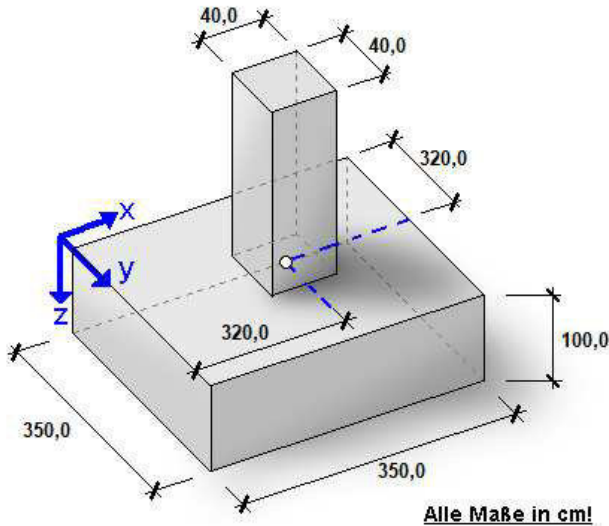
$v_{Rd,max} = 561,338 \text{ kN/m}^2$  (max. Tragfähigkeit gegen Durchstanzen)

**$\Rightarrow v_{Rd,c} \geq v_{Ed} \Rightarrow$  keine Durchstanzbewehrung erforderlich !**

## Position 5.9 – Fundament unter Eckstütze C8 – Montagelasten

- Lasten aus Pos. 4.9
- Pos. 5.8 ist nachgewiesen

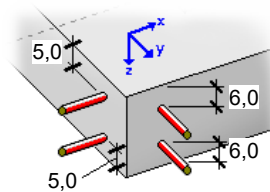
**Position: 5.9 Fundament unter Eckstütze C8 - Montagelasten**  
**Einzelfundament nach EC2 / EC7 + NA Deutschland**



**Systemwerte :**

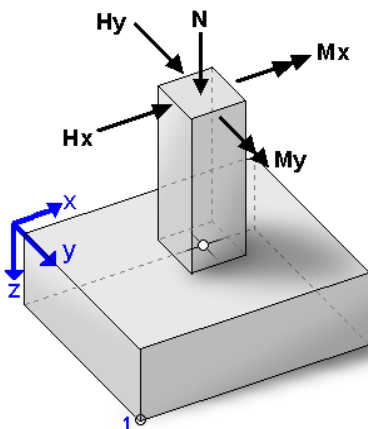
- $b_x = 350,0$  cm (Fundamentbreite x - Richtung)
- $b_y = 350,0$  cm (Fundamentbreite y - Richtung)
- $a_x = 320,0$  cm (Achsabstand Stütze in x - Richtung)
- $a_y = 320,0$  cm (Achsabstand Stütze in y - Richtung)
- $b_{sx} = 40,0$  cm (Stützenbreite in x - Richtung)
- $b_{sy} = 40,0$  cm (Stützenbreite in y - Richtung)
- $t_f = 100,0$  cm (Fundamentdicke)
- $\sigma_{Rd} = 250,00$  kN/m<sup>2</sup> (zul. Bodenpressung, Designwert)
- $\Phi = 30,0^\circ$  (Sohlreibungswinkel)

**Bewehrungsabstände:**



**Belastungen : Lasten übernommen aus Position 4.9**

Alle Kräfte / Momente greifen an OK Fundament an!



N, Hx, Hy, Mx und My sind charakt. Lasten (ohne Sicherheitsbeiwerte)!

Das Eigengewicht vom Fundament wird mit 25,0 kN/m³ berücksichtigt!

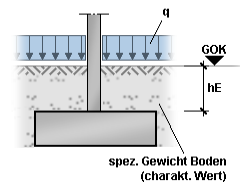
Positive Momente Mx und My erzeugen in Punkt 1 Druckspannungen (s. nebenstehendes Bild)!

Momente aus Theorie II.Ordnung werden für Nachweise der inneren und äußeren Standsicherheit angesetzt!

Lasten aus Anprall für äußere und innere Standsicherheit (einschließl. Lagesicherheit nach EC0)!

Lastfall	N [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Mx,I [kNm]	Mx,II [kNm]	My,I [kNm]	My,II [kNm]
ständig g	45,02	0,00	0,00	1,28	17,23	0,00	-15,95
Schnee	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind +x	0,00	17,61	0,00	0,00	-58,24	-68,39	-68,39
Wind -x	0,00	-17,61	0,00	0,00	58,24	68,39	68,39
Wind +y	0,00	0,00	-15,00	-58,24	-58,24	0,00	-68,39
Wind -y	0,00	0,00	15,00	58,24	58,24	0,00	68,39
veränderlich q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdbeben	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Anprall x-Rich.	---	0,00	---	---	---	0,00	---
Anprall y-Rich.	---	---	0,00	0,00	---	---	---

veränderl. Last q auf GOK [kN/m²]	Höhe Boden [cm]	Gamma Boden [kN/m³]
5,00 (charakt. Wert)	15	19,00



**Lastfallkollektive:**

Die Lastfallkollektive werden vom Programm automatisch gemäß EC0 ermittelt und berechnet!

Die Lasten aus Wind werden dabei alternativ (unabhängig) je Richtung angesetzt!

**Nachweis Ausmitten (Kippnachweis) für charakt. Lasten SLS:**

Nachweis klaffende Fuge Gesamlast:  $(ex/bx)^2 + (ey/by)^2 \leq 0,111$

Nachweis klaffende Fuge ständige Lasten:  $|ex|/bx + |ey|/by \leq 0,166$

klaffende Fuge ständige Lasten:  $\max(|ex|/bx + |ey|/by) = 0,133 \leq 0,166 \rightarrow$  keine bzw. zul. klaffende Fuge

klaffende Fuge Gesamlast:  $\max.(ex/bx)^2 + (ey/by)^2 = 0,016 \leq 0,111 \rightarrow$  keine bzw. zul. klaffende Fuge

**Gleitnachweis GEO-2:**

$\eta = (R_{t,d} + E_{pt,d}) / T_d \geq 1,00$  ( $\eta=0 \rightarrow$  unzul. klaff. Fuge,  $\eta=100000 \rightarrow H_x/H_y=0$ ,  $\eta = -1 \rightarrow R_{t,d} = 0$ )

$\gamma_{R,h} = 1,100$  [-] (Sicherheitsbeiwert Gleitwiderstand) [= 1,00 bei außergew.LFK]

min. Sicherheit  $\eta = 7,66 \geq 1,00 \rightarrow$  zulässig

**Grundbruchnachweis GEO-2:**

$\eta = V_{,d} / R_{v,d} \leq 1,00$  ( $\eta = 0,000 \rightarrow$  unzul. klaffende Fuge)

Kohäsion  $c_k = 5,00$  kN/m²

Scherwinkel  $\phi_{k} = 30,00$  °

Einbindetiefe / Bodenüberdeckung s. bei Lasteingaben!

$\gamma_{R,v} = 1,400$  [-] (Sicherheitsbeiwert Grundbruchwiderstand) [= 1,20 bei außergew.LFK]

$\max.V_{,d} = 611,41$  [kN]

$R_{v,d} = 7265,57$  [kN]

$N_{c0} / N_{d0} / N_{b0} = 30,13 / 18,40 / 10,04$

$v_c / v_d / v_b = 1,43 / 1,41 / 0,76$

$i_c / i_d / i_b = 0,94 / 0,94 / 0,90$

$\max.$  Ausnutzung  $\eta = 0,08 \leq 1,00 \rightarrow$  zulässig

**Nachweis der Lagesicherheit nach EC0:****Sicherheit gegen Abheben:**

$$\eta = (G_k \cdot \gamma_{G,sup} + G_k \cdot \gamma_{G,inf}) / (Q_k \cdot \gamma_Q + F_{\text{Auftrieb}} \cdot 1,10) \geq 1,00$$

$$\gamma_{G,sub} = 1,10 \text{ [-]} \text{ (bzw. } 1,00 \text{ bei außergew. LFK)}$$

$$\gamma_{G,inf} = 0,90 \text{ [-]} \text{ (bzw. } 0,95 \text{ bei außergew. LFK)}$$

$$\gamma_Q = 1,50 \text{ [-]} \text{ (bzw. } 1,00 \text{ bei außergew. LFK)}$$

Es sind keine resultierenden, abhebenden Lasten vorhanden --> Nachweis kann entfallen!

**Ausmitten (Kippen):**

$$\max.ex = 1,73 \text{ m} \leq \text{zul.ex} = 1,75 \text{ m}$$

$$\max.ey = 1,68 \text{ m} \leq \text{zul.ey} = 1,75 \text{ m}$$

**Nachweis der Sicherheit gegen Auftrieb/Aufschwimmen:**

Kote Wasser h<sub>GW</sub> = -1000,000 m

Wasserkote liegt unter UK Fundament --> kein Auftrieb!

**Nachweis Bodenpressungen:**

Werte für Bodenpressung in [kN/m<sup>2</sup>]:  $\Sigma_{m,d} = N_d / (a \cdot b')$  zum Vergleich mit  $\Sigma_{m,Rd}$

Bodenpressungen sind gamma - fach (mit Sicherheitsfaktoren)

$$\max.\Sigma_{m,d} = 68,822 \text{ kN/m}^2 \leq 250,000 \text{ kN/m}^2 \text{ --> zulässig}$$

**Bemessung für Biegung:**

Beton : C25/30

Betonstahl : B500 (A,B)

- Grenze  $x/d \leq 0,45$  eingehalten (Biegung)
- Mindestbewehrung (Mindestmomente nach EC2) wird berücksichtigt
- Verteilung der Bewehrung konstant über  $b_x$  bzw.  $b_y$
- Bemessungsmomente werden am Stützenanschnitt ermittelt

**Bemessungsmomente: (max. Werte aus allen LFK)**

$$\max.M_{x,Ed} = 83,709 \text{ kNm}$$

$$\max.M_{y,Ed} = 103,012 \text{ kNm}$$

$$\text{Mindestmoment min.}M_{x,Ed} = 1516,667 \text{ kNm (EC2)}$$

$$\text{Mindestmoment min.}M_{y,Ed} = 1516,667 \text{ kNm (EC2)}$$

**Bemessung für Biegung / erf. Längsbewehrung:**

$$\text{erf.}A_{sx,unten} = 35,7 \text{ cm}^2 \quad \text{erf.}A_{sx,oben} = 3,4 \text{ cm}^2$$

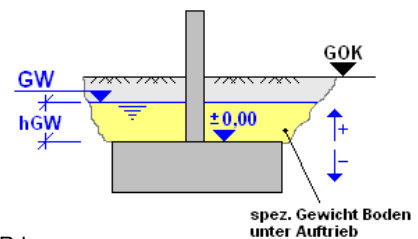
$$\text{erf.}A_{sy,unten} = 36,1 \text{ cm}^2 \quad \text{erf.}A_{sy,oben} = 3,1 \text{ cm}^2$$

Mindestbewehrung nach EC2 wurde bei Bemessung berücksichtigt!

**Anschlussbewehrung in Stütze:**

$$\text{erf.}A_s = 0,00 \text{ cm}^2 \text{ (}\mu_e = 0,00\%, \text{ min.}A_s = 0,21 \text{ cm}^2\text{)}$$

Die Anschlussbewehrung wird für die reine Druck- bzw. Zugkraft ermittelt, ohne Momentenanteile!





**Durchstanznachweis:**

- Längsbewehrung wird automatisch erhöht, um Stanzbewehrung zu vermeiden
- lotrechte Stanzbewehrung
- Abstand der Bewehrungsreihen untereinander,  $s_r' = 0,50 \times d_m$  (gilt ab 2. Reihe)
- Abstand der Stanzbewehrung tangential,  $s_t = 20,0 \text{ cm}$  (für Mindestbewehrung)
- Lasterhöhungsfaktor für Durchstanzen (nicht beta!)  $f_{Erh} = 1,00$  [-]
- Beiwert beta wird automatisch für unverschiebliche Systeme bestimmt

$d_m = 0,945 \text{ m}$  (mittlere stat. Höhe)

**Kritischer Rundschnitt  $s_{r,crit}$  im Abstand von 1,049 m vom Stützenrand.**

Ansetzbare Stützenabmessungen  $a_1 / b_1$  nach EC2 = 0,400 / 0,400 m

Bemessung als Eckstütze, d.h.  $\beta = 1,50$  (unverschiebliches System)

$V_{Ed,Stanz} = 60,777 \text{ kN}$  (ohne Faktor  $f_{Erh}$  und ohne  $\beta$ )

$\sigma_{Bm,d} = 6,425 \text{ kN/m}^2$  (mittlere Bodenpressung als Bemessungswert)

$u_{crit} = 2,648 \text{ m}$

$A_{crit} = 2,163 \text{ m}^2$

$V_{Ed,cal} = 70,317 \text{ kN} \rightarrow V_{Ed,cal} = \beta \times (f_{Erh} \times V_{Ed,Stanz} - A_{crit} \times \sigma_{Bm,d})$

$v_{Ed} = 28,104 \text{ kN/m}^2 \rightarrow v_{Ed} = V_{Ed,cal} / (u_{crit} \times d)$

$\rho_{l,x} = 0,108 \%$  (Bewehrungsgehalt x - Richtung)

$\rho_{l,y} = 0,110 \%$  (Bewehrungsgehalt y - Richtung)

$\rho_{l,m} = 0,109 \%$  (mittl. Bewehrungsgehalt)

$\rho_{l,max} = 1,628 \%$  (max. zul. Bewehrungsgehalt)

$v_{Rd,c} = 397,343 \text{ kN/m}^2$  (Durchstanzwiderstand)  $\rightarrow v_{min} = 0,221 \text{ kN/m}^2$

$v_{Rd,max} = 556,281 \text{ kN/m}^2$  (max. Tragfähigkeit gegen Durchstanzen)

**$\Rightarrow v_{Rd,c} \geq v_{Ed} \Rightarrow$  keine Durchstanzbewehrung erforderlich !**

## Position 6 – Sekundäre Hallenbestandteile

### Position 6.1 – Frostschrürzen / Stahlbetonsockel

- die Frostschrürzen sollen als Fertigteilwandplatten hergestellt und vor Ort montiert werden
- Es wird eine Wandstärke von 0,20 m angenommen.
- Die Frostschrürzen dienen in der Halle auch als Wandsockel. Die Sockelhöhe wird mit  $h = 0,80$  m über FFB angenommen, so dass sich für die Elemente Gesamthöhen von ca. 1,60 m ergeben werden.
- Die Sockelplatten werden im Bereich der Fundamente mit Aussparungen versehen und hängen sich auf diese drauf. Die Auflagerkräfte aus den Sockelplatten sind lastseitig bei der Fundamentbemessung erfasst. Der Lasteintrag sollte mittig im Auflager der Frostschrürzen erfolgen.
- Die Frostschrürzen haben keine aussteifende Funktion zu erfüllen, dennoch sollte der Anschluss an die Stützen zug- und druckfest ausgeführt werden. Denkbar sind Rückbiegeanschlusskästen, die aus den Stützen in Aussparungen der Frostschrürzen geklappt und anschließend ausbetoniert werden
- gewählt:

#### Stahlbetonsockelplatte Frostschrürze

$$[] 6,60 \times 1,60 \times 0,20 \text{ [m]}$$

$$\text{Gesamtgewicht } G_k = 6,60 \text{ m} * 1,60 \text{ m} * 0,20 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3$$

$$G_k = 52,8 \text{ kN} \approx 5,3 \text{ t}$$

Frostschrürzen werden auf Einzelfundamente „gehangen“ und mit den Stützen verbunden

## Position 6.2 – Wandriegel als Stahlträger

- Wandriegel tragen die Fassade
- Wandriegel werden als Einfeldträger bemessen
- ungünstigste Spannweite: Binderabstände  $e = 7,00$  m, Riegel sollen bündig zwischen die Stützen gesetzt werden, d.h. außenkantenbündig. Fassadenelemente sollen direkt aufgeschraubt werden.  
Stützweite:  $l = 7,00$  m -  $0,40$  m =  $6,60$  m
- Wandriegel können nach Wahl des AN geplant werden, nachstehend wird ein Stahlträger als „Orientierung“ nachgewiesen
- Einwirkungen
  - aus Winddruck auf Gebäude  
 $q = 0,65$  kN/m<sup>2</sup>,  $c_{pe} = 0,70$   
 $w = 0,65$  kN/m<sup>2</sup> \*  $0,70 = 0,46$  kN/m<sup>2</sup>  
Abstand der Riegel auf Stützhöhe bezogen:  
 $e = 2,80$  m  
 $w = 0,46$  kN/m<sup>2</sup> \*  $2,80$  m =  $1,29$  kN/m
  - aus Eigengewicht Sandwichelemente  
 $g_k = 0,10$  kN/m<sup>2</sup> \*  $2,80$  m =  $0,28$  kN/m, mit Unterkonstruktion und Zubehör aufgerundet auf:  $g_k = 0,50$  kN/m
- Auflagerkräfte
  - aus Wind:  $W_y = 4,29$  kN
  - aus Eigengewicht:  $G_{k,z} = 1,65$  kN

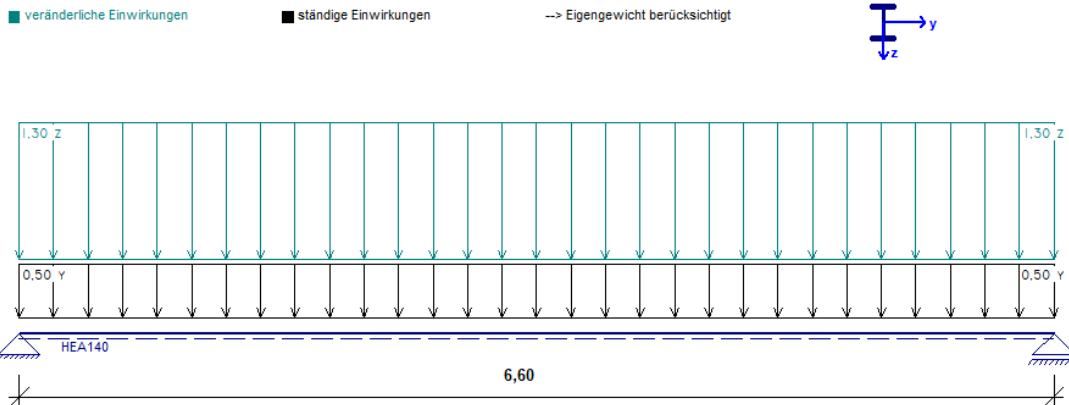
### Stahlträger als Wandriegel

Vorbemessung: HEA 140 aus S235, Einbau um 90° gedreht.  
Obergurt = Verankerungsebene der Fassadenplatten (Sandwichprofile)

Anschluss der Wandriegel nach Wahl des AN

z. B.: Schraubanschlusssysteme oder  
betonseitiger Stahlbauanschluss (HUC der Firma Halfen)

**Position: 6.2 Wandriegel als Stahlträger**  
**Stahlträger nach EC3 (NA Deutschland)**



**Systemwerte :**

linkes Trägerende gelenkig gelagert  
 rechtes Trägerende gelenkig gelagert

Feld	Feldlänge [m]
1	6,600

**Belastung: (EWA = Einwirkungsart) y = horizontal, z = vertikal**

- Einwirkungsart 1 = Nutzlasten
- Einwirkungsart 2 = Schneelasten
- Einwirkungsart 3 = Windlasten
- Einwirkungsart 4 = sonstige veränderliche Einwirkungen
- Einwirkungsart 5 = Windlasten als Alternativlastfall zu EW 3
- Einwirkungsart 6 = Erdbeben

qz über Gesamtlänge = 1,300 kN/m aus EW Wind  
 gy über Gesamtlänge = 0,500 kN/m aus ständ. Last  
 Eigengewicht der Konstruktion wird mit 78,5 kN/m<sup>3</sup> berücksichtigt  
 Typ der EW-Art Nutzlast: A,B - Wohn-/Bürräume  
 Schnee- u. Windlasten werden nicht feldweise angesetzt, sondern als Vollast!

**Feldschnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten) - je Träger:**

Feld	max.Myd [kNm]	min.Myd [kNm]	abs.max.Vzd [kN]	max.Mzd [kNm]	min.Mzd [kNm]	abs.max.Vyd [kN]
1	12,431	0,000	7,534	3,675	0,000	2,228

**Lagerschnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten) - je Träger:**

Lager	min.Myd [kNm]	max.Myd [kNm]	min.Vzd-li. [kN]	max.Vzd-li. [kN]	min.Vzd-re. [kN]	max.Vzd-re. [kN]
1	0,000	0,000				7,534
2	0,000	0,000	-7,534			

**Stahlträger 19.3- EC3**

Ingenieurgemeinschaft Gebrüder Tölle GbR - Ingenieure Nordhausen -  
 August-Bebel-Platz 12 in 99734 Nordhausen, Tel. 03631 - 89 58 82

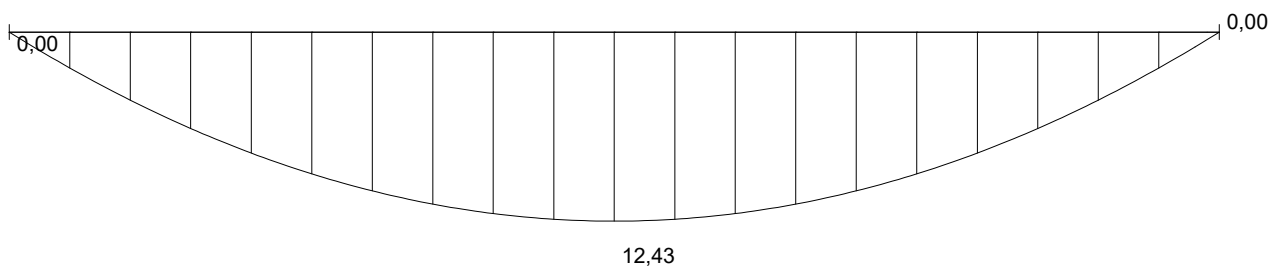
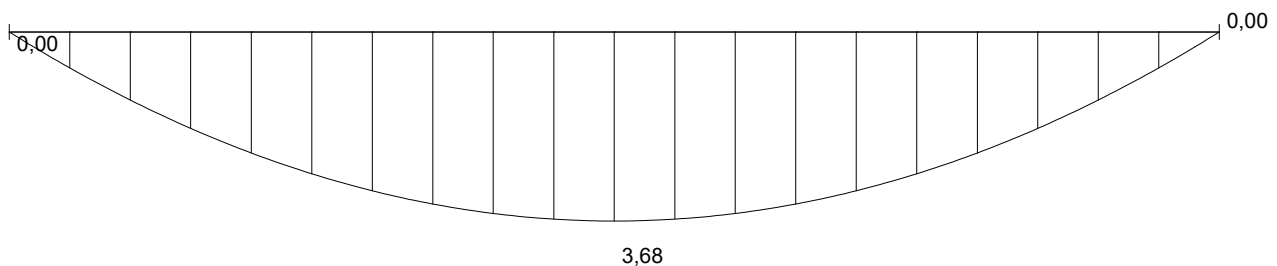
Dipl.-Ing. Christian Tölle  
 Seite: 141/153

Lager	min.Mzd [kNm]	max.Mzd [kNm]	min.Vyd-li. [kN]	max.Vyd-li. [kN]	min.Vyd-re. [kN]	max.Vyd-re. [kN]
1	0,000	0,000				2,228
2	0,000	0,000	-2,228			

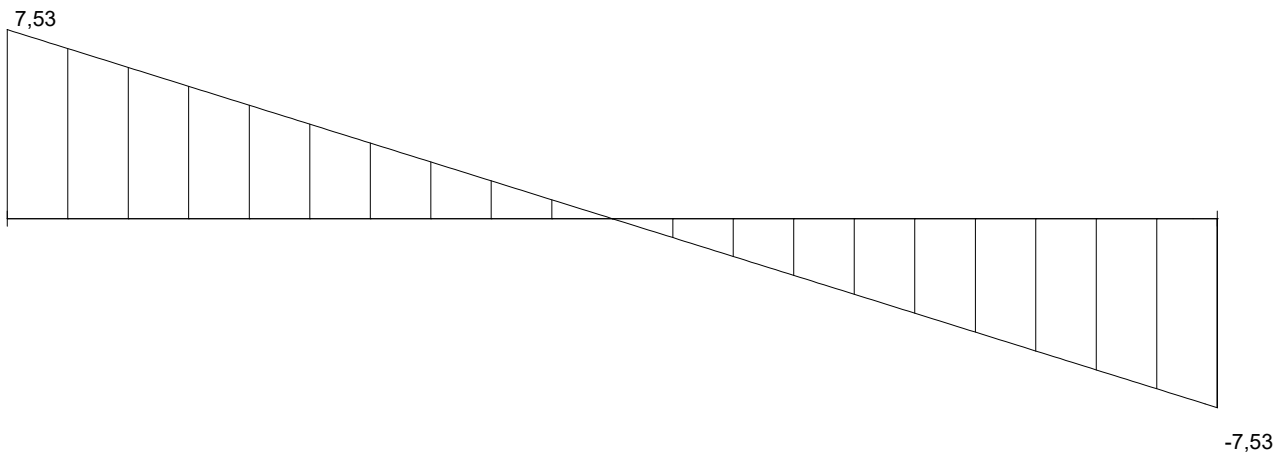
**Auflagerkräfte (ohne Teilsicherheitsbeiwerte) - gesamt für alle Träger:**

Lager	max.Fz [kN]	min.Fz [kN]	Fz aus g [kN]	Fz aus q [kN]	Fz Vollast [kN]
1	5,10	0,81	0,81	4,29/0,00	5,10
2	5,10	0,81	0,81	4,29/0,00	5,10

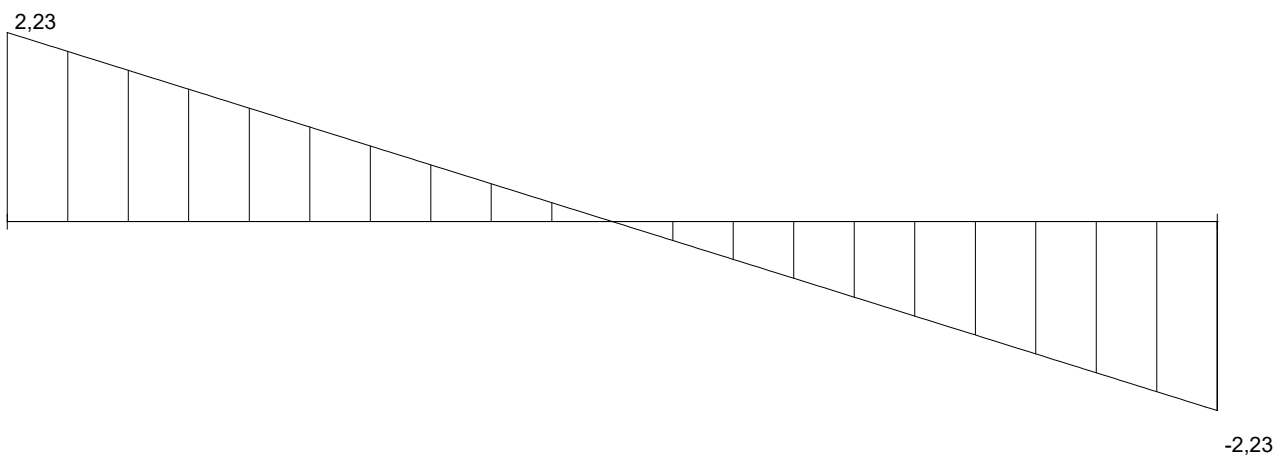
Lager	max.Fy [kN]	min.Fy [kN]	Fy aus g [kN]	Fy aus q* [kN]	Fy Vollast [kN]
1	1,65	1,65	1,65	0,00/0,00	1,65
2	1,65	1,65	1,65	0,00/0,00	1,65

**max.MEd,y - Grenzlinie [kNm] - je Träger****max.MEd,z - Grenzlinie [kNm] - je Träger**

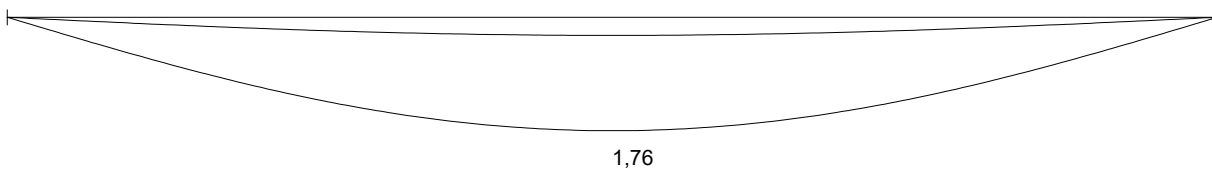
max.VEd,z - Grenzlinie [kN] - je Träger



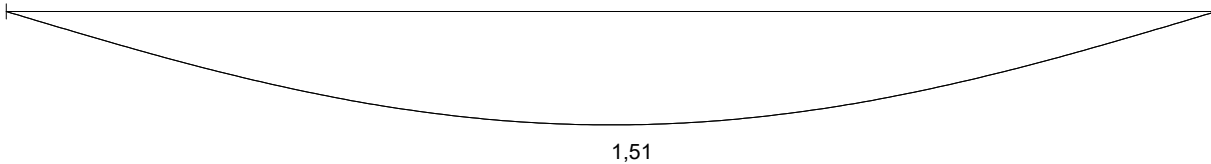
max.VEd,y - Grenzlinie [kN] - je Träger



fz [cm] - seltene Kombination



$f_y$  [cm] - seltene Kombination



**Bemessung:**

Profil: HEA140

- Profilart = I - Profil
- Material = S 235
- $f_y$  = 235,00 N/mm<sup>2</sup>
- $f_u$  = 360,00 N/mm<sup>2</sup>
- $\gamma_{M0}$  = 1,00 [-]
- $\gamma_{M1}$  = 1,10 [-]
- $\eta$  = 1,20 [-] (EC3-1-5 für Querkraft)
- A = 31,42 cm<sup>2</sup>
- $I_y$  = 1033,13 cm<sup>4</sup>
- $I_z$  = 389,32 cm<sup>4</sup>
- $W_{yo}$  = 155,36 cm<sup>3</sup>
- $W_{yu}$  = 155,36 cm<sup>3</sup>
- $W_{zo}$  = 55,62 cm<sup>3</sup>
- $W_{zu}$  = 55,62 cm<sup>3</sup>
- A-Vz = 10,12 cm<sup>2</sup>
- A-Vy = 23,80 cm<sup>2</sup>
- $N_{pl,Rd}$  = 738,28 kN
- $M_{pl,y,Rd}$  = 4077,13 kNcm
- $M_{pl,z,Rd}$  = 1993,94 kNcm
- $V_{pl,z,Rd}$  = 137,35 kN
- $V_{pl,y,Rd}$  = 322,91 kN
- QK = 1 (Querschnittsklasse)

- Walzprofil
- Nachweisverfahren: elastisch - plastisch

**Spannungsnachweise: (elastisch - plastisch) --> Interaktion nach 6.2.4 bis 6.2.10**

Felder:  $f_{yd} = 23,500$  kN/cm<sup>2</sup>

Feld Nr.	Stelle	Myd / Mzd  [kNm]	Vzd / Vy  [kN]	$\eta_{pl-My/Mz}$ [-]	$\eta_{pl-Vz/Vy}$ [-]	$\eta_{pl-Int.}$ [-]
1	links	0,00/0,00	7,53/2,23	0,00/0,00	0,05/0,01	0,05
	rechts	0,00/0,00	7,53/2,23	0,00/0,00	0,05/0,01	0,05
	max.M	12,43/3,68	0,00/0,00	0,30/0,18	0,00/0,00	0,30
	max.eta	---	---	---	---	0,30

Nachweis Schubbeulen:

$hw/tw = 21,091 \leq 72 \cdot \epsilon / \eta$  --> kein Nachweis für Schubbeulen des Steges gem. EC3-1-5 notwendig!  
 $bw/tf = 16,471 \leq 72 \cdot \epsilon / \eta$  --> kein Nachweis für Schubbeulen der Flansche gem. EC3-1-5 notwendig!

Nachweis Biegedrillknicken: (je Träger)

- Lastangriff an Trägeroberkante
- Druckgurt ist an den Lagern gehalten
- $\chi_{LT}$  wird gemäß (6.58) mit Faktor f erhöht
- Beiwerte C1, C2 und C3 zur Ermittlung von  $M_{cr}$  werden vom Programm ermittelt

$h/b = 0,95$  [-]

Knicklinie b

$\alpha_{LT} = 0,34$  [-]

Einspanngrad  $k_z = 1,00$  [-]

Einspanngrad  $k_w = 1,00$  [-]

Felder: (c = Abstand Halterungen) --> bei zweiachsiger Biegung mit Beiwerten  $k_{yy}, k_{yz}, k_{zz}, k_{zy}$

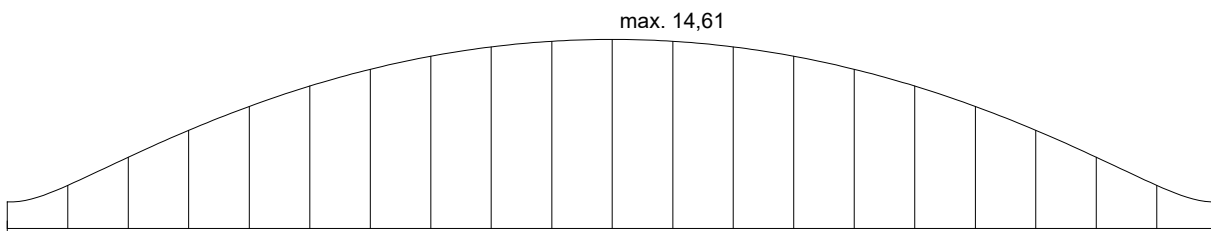
Feld Nr.	vorh.c [cm]	C1/C2/C3 [-]	$M_{cr}$ [kNm]	$\lambda_{LT}$ [-]	$\phi_{LT}$ [-]	$\chi_{LT,mod}$ [-]	$M_{b,Rd}$ [kNm]	$\eta$ [-]
1	660,0	1,00/1,00/1,00	26,47	1,24	1,22	0,60	22,29	0,76

Verformungen - seltene Kombination:

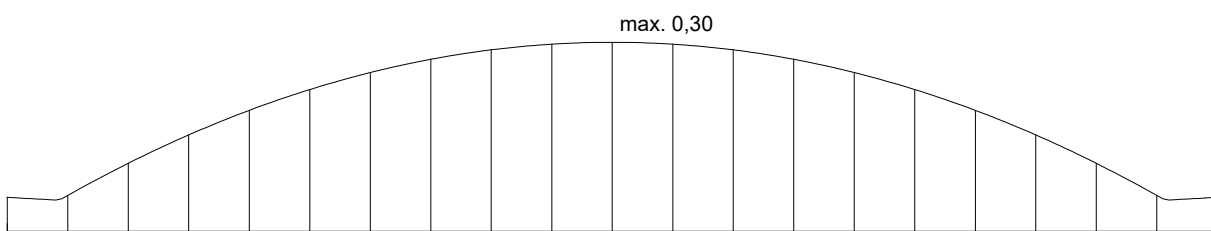
Felder:

Feld Nr.	max.f.res  [cm]	entspricht
1	2,32	L / 284,41

$\sigma_V$  [kN/cm<sup>2</sup>]       $\gamma$  - fach



$\eta$  [-] (Ausnutzung elastisch - plastisch)      max. Ausnutzung Biegedrillknicken = 0,76  $\leq$  1,00



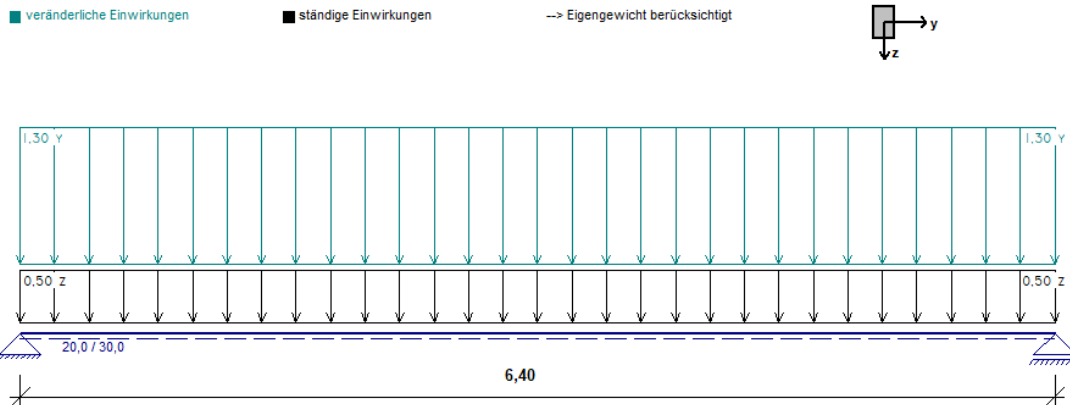


### Position 6.3 – Wandriegel als Stahlbetonträger

- Wandriegel tragen die Fassade
- Wandriegel werden als Einfeldträger bemessen
- alternativ zu Position 6.2, könnten auch Stahlbetonriegel hergestellt werden. Diese können auf Konsolen aufgelagert werden
- Konsolbreite :  $b = 20 \text{ cm}$ , (Stützenbreite =  $40 \text{ cm}$ , außermittige Anordnung muss noch geprüft werden)
- Konsollänge:  $l = 15 \text{ cm}$ , Höhe der Konsole:  $h = 15 \text{ cm}$
- lichtetes Maß zwischen den Stützen:  $l_i = 6,60 \text{ m}$
- Wandriegel können nach Wahl des AN geplant werden, nachstehend wird ein Stahlbetonträger als „Orientierung“ nachgewiesen
- Die Grenzschlankheit  $l/35$  sollte beim Trägernachweis mind. in z - Richtung eingehalten werden
- Einwirkungen
  - aus Winddruck auf Gebäude  
 $q = 0,65 \text{ kN/m}^2$ ,  $c_{pe} = 0,70$   
 $w = 0,65 \text{ kN/m}^2 * 0,70 = 0,46 \text{ kN/m}^2$   
Abstand der Riegel auf Stützhöhe bezogen:  
 $e = 2,80 \text{ m}$   
 $w = 0,46 \text{ kN/m}^2 * 2,80 \text{ m} = 1,29 \text{ kN/m}$
  - aus Eigengewicht Sandwichelemente  
 $g_k = 0,10 \text{ kN/m}^2 * 2,80 \text{ m} = 0,28 \text{ kN/m}$ , mit Unterkonstruktion und Zubehöhr aufgerundet auf:  $g_k = 0,50 \text{ kN/m}$
- Auflagerkräfte für Konsole  
aus Wind:  $W_y = 4,14 \text{ kN}$   
aus Eigengewicht:  $G_{k,z} = 6,40 \text{ kN}$

Stahlbetonträger auf Konsole als Wandriegel  
Vorbemessung: [ ] 20/30, C25/30, erf.  $a_{s,unten} = 3,69 \text{ cm}^2$ ,  
oben: konstruktiv, Bügel  $a_{s,w} = 1,66 \text{ cm}^2/\text{m}$   
Konsole an Stütze:  $h = 15 \text{ cm}$ ,  $b = 20 \text{ cm}$ ,  $l = 15 \text{ cm}$

**Position: 6.3 Wandriegel als Stahlbetonbalken**  
**Stahlbetonträger-zweiachsig nach EC2 - NA Deutschland**



**Systemwerte :**

Balken mit  $b_y \times b_z = 20,0 \times 30,0$  cm  
 linkes Trägerende gelenkig gelagert  
 rechtes Trägerende gelenkig gelagert

Feld	Feldlänge [m]
1	6,400

Lager	Lagerart	Lagerlänge [cm]
1	direkt	15,0
2	direkt	15,0

**Belastung: (EWA = Einwirkungsart) y = horizontal, z = vertikal**

- Einwirkungsart 1 = Nutzlasten
- Einwirkungsart 2 = Schneelasten (Höhe über NN  $\leq 1000$ m)
- Einwirkungsart 3 = Windlasten
- Einwirkungsart 4 = sonstige veränderliche Einwirkungen
- Einwirkungsart 5 = Windlasten als Alternativlastfall zu EW 3
- Einwirkungsart 6 = Erdbeben

$g_z$  über Gesamtlänge = 0,500 kN/m aus ständ. Last  
 $q_y$  über Gesamtlänge = 1,300 kN/m aus EW Wind  
 Eigengewicht der Konstruktion wird mit 25,0 kN/m<sup>3</sup> berücksichtigt  
 Schnee- u. Windlasten werden nicht feldweise angesetzt, sondern als Vollast!  
 Nutzlasten aus Kategorie: A,B - Wohn-/Bürräume

**Feldschnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten):**

Feld	max.Myd [kNm]	min.Myd [kNm]	abs.max.Vzd [kN]	max.Mzd [kNm]	min.Mzd [kNm]	abs.max.Vyd [kN]
1	13,824	0,000	8,640	9,984	0,000	6,240

Lagerschnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten):

Lager	min.Myd [kNm]	max.Myd [kNm]	min.Vzd-li. [kN]	max.Vzd-li. [kN]	min.Vzd-re. [kN]	max.Vzd-re. [kN]
1	0,000	0,000				8,640
2	0,000	0,000	-8,640			

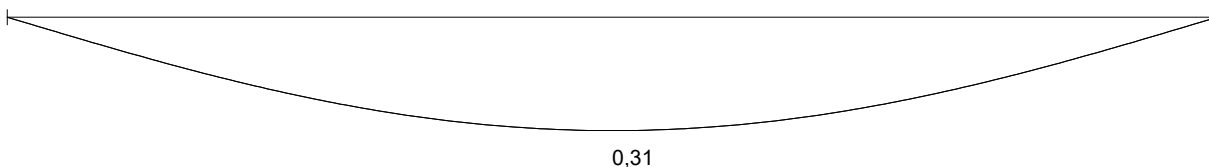
Lager	min.Mzd [kNm]	max.Mzd [kNm]	min.Vyd-li. [kN]	max.Vyd-li. [kN]	min.Vyd-re. [kN]	max.Vyd-re. [kN]
1	0,000	0,000				6,240
2	0,000	0,000	-6,240			

Auflagerkräfte (ohne Teilsicherheitsbeiwerte):

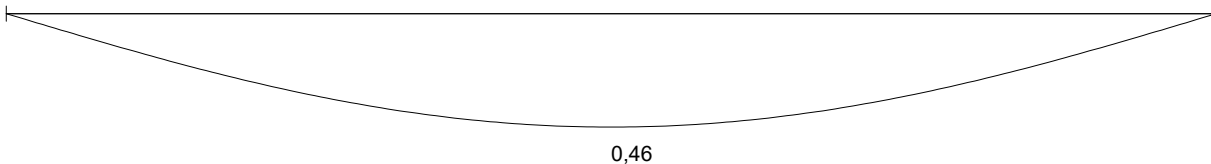
Lager	max.Fz [kN]	min.Fz [kN]	Fz aus g [kN]	Fz aus q [kN]	Fz Vollast [kN]
1	6,40	6,40	6,40	0,00/0,00	6,40
2	6,40	6,40	6,40	0,00/0,00	6,40

Lager	max.Fy [kN]	min.Fy [kN]	Fy aus g [kN]	Fy aus q* [kN]	Fy Vollast [kN]
1	4,16	0,00	0,00	4,16/0,00	4,16
2	4,16	0,00	0,00	4,16/0,00	4,16

fz [cm] - seltene Kombination, Zustand I



$f_y$  [cm] - seltene Kombination, Zustand I



**Bemessung nach EC2 + NA Deutschland:**

Beton: C25/30

Betonstahl: B500 (A) - in den Ecken konzentriert

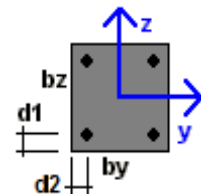
$d_1 = 5,00$  cm (Achsabstand Bewehrung unten/oben)

$d_2 = 5,00$  cm (Achsabstand Bewehrung seitlich)

Betondeckung  $c_{vl}$  (unten/oben) = 3,5 cm

Betondeckung  $c_{vl}$  (seitlich) = 3,5 cm

- Stützmomente mit Ausrundung gerechnet
- Mindestbewehrung berücksichtigt
- Querkraftbemessung erfolgt immer am Auflagerend
- zweiachsig Querkraftbemessung erfolgt nach Prof. Mark



**Psi - Werte:**

Einwirkung	Psi,0	Psi,1	Psi,2
Schnee s	0,50	0,20	0,00
Wind w	0,60	0,20	0,00
Nutzlasten q	0,70	0,50	0,30
Nutzlasten q <sub>s</sub>	0,80	0,70	0,50

**Biegebewehrung Stützen:**

Stütze	erf.As [cm <sup>2</sup> ]	min.As [cm <sup>2</sup> ]	My <sub>d,bem</sub>   [kNm]	Mz <sub>d,bem</sub>   [kNm]
1	0,00	0,69	0,00	0,00
2	0,00	0,69	0,00	-0,12

**Biegebewehrung Felder:**

Feld	erf.As [cm <sup>2</sup> ]	min.As [cm <sup>2</sup> ]	My <sub>d,bem</sub> [kNm]	Mz <sub>d,bem</sub> [kNm]
1	3,49	0,69	13,82	9,98

Querkraftbewehrung: (VRd,c,min wird angesetzt)

Stütze	asw-links [cm <sup>2</sup> /m]	asw-rechts [cm <sup>2</sup> /m]	min.asw-li. [cm <sup>2</sup> /m]	min.asw-re. [cm <sup>2</sup> /m]	Vzd,li  [kN]	Vyd,li  [kN]	Vzd,re  [kN]	Vyd,re  [kN]
1	0,00	0,73	0,00	1,66	0,00	0,00	8,38	6,05
2	0,73	0,00	1,66	0,00	8,38	6,05	0,00	0,00

Nachweis Rissbreitenbegrenzung:

(wk = 0,40 mm)

Nachweis Stützen:

Stütze	My [kNm]	Mz [kNm]	Sigma,S [N/mm <sup>2</sup> ]	ds* [mm]	zul.ds [mm]
1	0,00	0,00	0,00	50	50
2	0,00	0,00	0,00	50	50

Nachweis Felder:

Feld	My [kNm]	Mz [kNm]	SigmaS [N/mm <sup>2</sup> ]	ds* [mm]	zul.ds [mm]
1	10,24	0,00	247,22	23	23

Nachweis Biegeschlankheit EC2-1-1, 7.4.2:

- keine verformungsempfindlichen angrenzenden Bauteile, d.h.  $f \leq l/250$
- ab einem Momentenverhältnis  $|M_{\text{Stütze}}/M_{\text{Feld}}|$  von  $\geq 0,00$  wird eine volle Einspannung angesetzt

Nachweis für z-Richtung:

Feld	K [-]	Rho,0 [%]	erf.Rho [%]	vorh.l/d [-]	zul.l/d [-]
1	1,00	0,50	0,35	25,60	26,32

Nachweis für y-Richtung:

Feld	K [-]	Rho,0 [%]	erf.Rho [%]	vorh.l/d [-]	zul.l/d [-]
1	1,00	0,50	0,39	42,67	<b>23,18 !!!</b>

--&gt; erf.Rho = Bewehrungsgehalt aus erforderlicher Biegebewehrung (für Zugseite)

--&gt; zul.l/d auch unter Berücksichtigung der gewählten Bewehrung (Faktor = vorh.Rho/erf.Rho)

Position: 6.3 Konsole für Wandriegel

**Stahlbetonkonsole nach EC2 + NA Deutschland:**

Beton: C20/25

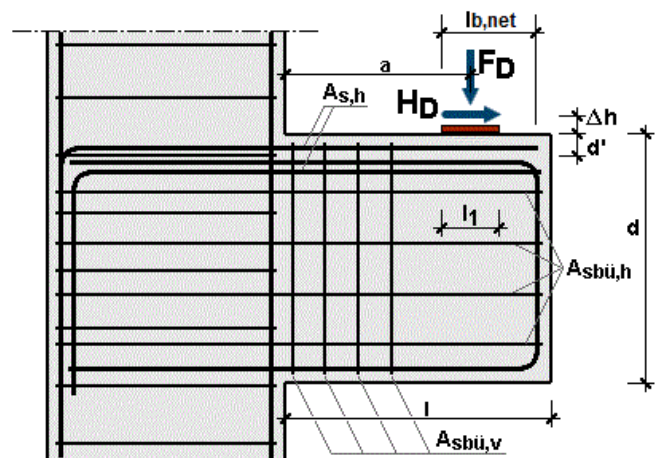
Betonstahl: B500 (A,B)

Konsolhöhe  $d = 15,0$  cmKonsollänge  $l = 15,0$  cmKonsolbreite  $b = 20,0$  cmLagerlänge  $l_1 = 10,0$  cmLagerbreite  $b_1 = 10,0$  cmBetondeckung  $c_{v,l} = 2,50$  cmAchsabstand Bewehrung  $d' = 5,00$  cm $F_d = 10,000$  kN $H_d = 2,000$  kNAbstand Vertikallast  $a = 8,0$  cmAbstand Horizontallast  $d_h = 1,0$  cm**Bemessung: (normale Bemessungssituation)**

Nachweise nach Heft 525 DAfStb + EC2

 $a/d \geq 0,5 \rightarrow$  lange Konsole $f_{cd} = 11,3$  N/mm<sup>2</sup> $z_Q = 5,0$  cm $z_0 = 9,000$  cm $VR_{d,c} = 11,743$  kN $VR_{d,max} = 40,000$  kN

Theta = 0,600

 $Z_{,Ed} = 12,222$  kN**Nachweis Druckstrebe / Querkraft:** $F_d = 10,000 \leq VR_{d,max} = 40,000$  kN**Zuggurtbewehrung:**erf.  $A_{s,h} = 0,28$  cm<sup>2</sup>**Spaltzugbewehrung:**Horizontalbügel  $As_{bü,h}$  konstruktivVertikalbügel  $As_{bü,v}$  konstruktiv**Lagerpressung:** $\sigma_{,d} = 1,00$  N/mm<sup>2</sup>  $\leq 0,75 \cdot f_{cd} = 8,50$  N/mm<sup>2</sup>

## Position 6.4 – unbewehrte Bodenplatte

- Unbewehrte Bodenplatte in Form eines Industriefussbodens
- unbewehrte Bodenplatte:  $h = 25 \text{ cm}$ ,
- Oberfläche flügelgeglättet.
- Klassifizierung der zu bauenden (nichttragenden) Bodenplatte  
Klasse der Nutzungsart: Lagerhalle: NA1  
Oberflächenklasse: mittel, überwiegend funktional: OF2  
Klasse der Nutzungsdauer: ND 50, S4, 50 Jahre  
Nutzungsintensität:  $n \leq 10/d$   
Zuverlässigkeitsklasse: RC 1, CC1
- Einwirkungen:
  - aus Schwerlastregalen: Gesamtlast max. 12 t, auf 3 Regalebenen, je Ebene: 4 t, je Fuß 3 t, da 2 Regale nebeneinander stehen ergeben sich Einzellasten in Höhe von 6 t  
 $G_k = 60 \text{ kN}$ , (mittlerer Fuß)  
Bemessungseinzellast:  $G_d = 1,2 * 60 \text{ kN} = 72 \text{ kN}$   
Grenzwert:  $p_d = 2,00 \text{ N/m}^2$
  - aus Gabelstaplerverkehr: FL 4, Eigengewicht Stapler: 60 kN, Nennttragfähigkeit: 40 kN, Gesamtgewicht: 100 kN  
Radlast auf  $0,20 \times 0,20 \text{ [m]}$ :  $Q_k = 45 \text{ kN}$   
Bemessungseinzellast:  $Q_d = 1,60 * 45 \text{ kN} = 72 \text{ kN}$
- Vordimensionierung / Bemessung Bauteil:
  - Beton und Expositionsclassen: XM 2, XF 2, XD 1, XC 3, WO
  - Betonfestigkeitsklasse: C35/45 mit w/z-Wert  $\leq 0,45$ ,
  - unter Verwendung langsam erhärtende Zemente ( $r < 0,30$ )
- erforderliche Verformungsmodule  
**Untergrund:**  $E_{v2,U} = 50 \text{ MN/m}^2$ , (nach DIN 18134, Proctordichte DPR = 95 % nach DIN 18127), weitere Forderungen:  $E_{v2,U} / E_{v1,U} \leq 2,5$   
**Tragschicht:**  $E_{v2,T} = 150 \text{ MN/m}^2$ , Einbaudicke:  $> 25 \text{ cm}$ , weitere Forderungen:  $E_{v2,T} / E_{v1,T} \leq 2,2$

- Gleitschicht zwischen Tragschicht STS 150 und Bodenplatte aus mind. 2 - PE-Folie. 2 x 0,30 mm
- Fugenausbildung:
  - Raumbfugen an allen aufgehenden Bauteilen durch Abstellung der Bodenplatte
  - Rautenförmige Ausbildung im Bereich der Stützen.
  - Fugenbreite:  $t \geq 12$  mm
  - Raumbfugenverschluss durch Fugeneinlage, Hinterfüllprofil sowie Fugenfüllstoff
  - Scheinfugen im Hallenraster, unmittelbar nach Beginn der Hydratation
  - Scheinfugen durch Kerbschnitt [ ] 4/60 [mm]
  - Scheinfugenverschluss durch Nachschnitt [ ] 8/25 sowie Einbau Hinterfüll- und Fugenfüllstoff
  - allgemeiner Hinweis zum Fugenverschluss: BoPla ≠ Fläche für den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
  - Fugensicherung durch Dübel:  $\varnothing 25$ ,  $l = 0,50$  m,  $e = 0,25$  m - 0,50 m



## Position 6.5 – Fugenausbildung im Stahlbetonskelettbau

- Überschlägliche Betrachtung zum Dehnfugenabstand
- Fugenabstände in Abhängigkeit der Konstruktionsweise und Schlankheit der Stützen
- Abschätzung nach TGL 2903, 04.83:
  - Montagebauweise, Stahlbetonskelettbau, eingeschossig
  - Stützenkennwert  $\alpha = h^2 / s$  mit  $h$  = Stützhöhe und  $s$  = Stützenbreite, je in [m]  
 $\alpha = (8,50 \text{ m})^2 / 0,40 \text{ m} = 180$   
für  $\alpha > 140$ : in Längsrichtung: Fugenabstand: 72 m  
-> Für die geplante Hallenlänge ist keine Dehnfuge im Skelett erforderlich!

Untersuchungsumfang

TR Boden (Tab: II.1.2-4-5)

Z1	Z1.2	Z2	FWN01	FWN02
			Kriterien	

Feststoffkriterien

PCB (Summe)	mg/kg TS	0,15	0,15	0,5	<0,004	<0,004
BTEX (Summe)	mg/kg TS	1	1	1	<0,02	<0,02
LHKW (Summe)	mg/kg TS	1	1	1	<0,02	<0,02
PAK (Summe)	mg/kg TS	3	3	30	1,23	
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,9	0,9	3	0,18	<0,05
Naphthalin	mg/kg TS				<0,05	<0,05
Trockensubstanz	Gew%				90,1	91,6
Cyanide, ges	mg/kg TS	3	3	10	<0,5	<0,5
EOX	mg/kg TS	3	3	10	<1	<1
Kohlenwasserstoff C10-C22	mg/kg TS	300	300	1000	<50	<50
Kohlenwasserstoff C10-C40	mg/kg TS	600	600	2000	<50	<50
Arsen	mg/kg TS	45	45	150	10,8	6,8
Blei	mg/kg TS	210	210	700	81,5	9,6
Cadmium	mg/kg TS	3	3	10	0,4	<0,2
Chrom (ges)	mg/kg TS	180	180	600	33	57,4
Kupfer	mg/kg TS	120	120	400	67,4	23,5
Nickel	mg/kg TS	150	150	500	35,2	43,2
Quecksilber	mg/kg TS	1,5	1,5	5	0,4	<0,05
Zink	mg/kg TS	450	450	1500	151	54,5
Thallium	mg/kg TS	2,1	2,1	7	<0,4	<0,4
TOC	M%	1,5	1,5	5	0,45	0,2

Eluatkriterien

pH-Wert	-	6,5..9,5	6..12	5,5..12	7,81	7,33
Leitfähigkeit	µS/cm	250	1500	2000	2250	87
Phenol-Index	µg/l	20	40	100	<10	<10
Chlorid	mg/l	30	50	100	2	1,2
Sulfat	mg/l	20	50	200	1190	27,2
Cyanid, gesamt	µg/l	5	10	20	<5	<5
Arsen	µg/l	14	20	60	<3	<3
Blei	µg/l	40	80	200	5	<3
Cadmium	µg/l	1,5	3	6	<0,5	<0,5
Chrom (ges.)	µg/l	12,5	25	60	<2	<2
Kupfer	µg/l	20	60	100	3	<2
Nickel	µg/l	15	20	70	<2	<2
Quecksilber	µg/l	<0,5	1	2	<0,1	<0,1
Zink	µg/l	150	200	600	6	4

*Leitfähigkeit: 2250*

*Sulfat: 1190 mg*

Datum der Entnahme:

05.05.2017    05.05.2017

Probennehmer:

IHU GmbH    IHU GmbH

Material:

Boden    Boden

Labor:

ThUI    ThUI

Analysedatum:

08.05.2017    08.05.2017

Labornummer:

017-F-1964-1-1 017-F-1964-2-1

Prüfstelle:

Bemerkung:

Einstufung der Probe für alle Parameter:

> Z2

Z1.2



# Thüringer Umweltinstitut

Henterich GmbH & Co. KG

Trinkwasser · Wasser  
Abwasser · Klärschlamm  
Boden · Abfall · Sedimente  
Lebensmittel · Mikrobiologie

Durch die DAkkS nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2005  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für  
den in der Urkundenanlage  
D-PL-19312-02-00 aufgeführten  
Akkreditierungsumfang.



Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH & Co. KG  
OT Pferdsdorf, Kielforstweg 2 - 3, 99819 Krauthausen

Tel. 036926 71009-0  
Fax 036926 71009-9

E-Mail: [postmaster@thuinst.de](mailto:postmaster@thuinst.de)  
homepage: <http://www.thuinst.de>

## Prüfbericht

Labor-Nr.: 2017-F-1964-1-1

**Auftraggeber:** IHU Nordhausen GmbH  
Am Sportplatz 1  
99734 Nordhausen

**Entnahmestelle:** MIP 1  
**Probennehmer:** siehe Auftraggeber  
**Probenahmedatum:** 05.05.2017  
**Probeneingangsdatum:** 08.05.2017  
**Analysenbeginn:** 08.05.2017  
**Prüfgegenstand:** Boden  
**Prüfziel:** Laga-Boden / Tabelle II 1.2.-2 bis 1.2.-5

Parameter	Dimension	Messergebnis	Analyseverfahren
<b>Feststoffkriterien</b>			
Trockensubstanzgehalt	Masse %	90,1	DIN EN 14346 <sup>a</sup>
TOC	Masse % d.TS	0,45	DIN EN 13 137 <sup>a</sup>
Cyanid gesamt	mg/kg TS	< 0,50	DIN ISO 17380
EOX	mg/kg TS	< 1,0	DIN 38 414 - S17 <sup>a</sup>
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	< 50	DIN EN 14039 <sup>a</sup>
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	< 50	DIN EN 14039 <sup>a</sup>
Arsen	mg/kg TS	10,8	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Blei	mg/kg TS	81,5	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Cadmium	mg/kg TS	0,40	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Chrom	mg/kg TS	33,0	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Kupfer	mg/kg TS	67,4	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Nickel	mg/kg TS	35,2	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Quecksilber	mg/kg TS	0,40	DIN EN ISO 17852 <sup>a</sup>
Zink	mg/kg TS	151	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Thallium	mg/kg TS	< 0,40	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
<b>PAK</b>			
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Acenaphtylen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Acenaphten	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Fluoren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Phenanthren	mg/kg TS	0,18	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Fluoranthren	mg/kg TS	0,28	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Pyren	mg/kg TS	0,21	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Chrysen	mg/kg TS	0,13	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,07	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,18	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Summe PAK	mg/kg TS	1,23	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>

Pferdsdorf, 12.05.2017

Seite 1 von 3



# Thüringer Umweltinstitut

Henterich GmbH & Co. KG

Trinkwasser · Wasser  
Abwasser · Klärschlamm  
Boden · Abfall · Sedimente  
Lebensmittel · Mikrobiologie

Durch die DAkkS nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2005  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für  
den in der Urkundenanlage  
D-PL-19312-02-00 aufgeführten  
Akkreditierungsumfang.



Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH & Co. KG  
OT Pferdsdorf, Kielforstweg 2 - 3, 99819 Krauthausen

Tel. 036926 71009-0  
Fax 036926 71009-9

E-Mail: [postmaster@thuinst.de](mailto:postmaster@thuinst.de)  
homepage: <http://www.thuinst.de>

## Prüfbericht

Labor-Nr.: 2017-F-1964-1-1

### LHKW

1,2 Dichlorethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
Dichlormethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
Trichlormethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
Tetrachlormethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
Trichlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
Tetrachlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>

### BTEX

Benzol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUG <sup>a</sup>
Toluol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUG <sup>a</sup>
Ethylbenzol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUG <sup>a</sup>
m-, p- Xylol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUG <sup>a</sup>
o- Xylol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUG <sup>a</sup>

### PCB

PCB Nr.118	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.28	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.52	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.101	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.138	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.153	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.180	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>

### Eluatkriterien

pH-Wert		7,81	DIN 38 404 - C5 <sup>a</sup>
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	2250	DIN EN 27888 <sup>a</sup>
Phenolindex	µg/l	< 10	DIN EN ISO 14402
Chlorid	mg/l	2,0	DIN EN ISO 10 304-1 <sup>a</sup>
Sulfat	mg/l	1490	DIN EN ISO 10 304-1 <sup>a</sup>
Cyanid gesamt	mg/l	< 0,005	DIN EN ISO 14403-2
Arsen	µg/l	< 3	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Blei	µg/l	5	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Cadmium	µg/l	< 0,5	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Chrom	µg/l	< 2	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Kupfer	µg/l	3	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Nickel	µg/l	< 2	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Quecksilber	µg/l	< 0,1	DIN EN ISO 17852 <sup>a</sup>
Zink	µg/l	6	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>



# Thüringer Umweltinstitut

Henterich GmbH & Co. KG

Trinkwasser · Wasser  
Abwasser · Klärschlamm  
Boden · Abfall · Sedimente  
Lebensmittel · Mikrobiologie

Durch die DAkkS nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2005  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für  
den in der Urkundenanlage  
D-PL-19312-02-00 aufgeführten  
Akkreditierungsumfang.



Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH & Co. KG  
OT Pferdsdorf, Kielforstweg 2 - 3, 99819 Krauthausen

Tel. 036926 71009-0  
Fax 036926 71009-9

E-Mail: [postmaster@thuinst.de](mailto:postmaster@thuinst.de)  
homepage: <http://www.thuinst.de>

## Prüfbericht

Labor-Nr.: 2017-F-1964-1-1

Nur gültig für Feststoffanalysen: Der Königswasseraufschluss zur Schwermetallbestimmung erfolgt in Bodenproben nach DIN ISO 11466<sup>a</sup> sowie in Bauschutt- und Abfallproben nach DIN EN 13657<sup>a</sup>. Die Eluatherstellung erfolgt nach DIN EN 12457-4<sup>a</sup>, bei Untersuchungen gemäß BBodSchV nach DIN 38414-S4<sup>a</sup>.

Der Prüfzeitraum entspricht dem Zeitraum zwischen dem Probeneingangsdatum und dem Datum der Erstellung des Prüfberichtes. Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich im Fall der Anlieferung auf das Probenmaterial im Lieferzustand, die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf den Prüfgegenstand. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die Angabe „< Wert“ entspricht der Bestimmungsgrenze des jeweiligen Analyseverfahrens.

<sup>a</sup> akkreditiertes Prüfverfahren; TS/TR Trockensubstanz/Trockenrückstand; OS Originalsubstanz; F Fremdvergabe; U Unterauftragvergabe  
Ohne schriftliche Genehmigung darf der Bericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Es gelten die AGB's (Stand 17.09.2013; [www.thuinst.de](http://www.thuinst.de)), sofern nicht andere Regelungen vereinbart wurden. Das Thüringer Umweltinstitut übernimmt für zitierte Grenzwerte keine Gewähr.

Archivierung: Bericht

Ariffadhillah  
Laborleitung



# Thüringer Umweltinstitut

Henterich GmbH & Co. KG

Trinkwasser · Wasser  
Abwasser · Klärschlamm  
Boden · Abfall · Sedimente  
Lebensmittel · Mikrobiologie

Durch die DAkkS nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2005  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für  
den in der Urkundenanlage  
D-PL-19312-02-00 aufgeführten  
Akkreditierungsumfang.



Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH & Co. KG  
OT Pferdsdorf, Kielforstweg 2 - 3, 99819 Krauthausen

Tel. 036926 71009-0  
Fax 036926 71009-9

E-Mail: [postmaster@thuinst.de](mailto:postmaster@thuinst.de)  
homepage: <http://www.thuinst.de>

## Prüfbericht

Labor-Nr.: 2017-F-1964-2-1

**Auftraggeber:** IHU Nordhausen GmbH  
Am Sportplatz 1  
99734 Nordhausen

**Entnahmestelle:** MP 2  
**Probenehmer:** siehe Auftraggeber  
**Probenahmedatum:** 05.05.2017  
**Probeneingangsdatum:** 08.05.2017  
**Analysenbeginn:** 08.05.2017  
**Prüfgegenstand:** Boden  
**Prüfziel:** Laga-Boden / Tabelle II 1.2.-2 bis 1.2.-5

Parameter	Dimension	Messergebnis	Analyseverfahren
<b>Feststoffkriterien</b>			
Trockensubstanzgehalt	Masse %	91,6	DIN EN 14346 <sup>a</sup>
TOC	Masse % d.TS	0,20	DIN EN 13 137 <sup>a</sup>
Cyanid gesamt	mg/kg TS	< 0,50	DIN ISO 17380
EOX	mg/kg TS	< 1,0	DIN 38 414 - S17 <sup>a</sup>
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	< 50	DIN EN 14039 <sup>a</sup>
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	< 50	DIN EN 14039 <sup>a</sup>
Arsen	mg/kg TS	6,8	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Blei	mg/kg TS	9,6	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Cadmium	mg/kg TS	< 0,20	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Chrom	mg/kg TS	57,4	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Kupfer	mg/kg TS	23,5	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Nickel	mg/kg TS	43,2	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Quecksilber	mg/kg TS	< 0,05	DIN EN ISO 17852 <sup>a</sup>
Zink	mg/kg TS	54,5	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Thallium	mg/kg TS	< 0,40	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
<b>PAK</b>			
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Acenaphtylen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Acenaphten	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Fluoren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Phenanthren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Fluoranthen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Chrysen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>

Pferdsdorf, 12.05.2017

Seite 1 von 3

persönlich haftender Gesellschafter:  
Henterich GmbH  
HRB 405.890 / HRA 401.309

Geschäftsführer:  
Dipl. Wirtsch. Ing. (FH) Daniel Tischer

Steuer-Nr.: 155/155/34803



# Thüringer Umweltinstitut

Henterich GmbH & Co. KG

Trinkwasser · Wasser  
Abwasser · Klärschlamm  
Boden · Abfall · Sedimente  
Lebensmittel · Mikrobiologie

Durch die DAkkS nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2005  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für  
den in der Urkundenanlage  
D-PL-19312-02-00 aufgeführten  
Akkreditierungsumfang.



Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH & Co. KG  
OT Pferdsdorf, Kielforstweg 2 - 3, 99819 Krauthausen

Tel. 036926 71009-0  
Fax 036926 71009-9

E-Mail: [postmaster@thuinst.de](mailto:postmaster@thuinst.de)  
homepage: <http://www.thuinst.de>

## Prüfbericht

Labor-Nr.: 2017-F-1964-2-1

### LHKW

1,2 Dichlorethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
Dichlormethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
Trichlormethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
Tetrachlormethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
Trichlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
Tetrachlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>

### BTEX

Benzol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUG <sup>a</sup>
Toluol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUG <sup>a</sup>
Ethylbenzol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUG <sup>a</sup>
m-, p- Xylol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUG <sup>a</sup>
o- Xylol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUG <sup>a</sup>

### PCB

PCB Nr. 118	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr. 28	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr. 52	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr. 101	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr. 138	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr. 153	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr. 180	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>

### Eluatkriterien

pH-Wert		7,33	DIN 38 404 - C5 <sup>a</sup>
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	87	DIN EN 27888 <sup>a</sup>
Phenolindex	µg/l	< 10	DIN EN ISO 14402
Chlorid	mg/l	1,2	DIN EN ISO 10 304-1 <sup>a</sup>
Sulfat	mg/l	27,2	DIN EN ISO 10 304-1 <sup>a</sup>
Cyanid gesamt	mg/l	< 0,005	DIN EN ISO 14403-2
Arsen	µg/l	< 3	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Blei	µg/l	< 3	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Cadmium	µg/l	< 0,5	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Chrom	µg/l	< 2	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Kupfer	µg/l	< 2	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Nickel	µg/l	< 2	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Quecksilber	µg/l	< 0,1	DIN EN ISO 17852 <sup>a</sup>
Zink	µg/l	4	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>



# Thüringer Umweltinstitut

Henterich GmbH & Co. KG

Trinkwasser · Wasser  
Abwasser · Klärschlamm  
Boden · Abfall · Sedimente  
Lebensmittel · Mikrobiologie

Durch die DAkkS nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2005  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für  
den in der Urkundenanlage  
D-PL-19312-02-00 aufgeführten  
Akkreditierungsumfang.



Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH & Co. KG  
OT Pferdsdorf, Kielforstweg 2 - 3, 99819 Krauthausen

Tel. 036926 71009-0  
Fax 036926 71009-9

E-Mail: [postmaster@thuinst.de](mailto:postmaster@thuinst.de)  
homepage: <http://www.thuinst.de>

## Prüfbericht

Labor-Nr.: 2017-F-1964-2-1

Nur gültig für Feststoffanalysen: Der Königswasseraufschluss zur Schwermetallbestimmung erfolgt in Bodenproben nach DIN ISO 11466<sup>a</sup> sowie in Bauschutt- und Abfallproben nach DIN EN 13657<sup>a</sup>. Die Eluatherstellung erfolgt nach DIN EN 12457-4<sup>a</sup>, bei Untersuchungen gemäß BBodSchV nach DIN 38414-S4<sup>a</sup>.

Der Prüfzeitraum entspricht dem Zeitraum zwischen dem Probeneingangsdatum und dem Datum der Erstellung des Prüfberichtes. Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich im Fall der Anlieferung auf das Probenmaterial im Lieferzustand, die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf den Prüfgegenstand. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die Angabe „< Wert“ entspricht der Bestimmungsgrenze des jeweiligen Analyseverfahrens.

<sup>a</sup> akkreditiertes Prüfverfahren; TS/TR Trockensubstanz/Trockenrückstand; OS Originalsubstanz; <sup>F</sup> Fremdvergabe; <sup>U</sup> Unterauftragvergabe  
Ohne schriftliche Genehmigung darf der Bericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Es gelten die AGB's (Stand 17.09.2013; [www.thuinst.de](http://www.thuinst.de)), sofern nicht andere Regelungen vereinbart wurden. Das Thüringer Umweltinstitut übernimmt für zitierte Grenzwerte keine Gewähr.

Archivierung: Bericht

Ariffadhillah  
Laborleitung



Untersuchungsumfang		Z1	Z1.2	Z2	FW01	FW02	FW03
TR Boden (Tab: II.1.2-4-5)		Kriterien					
<b>Feststoffkriterien</b>							
PCB (Summe)	mg/kg TS	0,15	0,15	0,5	<0,004	<0,004	<0,004
BTEX (Summe)	mg/kg TS	1	1	1	<0,02	<0,02	<0,02
LHKW (Summe)	mg/kg TS	1	1	1	<0,02	<0,02	<0,02
PAK (Summe)	mg/kg TS	3	3	30	<0,05	3,04	1,87
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,9	0,9	3	<0,05	0,28	0,18
Cyanide, ges	mg/kg TS	3	3	10	<0,5	<5	<0,5
EOX	mg/kg TS	3	3	10	<1	<1	<1
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TS	300	300	1000			
Kohlenwasserstoff C10-C22	mg/kg TS	300	300	1000	<50	<50	<50
Kohlenwasserstoff C10-C40	mg/kg TS	600	600	2000	<50	<50	<50
Arsen	mg/kg TS	45	45	150	15,3	14,6	10,7
Blei	mg/kg TS	210	210	700	19,3	81,7	22,5
Cadmium	mg/kg TS	3	3	10	<0,2	0,47	<0,2
Chrom (ges)	mg/kg TS	180	180	600	67,1	46,7	54,4
Kupfer	mg/kg TS	120	120	400	27,9	258	32,8
Nickel	mg/kg TS	150	150	500	47,5	31,2	41,2
Quecksilber	mg/kg TS	1,5	1,5	5	0,06	0,14	0,08
Zink	mg/kg TS	450	450	1500	62,5	252	64,7
Thallium	mg/kg TS	2,1	2,1	7	<0,4	<0,4	<0,4
TOC	M%	1,5	1,5	5	0,65	0,59	0,8
<b>Eluatkriterien</b>							
pH-Wert	-	6,5..9,5	6..12	5,5..12	7,64	9,4	7,94
Leitfähigkeit	µS/cm	250	1500	2000	117	2270	348
Phenol-Index	µg/l	20	40	100	<10	<10	<10
Chlorid	mg/l	30	50	100	3,6	<2	1,2
Sulfat	mg/l	20	50	200	22	1470	133
Cyanid, gesamt	µg/l	5	10	20	<5	<5	<5
Arsen	µg/l	14	20	60	<3	6	3
Blei	µg/l	40	80	200	<3	<3	<3
Cadmium	µg/l	1,5	3	6	<0,5	<0,5	<0,5
Chrom (ges.)	µg/l	12,5	25	60	<2	6	<2
Kupfer	µg/l	20	60	100	3	14	5
Nickel	µg/l	15	20	70	<2	<2	<2
Quecksilber	µg/l	<0,5	1	2	<0,1	<0,1	<0,1
Zink	µg/l	150	200	600	3	3	5
Datum der Entnahme:					05.05.17	05.05.17	05.05.17
Probennehmer:					IHU GmbH	IHU GmbH	IHU GmbH
Material:					Boden	Boden	Boden
Labor:					ThUI	ThUI	ThUI
Analysedatum:					12.05.17	12.05.17	12.05.17
Labornummer:					017-F-2076-1-1	017-F-2076-2-1	017-F-2076-3-1
Prüfstelle:					MP 1 aus RKS 3&4	MP 2 aus RKS 1&2	MP 3 aus RKS 12&16
<b>Bemerkung:</b>							
<b>Einstufung der Probe für alle Parameter:</b>		Z1.2	> Z2	Z2			

*W/f. 2270*

*Sulfat: 1470*



# Thüringer Umweltinstitut

Henterich GmbH & Co. KG

Trinkwasser · Wasser  
Abwasser · Klärschlamm  
Boden · Abfall · Sedimente  
Lebensmittel · Mikrobiologie

Durch die DAkkS nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2005  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für  
den in der Urkundenanlage  
D-PL-19312-02-00 aufgeführten  
Akkreditierungsumfang.



Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH & Co. KG  
OT Pferdsdorf, Kielforstweg 2 - 3, 99819 Krauthausen

Tel. 036926 71009-0  
Fax 036926 71009-9

E-Mail: [postmaster@thuinst.de](mailto:postmaster@thuinst.de)  
homepage: <http://www.thuinst.de>

## Prüfbericht

Labor-Nr.: 2017-F-2076-1-1

**Auftraggeber:** IHU Nordhausen GmbH  
Am Sportplatz 1  
99734 Nordhausen

**Entnahmestelle:** MP 1 aus RKS 3 & 4  
**Probenehmer:** siehe Auftraggeber  
**Probenahmedatum:** 05.05.2017  
**Probeneingangsdatum:** 12.05.2017  
**Analysenbeginn:** 12.05.2017  
**Prüfgegenstand:** Boden  
**Prüfziel:** Laga-Boden / Tabelle II 1.2.-2 bis 1.2.-5

Parameter	Dimension	Messergebnis	Analyseverfahren
<b>Feststoffkriterien</b>			
Trockensubstanzgehalt	Masse %	94,5	DIN EN 14346 <sup>a</sup>
TOC	Masse % d.TS	0,65	DIN EN 13 137 <sup>a</sup>
Cyanid gesamt	mg/kg TS	< 0,50	DIN ISO 17380
EOX	mg/kg TS	< 1,0	DIN 38 414 - S17 <sup>a</sup>
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	< 50	DIN EN 14039 <sup>a</sup>
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	< 50	DIN EN 14039 <sup>a</sup>
Arsen	mg/kg TS	15,3	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Blei	mg/kg TS	19,3	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Cadmium	mg/kg TS	< 0,20	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Chrom	mg/kg TS	67,1	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Kupfer	mg/kg TS	27,9	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Nickel	mg/kg TS	47,5	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Quecksilber	mg/kg TS	0,06	DIN EN ISO 17852 <sup>a</sup>
Zink	mg/kg TS	62,5	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Thallium	mg/kg TS	< 0,40	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
<b>PAK</b>			
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Acenaphtylen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Acenaphten	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Fluoren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Phenanthren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Chrysen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>

Pferdsdorf, 19.05.2017

Seite 1 von 3

persönlich haftender Gesellschafter:  
Henterich GmbH  
HRB 405.890 / HRA 401.309

Geschäftsführer:  
Dipl. Wirtsch. Ing. (FH) Daniel Tischer

Steuer-Nr.: 155/155/34803



# Thüringer Umweltinstitut

Henterich GmbH & Co. KG

Trinkwasser · Wasser  
Abwasser · Klärschlamm  
Boden · Abfall · Sedimente  
Lebensmittel · Mikrobiologie

Durch die DAkkS nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2005  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für  
den in der Urkundenanlage  
D-PL-19312-02-00 aufgeführten  
Akkreditierungsumfang.



Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH & Co. KG  
OT Pferdsdorf, Kielforstweg 2 - 3, 99819 Krauthausen

Tel. 036926 71009-0  
Fax 036926 71009-9

E-Mail: [postmaster@thuinst.de](mailto:postmaster@thuinst.de)  
homepage: <http://www.thuinst.de>

## Prüfbericht

Labor-Nr.: 2017-F-2076-1-1

<b>LHKW</b>			
1,2 Dichlorethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUg <sup>a</sup>
Dichlormethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUg <sup>a</sup>
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUg <sup>a</sup>
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUg <sup>a</sup>
Trichlormethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUg <sup>a</sup>
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUg <sup>a</sup>
Tetrachlormethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUg <sup>a</sup>
Trichlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUg <sup>a</sup>
Tetrachlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUg <sup>a</sup>
<b>BTEX</b>			
Benzol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUg <sup>a</sup>
Toluol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUg <sup>a</sup>
Ethylbenzol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUg <sup>a</sup>
m-, p- Xylol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUg <sup>a</sup>
o- Xylol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUg <sup>a</sup>
<b>PCB</b>			
PCB Nr.118	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.28	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.52	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.101	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.138	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.153	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.180	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
<b>Eluatkriterien</b>			
pH-Wert		7,64	DIN 38 404 - C5 <sup>a</sup>
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	117	DIN EN 27888 <sup>a</sup>
Phenolindex	µg/l	< 10	DIN EN ISO 14402
Chlorid	mg/l	3,6	DIN EN ISO 10 304-1 <sup>a</sup>
Sulfat	mg/l	22,0	DIN EN ISO 10 304-1 <sup>a</sup>
Cyanid gesamt	mg/l	< 0,005	DIN EN ISO 14403-2
Arsen	µg/l	< 3	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Blei	µg/l	< 3	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Cadmium	µg/l	< 0,5	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Chrom	µg/l	< 2	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Kupfer	µg/l	3	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Nickel	µg/l	< 2	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Quecksilber	µg/l	< 0,1	DIN EN ISO 17852 <sup>a</sup>
Zink	µg/l	3	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>



# Thüringer Umweltinstitut

Henterich GmbH & Co. KG

Trinkwasser · Wasser  
Abwasser · Klärschlamm  
Boden · Abfall · Sedimente  
Lebensmittel · Mikrobiologie

Durch die DAkkS nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2005  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für  
den in der Urkundenanlage  
D-PL-19312-02-00 aufgeführten  
Akkreditierungsumfang



Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH & Co. KG  
OT Pferdsdorf, Kielforstweg 2 - 3, 99819 Krauthausen

Tel. 036926 71009-0  
Fax 036926 71009-9

E-Mail: [postmaster@thuinst.de](mailto:postmaster@thuinst.de)  
homepage: <http://www.thuinst.de>

## Prüfbericht

Labor-Nr.: 2017-F-2076-1-1

Nur gültig für Feststoffanalysen: Der Königswasseraufschluss zur Schwermetallbestimmung erfolgt in Bodenproben nach DIN ISO 11466<sup>8</sup> sowie in Bauschutt- und Abfallproben nach DIN EN 13657<sup>9</sup>. Die Eluatherstellung erfolgt nach DIN EN 12457-4<sup>9</sup>, bei Untersuchungen gemäß BBodSchV nach DIN 38414-S4<sup>9</sup>.

Der Prüfzeitraum entspricht dem Zeitraum zwischen dem Probeneingangsdatum und dem Datum der Erstellung des Prüfberichtes. Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich im Fall der Anlieferung auf das Probenmaterial im Lieferzustand, die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf den Prüfgegenstand. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die Angabe „< Wert“ entspricht der Bestimmungsgrenze des jeweiligen Analyseverfahrens.

<sup>8</sup> akkreditiertes Prüfverfahren; TS/TR Trockensubstanz/Trockenrückstand; OS Originalsubstanz; <sup>F</sup> Fremdvergabe; <sup>U</sup> Unterauftragvergabe

Ohne schriftliche Genehmigung darf der Bericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Es gelten die AGB's (Stand 17.09.2013; [www.thuinst.de](http://www.thuinst.de)), sofern nicht andere Regelungen vereinbart wurden. Das Thüringer Umweltinstitut übernimmt für zitierte Grenzwerte keine Gewähr.

Archivierung: Bericht

D. Weggen  
Laborleitung



# Thüringer Umweltinstitut

Henterich GmbH & Co. KG

Trinkwasser · Wasser  
Abwasser · Klärschlamm  
Boden · Abfall · Sedimente  
Lebensmittel · Mikrobiologie

Durch die DAkkS nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2005  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für  
den in der Urkundenanlage  
D-PL-19312-02-00 aufgeführten  
Akkreditierungsumfang.



Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH & Co. KG  
OT Pferdsdorf, Kielforstweg 2 - 3, 99819 Krauthausen

Tel. 036926 71009-0  
Fax 036926 71009-9

E-Mail: [postmaster@thuinst.de](mailto:postmaster@thuinst.de)  
homepage: <http://www.thuinst.de>

## Prüfbericht

Labor-Nr.: 2017-F-2076-2-1

**Auftraggeber:** IHU Nordhausen GmbH  
Am Sportplatz 1  
99734 Nordhausen

**Entnahmestelle:** MP 2 aus RKS 1 & 2  
**Probenehmer:** siehe Auftraggeber  
**Probenahmedatum:** 05.05.2017  
**Probeneingangsdatum:** 12.05.2017  
**Analysenbeginn:** 12.05.2017  
**Prüfgegenstand:** Boden  
**Prüfziel:** Laga-Boden / Tabelle II 1.2.-2 bis 1.2.-5

Parameter	Dimension	Messergebnis	Analyseverfahren
<b>Feststoffkriterien</b>			
Trockensubstanzgehalt	Masse %	92,8	DIN EN 14346 <sup>a</sup>
TOC	Masse % d.TS	0,59	DIN EN 13 137 <sup>a</sup>
Cyanid gesamt	mg/kg TS	< 0,50	DIN ISO 17380
EOX	mg/kg TS	< 1,0	DIN 38 414 - S17 <sup>a</sup>
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	< 50	DIN EN 14039 <sup>a</sup>
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	< 50	DIN EN 14039 <sup>a</sup>
Arsen	mg/kg TS	14,6	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Blei	mg/kg TS	81,7	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Cadmium	mg/kg TS	0,47	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Chrom	mg/kg TS	46,7	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Kupfer	mg/kg TS	258	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Nickel	mg/kg TS	31,2	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Quecksilber	mg/kg TS	0,14	DIN EN ISO 17852 <sup>a</sup>
Zink	mg/kg TS	252	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Thallium	mg/kg TS	< 0,40	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
<b>PAK</b>			
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Acenaphtylen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Acenaphten	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Fluoren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Phenanthren	mg/kg TS	0,37	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Anthracen	mg/kg TS	0,07	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Fluoranthren	mg/kg TS	0,62	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Pyren	mg/kg TS	0,57	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,19	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Chrysen	mg/kg TS	0,24	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,24	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,11	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,28	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TS	0,18	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,17	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Summe PAK	mg/kg TS	3,04	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>

Pferdsdorf, 19.05.2017

Seite 1 von 3

persönlich haftender Gesellschafter:  
Henterich GmbH  
HRB 405 890 / HRA 401 309

Geschäftsführer:  
Dipl. Wirtsch. Ing. (FH) Daniel Tischer

Steuer-Nr.: 155/155/34803



# Thüringer Umweltinstitut

Henterich GmbH & Co. KG

Trinkwasser · Wasser  
Abwasser · Klärschlamm  
Boden · Abfall · Sedimente  
Lebensmittel · Mikrobiologie

Durch die DAkkS nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2005  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für  
den in der Urkundenanlage  
D-PL-19312-02-00 aufgeführten  
Akkreditierungsumfang.



Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH & Co. KG  
OT Pferdsdorf, Kieflorstweg 2 - 3, 99819 Krauthausen

Tel. 036926 71009-0  
Fax 036926 71009-9

E-Mail: [postmaster@thuinst.de](mailto:postmaster@thuinst.de)  
homepage: <http://www.thuinst.de>

## Prüfbericht

Labor-Nr.: 2017-F-2076-2-1

<b>LHKW</b>			
1,2 Dichlorethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
Dichlormethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
Trichlormethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
Tetrachlormethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
Trichlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
Tetrachlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
<b>BTEX</b>			
Benzol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUG <sup>a</sup>
Toluol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUG <sup>a</sup>
Ethylbenzol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUG <sup>a</sup>
m-, p- Xylol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUG <sup>a</sup>
o- Xylol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUG <sup>a</sup>
<b>PCB</b>			
PCB Nr.118	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.28	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.52	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.101	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.138	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.153	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.180	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
<b>Eluatkriterien</b>			
pH-Wert		9,40	DIN 38 404 - C5 <sup>a</sup>
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	2270	DIN EN 27888 <sup>a</sup>
Phenolindex	µg/l	< 10	DIN EN ISO 14402
Chlorid	mg/l	< 2,0	DIN EN ISO 10 304-1 <sup>a</sup>
Sulfat	mg/l	1470	DIN EN ISO 10 304-1 <sup>a</sup>
Cyanid gesamt	mg/l	< 0,005	DIN EN ISO 14403-2
Arsen	µg/l	6	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Blei	µg/l	< 3	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Cadmium	µg/l	< 0,5	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Chrom	µg/l	6	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Kupfer	µg/l	14	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Nickel	µg/l	< 2	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Quecksilber	µg/l	< 0,1	DIN EN ISO 17852 <sup>a</sup>
Zink	µg/l	3	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>



# Thüringer Umweltinstitut

Henterich GmbH & Co. KG

Trinkwasser · Wasser  
Abwasser · Klärschlamm  
Boden · Abfall · Sedimente  
Lebensmittel · Mikrobiologie

Durch die DAkkS nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2005  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für  
den in der Urkundenanlage  
D-PL-19312-02-00 aufgeführten  
Akkreditierungsumfang.



Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH & Co. KG  
OT Pferdsdorf, Kiefelorstweg 2 - 3, 99819 Krauthausen

Tel. 036926 71009-0  
Fax 036926 71009-9

E-Mail: [postmaster@thuinst.de](mailto:postmaster@thuinst.de)  
homepage: <http://www.thuinst.de>

## Prüfbericht

Labor-Nr.: 2017-F-2076-2-1

Nur gültig für Feststoffanalysen: Der Königswasseraufschluss zur Schwermetallbestimmung erfolgt in Bodenproben nach DIN ISO 11466<sup>9</sup> sowie in Bauschutt- und Abfallproben nach DIN EN 13657<sup>9</sup>. Die Eluatherstellung erfolgt nach DIN EN 12457-4<sup>9</sup>, bei Untersuchungen gemäß BBodSchV nach DIN 38414-S4<sup>9</sup>.

Der Prüfzeitraum entspricht dem Zeitraum zwischen dem Probeneingangsdatum und dem Datum der Erstellung des Prüfberichtes. Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich im Fall der Anlieferung auf das Probenmaterial im Lieferzustand, die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf den Prüfgegenstand. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die Angabe „< Wert“ entspricht der Bestimmungsgrenze des jeweiligen Analyseverfahrens.

<sup>9</sup> akkreditiertes Prüfverfahren; TS/TR Trockensubstanz/Trockenrückstand; OS Originalsubstanz; <sup>F</sup> Fremdvergabe; <sup>U</sup> Unterauftragvergabe  
Ohne schriftliche Genehmigung darf der Bericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Es gelten die AGB's (Stand 17.09.2013; [www.thuinst.de](http://www.thuinst.de)), sofern nicht andere Regelungen vereinbart wurden. Das Thüringer Umweltinstitut übernimmt für zitierte Grenzwerte keine Gewähr.  
Archivierung: Bericht

D. Weggen  
Laborleitung



# Thüringer Umweltinstitut

Henterich GmbH & Co. KG

Trinkwasser · Wasser  
Abwasser · Klärschlamm  
Boden · Abfall · Sedimente  
Lebensmittel · Mikrobiologie

Durch die DAkkS nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2005  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für  
den in der Urkundenanlage  
D-PL-19312-02-00 aufgeführten  
Akkreditierungsumfang.



Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH & Co. KG  
OT Pferdsdorf, Klieforstweg 2 - 3, 99819 Krauthausen

Tel. 036926 71009-0  
Fax 036926 71009-9

E-Mail: [postmaster@thuinst.de](mailto:postmaster@thuinst.de)  
homepage: <http://www.thuinst.de>

## Prüfbericht

Labor-Nr.: 2017-F-2076-3-1

**Auftraggeber:** IHU Nordhausen GmbH  
Am Sportplatz 1  
99734 Nordhausen

**Entnahmestelle:** MP 3 aus RKS 12 & 16  
**Probennehmer:** siehe Auftraggeber  
**Probenahmedatum:** 05.05.2017  
**Probeneingangsdatum:** 12.05.2017  
**Analysenbeginn:** 12.05.2017  
**Prüfgegenstand:** Boden  
**Prüfziel:** Laga-Boden / Tabelle II 1.2.-2 bis 1.2.-5

Parameter	Dimension	Messergebnis	Analyseverfahren
<b>Feststoffkriterien</b>			
Trockensubstanzgehalt	Masse %	92,9	DIN EN 14346 <sup>a</sup>
TOC	Masse % d.TS	0,80	DIN EN 13 137 <sup>a</sup>
Cyanid gesamt	mg/kg TS	< 0,50	DIN ISO 17380
EOX	mg/kg TS	< 1,0	DIN 38 414 - S17 <sup>a</sup>
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	< 50	DIN EN 14039 <sup>a</sup>
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	< 50	DIN EN 14039 <sup>a</sup>
Arsen	mg/kg TS	10,7	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Blei	mg/kg TS	22,5	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Cadmium	mg/kg TS	< 0,20	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Chrom	mg/kg TS	54,4	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Kupfer	mg/kg TS	32,8	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Nickel	mg/kg TS	41,2	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Quecksilber	mg/kg TS	0,08	DIN EN ISO 17852 <sup>a</sup>
Zink	mg/kg TS	64,7	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Thallium	mg/kg TS	< 0,40	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
<b>PAK</b>			
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Acenaphtylen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Acenaphten	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Fluoren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Phenanthren	mg/kg TS	0,29	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Fluoranthren	mg/kg TS	0,37	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Pyren	mg/kg TS	0,35	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,11	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Chrysen	mg/kg TS	0,16	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,15	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,18	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Summe PAK	mg/kg TS	1,87	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>

Pferdsdorf, 19.05.2017

Seite 1 von 3

persönlich haltender Gesellschafter:  
Henterich GmbH  
HRB 405.990 / HRA 401.309

Geschäftsführer:  
Dipl. Wirtsch. Ing. (FH) Daniel Tischer

Steuer-Nr.: 155/155/34803





# Thüringer Umweltinstitut

Henterich GmbH & Co. KG

Trinkwasser · Wasser  
Abwasser · Klärschlamm  
Boden · Abfall · Sedimente  
Lebensmittel · Mikrobiologie

Durch die DAkkS nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2005  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für  
den in der Urkundenanlage  
D-PL-19312-02-00 aufgeführten  
Akkreditierungsumfang.



Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH & Co. KG  
OT Pferdsdorf, Kieforstweg 2 - 3, 99819 Krauthausen

Tel. 036926 71009-0  
Fax 036926 71009-9

E-Mail: [postmaster@thuinst.de](mailto:postmaster@thuinst.de)  
homepage: <http://www.thuinst.de>

## Prüfbericht

Labor-Nr.: 2017-F-2076-3-1

### LHKW

1,2 Dichlorethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
Dichlormethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
Trichlormethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
Tetrachlormethan	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
Trichlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>
Tetrachlorethen	mg/kg TS	< 0,02	DIN EN ISO 10301 / HLUG <sup>a</sup>

### BTEX

Benzol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUG <sup>a</sup>
Toluol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUG <sup>a</sup>
Ethylbenzol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUG <sup>a</sup>
m-, p- Xylol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUG <sup>a</sup>
o- Xylol	mg/kg TS	< 0,02	DIN 38 407-F9/ HLUG <sup>a</sup>

### PCB

PCB Nr.118	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.28	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.52	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.101	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.138	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.153	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>
PCB Nr.180	mg/kg TS	< 0,004	DIN EN 15308 <sup>a</sup>

### Eluatkriterien

pH-Wert		7,94	DIN 38 404 - C5 <sup>a</sup>
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	348	DIN EN 27888 <sup>a</sup>
Phenolindex	µg/l	< 10	DIN EN ISO 14402
Chlorid	mg/l	1,2	DIN EN ISO 10 304-1 <sup>a</sup>
Sulfat	mg/l	133	DIN EN ISO 10 304-1 <sup>a</sup>
Cyanid gesamt	mg/l	< 0,005	DIN EN ISO 14403-2
Arsen	µg/l	3	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Blei	µg/l	< 3	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Cadmium	µg/l	< 0,5	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Chrom	µg/l	< 2	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Kupfer	µg/l	5	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Nickel	µg/l	< 2	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Quecksilber	µg/l	< 0,1	DIN EN ISO 17852 <sup>a</sup>
Zink	µg/l	5	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>



# Thüringer Umweltinstitut

Henterich GmbH & Co. KG

Trinkwasser · Wasser  
Abwasser · Klärschlamm  
Boden · Abfall · Sedimente  
Lebensmittel · Mikrobiologie

Durch die DAkkS nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2005  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für  
den in der Urkundenanlage  
D-PL-19312-02-00 aufgeführten  
Akkreditierungsumfang.



Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH & Co. KG  
OT Pferdsdorf, Kieforstweg 2 - 3, 99819 Krauthausen

Tel. 036926 71009-0  
Fax 036926 71009-9

E-Mail: [postmaster@thuinst.de](mailto:postmaster@thuinst.de)  
homepage: <http://www.thuinst.de>

## Prüfbericht

Labor-Nr.: 2017-F-2076-3-1

Nur gültig für Feststoffanalysen: Der Königswasseraufschluss zur Schwermetallbestimmung erfolgt in Bodenproben nach DIN ISO 11466<sup>9</sup> sowie in Bauschutt- und Abfallproben nach DIN EN 13657<sup>9</sup>. Die Eluatherstellung erfolgt nach DIN EN 12457-4<sup>9</sup>, bei Untersuchungen gemäß BBodSchV nach DIN 38414-S4<sup>9</sup>.

Der Prüfzeitraum entspricht dem Zeitraum zwischen dem Probeneingangsdatum und dem Datum der Erstellung des Prüfberichtes. Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich im Fall der Anlieferung auf das Probenmaterial im Lieferzustand, die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf den Prüfgegenstand. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die Angabe „< Wert“ entspricht der Bestimmungsgrenze des jeweiligen Analyseverfahrens.

<sup>9</sup> akkreditiertes Prüfverfahren; TS/TR Trockensubstanz/Trockenrückstand; OS Originalsubstanz; <sup>F</sup> Fremdvergabe; <sup>U</sup> Unterauftragvergabe  
Ohne schriftliche Genehmigung darf der Bericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Es gelten die AGB's (Stand 17.09.2013; [www.thuinst.de](http://www.thuinst.de)), sofern nicht andere Regelungen vereinbart wurden. Das Thüringer Umweltinstitut übernimmt für zitierte Grenzwerte keine Gewähr.  
Archivierung: Bericht

D. Weggen  
Laborleitung

### **Auszug aus dem Bericht der Baugrunderkundung / Gründungsberatung**

Der vorliegende Auszug aus dem geotechnischen Bericht zum Projekt „Neubau Berufsfeuerwehr, Zorghstraße, Nordhausen“ wird den Bietern zur Kenntnis gegeben. Der Bericht wurde 2012 erarbeitet und 2017 durch eine veränderte Aufgabenstellung ergänzt.

Die für den geplanten Standort der Lagerhalle relevanten Aufschlüsse sind in dem Auszug abgedruckt.



<b>Büro Nordhausen</b> Am Sportplatz 1 D-99 734 Nordhausen Telefon: (03631) 8906- 0 Telefax: (03631) 890629	<b>Niederlassung Halle-Merseburg</b> Passendorfer Weg 1 D-06 128 Halle/Saale Telefon: (03 45) 52088-0 Telefax: (0345) 5208821	<b>Büro Bad Salungen</b> Andreasstraße 11 D-36 433 Bad Salungen Telefon: (03695) 85720 Telefax: (03695) 857220	<b>e-mail:</b> <a href="mailto:geotechnik@ihu-gmbh.com">geotechnik@ihu-gmbh.com</a>  <b>internet:</b> <a href="http://www.ihu-gmbh.com">http://www.ihu-gmbh.com</a>  <b>zertifiziert nach EN ISO 9001</b> <b>Reg.-Nr.:</b> <b>CERT-08816-2000 AG ESN-TGA</b>
---	---	--	--

**Baugrunderkundung und Gründungsberatung  
nach DIN EN 1997 und DIN 4020  
Ergänzende Baugrunduntersuchungen/Altlastenbewertung**

**Neubau Berufsfeuerwehr  
Zorgestraße, Nordhausen**

<b>IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH</b>			
<b>Beratung • Planung • Projektsteuerung • Gutachten • Forschung</b>			
<b>Büro Nordhausen</b> Am Sportplatz 1 D-99 734 Nordhausen Telefon: (03631) 8906- 0 Telefax: (03631) 8906-29	<b>Niederlassung Halle-Merseburg</b> Passendorfer Weg 1 D-06 128 Halle/Saale Telefon: (03 45) 52088-0 Telefax: (0345) 52088-21	<b>Büro Bad Salzungen</b> Andreasstraße 11 D-36 433 Bad Salzungen Telefon: (03695) 85720 Telefax: (03695) 857220	<b>e-mail:</b> geotechnik@ihu-gmbh.com  <b>internet:</b> http://www.ihu-gmbh.com  <b>zertifiziert nach EN ISO 9001</b> <b>Reg.-Nr.:</b> <b>CERT-113601-2012 AQ GE-TGA</b>
<b>Baugrunderkundung und Gründungsberatung</b> <b>Ergänzende Baugrunduntersuchungen/Altlastenbewertungen</b>  <b>Neubau Berufsfeuerwehr, Zorgestraße, Nordhausen</b>			
<b>Land:</b>	Thüringen		
<b>Landkreis:</b>	Nordhausen		
<b>Projekt/Vorhaben (Kurztitel):</b>	BV Berufsfeuerwehr Nordhausen, Ergänzung 2017		
<b>Projektnummer:</b>	176 117		
<b>Projektart:</b>	Baugrunduntersuchungen und Baugrundbegutachtungen		
<b>Projektbearbeiter:</b>	Dipl.-Geol. G. Witte Techniker: J. Wagner, M. Lochner Laborant: F. Werkmeister CAD-Zeichnerin: S. Ehrhardt		
<b>IHU-Projektleiter:</b>	Dipl.-Ing. K. Rose		
<b>Auftraggeber:</b>	<b>SWG Städtische Wohnungsbaugesellschaft mbH</b> <b>Geseniusstraße 3</b> <b>99734 Nordhausen</b>		
<b>Ansprechpartner:</b>	Herr Spannhaus Tel.: 03631 / 920463 e-Mail: peter.spannhaus@swg-nordhausen.de		
<b>IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH</b>			
 Rose Prokurist			
Nordhausen am Harz, den 29.05.2017			
Verteiler: 2 x SWG GmbH Nordhausen, 1 x IHU GmbH Nordhausen			

Inhaltsverzeichnis	Seite
<b>1 Allgemeines</b> .....	4
1.1 <i>Veranlassung</i> .....	4
1.2 <i>Bearbeitungsgrundlagen</i> .....	4
1.3 <i>Zusammenfassende Angaben</i> .....	4
<b>2 Standortbeschreibung</b> .....	5
<b>3 Untersuchungen</b> .....	5
3.1 <i>Baugrundaufschlüsse</i> .....	5
3.2 <i>Laboruntersuchungen</i> .....	6
<b>4 Ergebnisse der Untersuchungen</b> .....	6
4.1 <i>Baugrundsichtung</i> .....	6
4.2 <i>Klassifizierung und Eigenschaften der Bodenschichten</i> .....	6
4.3 <i>Lösbarkeit der Bodenschichten</i> .....	9
4.4 <i>Erdstatische Kennwerte</i> .....	10
4.5 <i>Hydrologie und Grundwasserverhältnisse</i> .....	10
<b>6 Gründungsempfehlungen für das Feuerwehrgebäude</b> .....	11
6.1 <i>Allgemeine Baugrundbeurteilung</i> .....	11
6.2 <i>Gründungsempfehlungen</i> .....	12
6.3 <i>Bautechnische Hinweise</i> .....	15
<b>7 Empfehlungen zum Bau der Verkehrsflächen</b> .....	15
<b>8 Schlussbemerkungen</b> .....	16

## Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Lageplan der Baugrundaufschlüsse
- Anlage 2: Aufschlussdokumentation
- Anlage 3: Bodenmechanische Laboruntersuchungen
- Anlage 4: Ingenieurgeologische Profilschnitte
- Anlage 5: Fundamentdiagramme nach DIN 4017 / 4019
- Anlage 6: Beseitigung unbelasteter Niederschlagswässer
- Anlage 7: Informationen zu möglichen Altlasten
- Anlage 8: Informationen zu Hochwasserständen der Zorge

## **1 Allgemeines**

### **1.1 Veranlassung**

Die SWG Städtische Wohnungsbaugesellschaft mbH Nordhausen beabsichtigt den Neubau der Berufsfeuerwehr an der Zorgestraße in Nordhausen. Für dieses Bauvorhaben wurde bereits im Jahre 2011 ein Baugrundgutachten [U 3] durch die IHU GmbH erstellt. Nach geänderter Planung ist eine veränderte Gebäudeanordnung und eine Verlegung des Standortes um einige Zehner-Meter nach Süden vorgesehen.

Die IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH Nordhausen wurde am 28.04.2017 von der SWG Städtischen Wohnungsbaugesellschaft mbH Nordhausen beauftragt, in Anpassung an die geänderte Planung ergänzende Baugrunduntersuchungen und -begutachtungen durchzuführen.

### **1.2 Bearbeitungsgrundlagen**

- [U 1] Angebot der IHU GmbH Nordhausen vom 26.04.2017
- [U 2] Auftrag der SWG GmbH Nordhausen vom 28.04.2017
- [U 3] Baugrundgutachten zum Neubau der Berufsfeuerwehr Nordhausen der IHU GmbH vom 19.04.2012 (Projekt-Nr. 116311)
- [U 4] Präsentationspläne zum Bauvorhaben
- [U 5] statische Angaben (Bauwerkslasten) zum Bauvorhaben
- [U 6] Schichtenverzeichnisse der Rammkernsondierungen
- [U 7] Rammprotokolle der Schweren Rammsondierungen
- [U 8] Analysenprotokolle des Thüringer Umweltinstituts Henterich GmbH & Co. KG Krauthausen

### **1.3 Zusammenfassende Angaben**

- Bauvorhaben:           Neubau Berufsfeuerwehr Nordhausen
- Aufschlussarbeiten: 2017:  
                          17 Rammkernsondierungen mit Entnahme von Bodenproben und  
                          5 Schwere Rammsondierungen, durchgeführt von der IHU GmbH  
                          Nordhausen
- Probenahmezeit:       04.05 – 08.05.2017
- Probematerial:         Auffüllungen, feinkörnige und gemischtkörnige Böden
- Entnahmestellen:      lt. Anlage 1
- geprüft durch:        Baugrundlabor der IHU GmbH Nordhausen (Bodenmechanik)

Thüringer Umweltinstituts Henterich GmbH & Co. KG Krauthausen  
(chemische Bodenanalytik)

bewertet nach: DIN EN ISO 14688, DIN 18123, DIN 18130, DIN 18196, DIN 18300,  
DIN EN ISO 22476-2, ZTVE-StB, ZTVA-StB und EAU

## 2 Standortbeschreibung

Der geplante Baubereich war früher mehrfach bebaut unter anderem mit unterkellerten Wohnblöcken, gewerblich genutzten Gebäuden und einer Tankstelle. Diese ehemalige u. a. aus historischen Karten entnommene Bebauung ist im Lageplan der Anlage 1 eingetragen.

Die derzeitig vorhandene Grundstücksbebauung besteht aus mehrgeschossigen Gebäuden im östlichen Randbereich des Grundstücks. Die übrige Untersuchungsfläche ist überwiegend mit Wiese mit einzelner Gehölzvegetation bestanden. Die angrenzende Zorgestraße ist mit einer Betondeckschicht befestigt.

## 3 Untersuchungen

### 3.1 Baugrundaufschlüsse

Zur Untersuchung des Baugrundes wurden in den Jahren 2012 und 2017 folgende Baugrundaufschlüsse durchgeführt:

#### Im Jahre 2012 durchgeführte Untersuchungen [U 3]:

- 6 Rammkernsondierungen mit Entnahme von Bodenproben bis in eine Tiefen von 5,0 m (Bohrdurchmesser 35 bis 50 mm, RKS 1/12 – 6/12)
- 6 Schwere Rammsondierungen zur Feststellung der Lagerungsdichte bzw. Ableitung der Konsistenz bis in Tiefen von 5,0 m (DPH 1/12 – 6/12)

#### Ergänzende Untersuchungen des Jahres 2017:

- 17 Rammkernsondierungen mit Entnahme von Bodenproben bis in Tiefen von 1,8 – 6 m (Bohrdurchmesser 35 bis 50 mm, RKS 1/17 – 17/17)
- 5 Schwere Rammsondierungen zur Feststellung der Lagerungsdichte bzw. Ableitung der Konsistenz bis in Tiefen von 4,9 – 7,0 m (DPH 1/17 – 5/17)

Die Lage der Baugrundaufschlüsse ist im Aufschlussplan der Anlage 1 dargestellt.



### **3.2 Laboruntersuchungen**

Im Jahr 2012 wurden folgende bodenmechanische Untersuchungen [U 3] durchgeführt:

- 3 Korngrößenanalysen mittels Sieb- und Schlämmanalysen nach DIN 18123

Folgende Altlastenanalysen erfolgten in den Jahren 2012 [U 3] und 2017 im Labor des Thüringer Umweltinstituts Henterich GmbH & Co. KG Krauthausen:

- 3 Analysen von Bodenmischproben nach LAGA M 20 Boden

Die Laborprüfberichte sind in den Anlagen 3 und 7 enthalten.

## **4 Ergebnisse der Untersuchungen**

### **4.1 Baugrundsichtung**

Die Erkundungsergebnisse werden in der Aufschlussdokumentation der Anlage 2 als Schichtenverzeichnisse, Bohrprofile, Rammdiagramme und in Anlage 4 als ingenieurgeologische Profilschnitte dargestellt.

Die in den Jahren 2012 [U 3] und 2017 erkundeten Böden lassen sich in folgendem Schichtenaufbau definieren:

- Schicht 1: Auffüllungen,  
aufgefüllter Mutterboden (Schicht 1.1) über aufgefüllte bindige (Schicht 1.2) und nichtbindige Böden (Schicht 1.3) mit Bauschutt,  
in einer Gesamtmächtigkeit von 1,8 – 3,9 m angetroffen
- Schicht 2: Auelehm,  
oberste Schicht am Baustandort größtenteils abgetragen oder umgelagert, tiefere Schichten als Zwischenmittel im Flussskies
- Schicht 3: Flussskies,  
Hauptbestandteil des gewachsenen Untergrundes unterhalb der Auffüllungen

### **4.2 Klassifizierung und Eigenschaften der Bodenschichten**

Die erkundeten Bodenschichten werden im Folgenden anhand der Untersuchungsergebnisse und der gültigen DIN-, ZTVE- und ZTVA-Normen klassifiziert und deren Eigenschaften ausgewiesen.

**Schicht 1:**

- Auffüllungen

**Schicht 1.1:**

- aufgefüllter Mutterboden  
Schluff-Ton, sandig, humos bis schwach humos / Sand, z.T. schluffig, z.T. schwach bis stark kiesig, humos bis schwach humos
- Bodengruppe nach DIN 18196: [OU], [OT], [OH]
- Bodenklasse n. DIN 18300 (2010, *alt*): Klasse 1 – Oberboden
- Homogenbereich n. DIN 18300 (2015): Homogenbereich A (Pkt. 4.3)
- Frostepfindlichkeit nach ZTVE-StB: F 2 / F 3 – gering bis sehr frostepfindlich

**Schicht 1.2:**

- aufgefüllte bindige Böden  
Ton, sandig bis stark sandig, kiesig bis schwach kiesig / Sand-Kies, schluffig bis stark schluffig / Bauschutt aus Ziegel, Gips, Beton (nur lokal vorhanden)
- Bodengruppen nach DIN 18196: [TL], [SU\*], [GU\*], A
- Konsistenz: weich, steif
- Bodenklasse n. DIN 18300 (2010, *alt*): Klasse 4 – mittelschwer lösbare Bodenart, bei Steinanteil > 30 Gew. %:  
Klasse 5 – schwer lösbarer Boden
- Homogenbereich n. DIN 18300 (2015): Homogenbereich B (Pkt. 4.3)
- Aufweichgefahr bei Wasserzutritt: groß bis mittel
- Verdichtungsfähigkeit lt. DIN 18196: mäßig [TL], mittel [SU\*], gut [GU\*]
- Frostepfindlichkeit nach ZTVE-StB: F 3 – sehr frostepfindlich
- Erosionsempfindlichkeit lt. DIN 18196: groß bis mittel
- Durchlässigkeit nach DIN 18130: durchlässig bis sehr schwach durchlässig

**Schicht 1.3:**

- aufgefüllte nichtbindige Böden  
Sand-Kies, z. T. schwach schluffig / Bauschutt u. a. aus Ziegel, Gips, Beton
- Bodengruppen nach DIN 18196: [SU], [SW], [GU]
- Lagerungsdichte: locker bis sehr locker (unverdichtet eingebrachte Auffüllungen),  
z. T. mitteldicht (verdichtet eingebrachte Auffüllungen)
- Bodenklasse n. DIN 18300 (2010, *alt*): Klasse 3 – leicht lösbare Bodenart,

	Bei Steinanteil > 30 Gew. %:
	Klasse 5 – schwer lösbare Bodenart
- Homogenbereich n. DIN 18300 (2015):	Homogenbereich B (Pkt. 4.3)
- Verdichtungsfähigkeit lt. DIN 18196:	gut
- Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB:	F 2 – gering bis mittel frostempfindlich [SU, GU] F 1 – nichtfrostempfindlich [SW]
- Erosionsempfindlichkeit lt. DIN 18196:	mittel bis gering
- Durchlässigkeit nach DIN 18130:	durchlässig bis stark durchlässig
- Durchlässigkeitsbeiwert k:	$k = 1 \cdot 10^{-5}$ bis $1 \cdot 10^{-3}$ m/s

**Schicht 2:**

• Auelehm	Ton, sandig bis stark sandig, z. T. schwach kiesig / Sand, stark schluffig, schwach kiesig
- Bodengruppe nach DIN 18196:	TL, SU*
- Konsistenz:	weich, steif
- Bodenklasse n. DIN 18300 (2010, <i>alt</i> ):	Klasse 4 – mittelschwer lösbare Bodenart
- Homogenbereich n. DIN 18300 (2015):	Homogenbereich C (Pkt. 4.3)
- Aufweichgefahr bei Wasserzutritt:	groß
- Verdichtungsfähigkeit lt. DIN 18196:	mäßig bis mittel
- Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB:	F 3 - sehr frostempfindlich
- Erosionsempfindlichkeit lt. DIN 18196:	groß
- Durchlässigkeit nach DIN 18130	schwach bis sehr schwach durchlässig
- Durchlässigkeitsbeiwert k:	$k_f \sim 1 \cdot 10^{-9}$ bis $1 \cdot 10^{-7}$ m/s

**Schicht 3:**

• Flussskies	Kies, sandig bis stark sandig, schwach schluffig
- Bodengruppe nach DIN 18196:	GU
- Lagerungsdichte:	locker, mitteldicht und dicht
- Bodenklasse n. DIN 18300 (2010, <i>alt</i> ):	Klasse 3 – leicht lösbare Bodenart
- Homogenbereich n. DIN 18300 (2015):	Homogenbereich D (Pkt. 4.3)
- Verdichtungsfähigkeit lt. DIN 18196:	gut
- Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB:	F 2 – gering bis mittel frostempfindlich
- Erosionsempfindlichkeit lt. DIN 18196:	gering bis mittel
- Durchlässigkeit nach DIN 18130:	durchlässig bis stark durchlässig
- Durchlässigkeitsbeiwert k:	$k \sim 1 \cdot 10^{-5}$ bis $1 \cdot 10^{-3}$ m/s

### 4.3 Lösbarkeit der Bodenschichten

Für das Gewerk Erdarbeiten sind die erkundeten Böden in folgende Homogenbereiche nach DIN 18300 (2015) einzuteilen:

<b>Homogenbereich A:</b>	aufgefüllter Mutterboden (Schicht 1.1)
Korngrößenverteilung:	Schluff-Ton, sandig, humos bis schwach humos / Sand, z. T. schluffig, z. T. schwach bis stark kiesig, humos bis schwach humos
Massenanteil Steine und Blöcke:	evtl. stein- oder blockgroßer Bauschutt
organischer Anteil:	~ 2 – 6 Mass. %
Bodengruppen nach DIN 18196:	[OU], [OT], [OH]

<b>Homogenbereich B:</b>	Aufgefüllte bindige und nichtbindige Böden und Bauschutt (Schichten 1.2-1.3)
Korngrößenverteilung:	Ton, sandig bis stark sandig, kiesig bis schwach kiesig / Sand-Kies, z. T. schwach bis stark schluffig
Massenanteil Steine und Blöcke:	evtl. stein- oder blockgroßer Bauschutt
unterirdische Bauwerksreste:	evtl. vorhanden
Konsistenzzahl *):	$I_c = 0,5 - 1,0$ (weich bis steif)
Lagerungsdichte:	locker bis sehr locker, z. T. mitteldicht
organischer Anteil:	~ 0 – 5 Mass. %
Bodengruppen nach DIN 18196:	[TL], [SU*], [SU], [SW], [GU*], [GU]

<b>Homogenbereich C:</b>	Auelehm (Schicht 2)
Korngrößenverteilung:	Ton, sandig bis stark sandig, z. T. schwach kiesig / Sand, stark schluffig, schwach kiesig
Konsistenzzahl *):	$I_c = 0,5 - 1,0$ (weich bis steif)
organischer Anteil:	~ 0 Mass. %
Bodengruppe nach DIN 18196:	TL, SU*

\*) Die Konsistenz kann durch Zutritt von Schichten- und Niederschlagswässern vor allem im Zuge der Bauausführung Schwankungen unterliegen.

<b>Homogenbereich E:</b>	Flusskies (Schicht 3)
Korngrößenverteilung:	Kies, sandig bis stark sandig, schwach schluffig

Massenanteil Steine und Blöcke:	geringer Steinanteil möglich (Massenanteil wegen Bohrdurchmessers < Steingröße nicht ermittelbar)
Lagerungsdichte:	locker, mitteldicht und dicht
organischer Anteil:	0 Mass. %
Bodengruppen nach DIN 18196:	GU

#### 4.4 Erdstatische Kennwerte

Auf der Grundlage der Erkundungs- und Laborergebnisse der Jahre 2012 und 2017, der DIN 1055-2 sowie den Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen EAU werden für die unterhalb des Mutterbodens erkundeten Bodenschichten folgende erdstatische Berechnungskennwerte ausgewiesen:

Tabelle 1: Erdstatische Kennwerte

	Schicht 1.2-1.3: Auffüllungen	Schicht 2: Auelehme		Schicht 3: Flussskies		
Bodengruppe	[TL, SU*, SU, SW, GU*, GU]	TL, SU*		GU		
Konsistenz / Lagerungsdichte	weich-steif / sehr locker- mitteldicht	weich	steif	locker	mittel- dicht	dicht
Wichte über Wasser $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	17 – 21	20	20,5	17	19	21
Wichte unter Wasser $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	9 – 11	10	10,5	9,5	11	12,5
Reibungswinkel $\varphi'$ [°]	27,5 – 32,5	27,5	27,5	30	32,5	35
Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0 – 2	0	2	0	0	0
Kohäsion, undrainiert $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0 – 15	0	15	0	0	0
Steifemodul $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	3 – 50	3	6	30	60	80

#### 4.5 Hydrologie und Grundwasserverhältnisse

Während der Erkundungen am 04.05. – 08.05.2017 wurde in den 8m-tiefen Bohrungen RKS 5/17, 14/17 und 16/17 der **Grundwasserspiegel** bei 6,3 – 7,0 m unter GOK eingemessen.

Der Grundwasserspiegel unterliegt jahreszeitlichen und langzeitigen Schwankungen um bis zu mehr als 1 m.

Die aufgefüllten Tone (Bodengruppe [TL], zu Schicht 1.2) und der bereichsweise anstehende Auelehm (Schicht 2) wirken auf Grund ihrer geringen Durchlässigkeiten als Schichtenwasserstauer. Sie sind nach DIN 18 196 als schwach bis sehr schwach durchlässig ( $k \sim 1 \cdot 10^{-9}$  bis  $1 \cdot 10^{-7}$  m/s) zu bezeichnen, lokale Schichtwässer sind temporär nicht auszuschließen.

## 5 Altlastenbewertung Auffüllungen

Für die Deklaration des Erdaushubs wurde aus den Auffüllungen in den Jahren 2012 [U 3] und 2017 Bodenmischproben entnommen und dem Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH & Co. KG Krauthausen zu Analysen nach den technischen Regeln der LAGA M 20 Boden übergeben.

Die analysierten Bodenproben sind auf Grund erhöhten Sulfat-Gehaltes bedingt durch Gips-haltige Bauschuttreste in **Zuordnungsklassen > Z 2** und **Z 1.2** einzustufen. Die Altlastenbe-wertung der Auffüllungen bezüglich Verwertung bzw. Entsorgung, insbesondere aus der Alt-lastverdachtsfläche der ehemaligen Tankstelle, erfolgt in Anlage 7.

## 6 Gründungsempfehlungen für das Feuerwehrgebäude

### 6.1 Allgemeine Baugrundbeurteilung

Die am geplanten Neubaustandort bis in Tiefen von 1,8 – 3,9 m unter GOK erkundeten Auf-füllungen (Schicht 1) sind auf Grund ihrer überwiegend weichen Konsistenz, der z. T. locke-ren bis sehr lockeren Lagerung, des Gehalts an zersetzbarem Ziegelschutt und der unein-heitlichen Zusammensetzung ohne aufwändige Verbesserungsmaßnahmen als Gründungs-schichten ungeeignet. Nach den Ergebnissen der Schweren Rammsondierungen wurden die locker bis sehr locker gelagerten Auffüllungen ohne oder mit nur unzureichenden Verdich-tungsarbeiten eingebracht. Stellenweise sind vorwiegend in den obersten 1 – 2 m mächtigen Auffüllungsbereichen verdichtete Lagen zu erkennen (z. T. mitteldichte Lagerung).

Für eine Gründung des Gebäudes sind die Auffüllungen nur nach aufwändiger Bodenver-besserung (z. B. Rüttelstopfverdichtung) oder Bodenaustausch bedingt geeignet.

Der bereichsweise unmittelbar unterhalb der Auffüllungen sowie als Zwischenmittel im Flusskies anstehende Auelehm (Schicht 2) ist als Gründungsschicht nicht zu empfehlen. Der Auelehm weist eine starke Frost- und Wasserempfindlichkeit auf und kann bei Wasserzutritt (z. B. durch Niederschläge oder Schichtenwässer) in einen breiigen und unbebaubaren Zu-stand übergehen.

Der Flussskies (Schicht 3) weist eine ausreichende Tragfähigkeit für eine Flachgründung nach Bodenaustausch oder für eine Tiefgründung des Gebäudes auf.

## 6.2 Gründungsempfehlungen

Für das Feuerwehrgebäude kommen folgende Gründungsvarianten in Betracht:

- Gründungsvariante 1: Gründung in Auffüllungen nach Bodenverbesserung mittels Rüttelstopfverdichtung
- Gründungsvariante 2: Gründung nach partiellem Austausch der Auffüllungen
- Gründungsvariante 3: Gründung nach vollständigem Austausch der Auffüllungen

### Gründungsvariante 1: Gründung in Auffüllungen nach Bodenverbesserung mittels Rüttelstopfverdichtung

Nach Mutterbodenabtrag sind Rüttelstopfsäulen nach statischer Bemessung rasterförmig anzuordnen und bis mindestens UK Auffüllungen niederzubringen. Über den Säulen sind im Bereich tragender Wände und Stützen Lastverteilkanten anzulegen. Die Gründung des Neubaus erfolgt mittels biegesteifer Fundamentplatte mit Verdickungen (Wuten) unter tragenden Wänden und Stützen.

### Gründungsvariante 2: Gründung nach partiellem Austausch der Auffüllungen

Die Auffüllungen werden bis in eine Tiefe von 2,0 m unter GOK auszuheben. Auf Grund ihres LAGA-Zuordnungswertes  $Z > 2$  (Analyseergebnisse 2012, [U 3]) dürfen die Auffüllungen nicht wiedereingebaut werden und sind zu entsorgen (vgl. Pkt. 5). Als Austauschböden sind gut verdichtungsfähige Materialien (Kies, Felsbruch) unter lagenweiser Verdichtung (Lagendicke  $\leq 25$  cm,  $D_{Pr} \geq 100$  %) bis zur Gründungssohle einzubringen. Die Austauschböden sind unter einem Lastabtragungswinkel von  $\leq 45^\circ$  und mit einem allseitigen Überstand gegenüber der geplanten Gründungssohle von  $\geq 1,0$  m einzubringen. Der erreichte Verdichtungsgrad ist auf Einbaulagen nachzuweisen.

Die Gründung des Neubaus erfolgt mittels biegesteifer Fundamentplatte mit Verdickungen (Wuten) unter tragenden Wänden und Stützen. Ausgehend von den Planungsangaben [U 4] und [U 5] kann für eine Bodenplattengründung nach DIN 4017/4019 und EC-7 von folgenden Bemessungswerten ausgegangen werden:

Table 2: Bemessungswerte für W-O-gerichtetes Vordergebäude

Gründungsart	Gründung mittels Bodenplatte (L x B = 85,0 m x 7,0 m) auf ausreichend verdichtete geeignete und 2,0 m mächtige Austauschböden
durchschnittlicher charakteristischer Sohl- druck der Bodenplatte nach [U 5]	$\sigma = 95 \text{ kN/m}^2$
Ausnutzungsgrad der Grundbruchsicherheit	$\mu = 0,2$
Bauwerkssetzungen	s = 1 – 3 cm

Table 3: Bemessungswerte für N-S-gerichtetes Quergebäude

Gründungsart	Gründung mittels Bodenplatte (L x B = 52,0 m x 5,5 m) auf ausreichend verdichtete geeignete und 2,0 m mächtige Austauschböden
durchschnittlicher charakteristischer Sohl- druck der Bodenplatte nach [U 5]	$\sigma = 52 \text{ kN/m}^2$
Ausnutzungsgrad der Grundbruchsicherheit	$\mu = 0,1$
Bauwerkssetzungen	s = 0,5 – 2 cm

Gründungsvariante 3: Gründung nach vollständigem Austausch der Auffüllungen

Die Auffüllungen werden vollständig bis auf den gewachsenen Boden gegen gut verdichtungsfähige Materialien ausgetauscht. Die Austauschböden sind lagenweise entsprechend der in Gründungsvariante 2 beschriebenen Art und Weise einzubringen.

Die Gründung kann bei nachgewiesener ausreichender Verdichtung der eingebrachten Austauschböden mit biegesteifer Bodenplatte und/oder Streifenfundamenten erfolgen. Gegebenenfalls kann in Bereichen geringmächtiger Auffüllungen der Bodenaustausch unter Berücksichtigung des o. g. erforderlichen Lastausbreitungswinkels und Überstandes nur in den Fundamentbereichen erfolgen und die Bodenplatte abgekoppelt auf einem  $\geq 1,0$  m mächtigen Gründungspolster angelegt werden.



Für Streifenfundament-Gründungen kann nach DIN 4017/4019 und EC-7 zur Gewährleistung einer ausreichenden Grundbruchsicherheit und bei Begrenzung der Bauwerkssetzungen auf  $s \leq 2$  cm folgende Bemessungswerte des Sohlwiderstandes angesetzt werden:

**Tabelle 4: Bemessungswert  $\sigma_{R,D}$  des Sohlwiderstandes für Streifenfundamente in ausreichend verdichteten und geeigneten Austauschböden über gewachsenem Untergrund**

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments	Bemessungswert $\sigma_{R,D}$ des Sohlwiderstandes in [kN/m <sup>2</sup> ] für Streifenfundamente mit Breiten b von		
	0,50 m	1,00 m	1,50 m
0,50 m	180	240	310
1,00 m	300	360	430
1,50 m	420	480	450

Die in der Tabelle 4 angegebenen Werte sind Bemessungswerte nach EC 7 und keine aufnehmbaren Sohlrücke nach DIN 1054:2005-01 oder zulässige Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11!

Der Entscheid für eine Gründungsvariante sollte zum einen anhand der für den Neubau erforderlichen Baugrundtragfähigkeit sowie zum anderen anhand der entstehenden Kosten geprüft werden. Die größte Baugrundtragfähigkeit wird im Falle einer nachweisbar ausreichenden Verdichtung der Einbaulagen der Austauschböden mit der Gründungsvariante 3 erlangt. Der Schlauchturm sollte auf Grund der Kippempfindlichkeit separat und nach vollständigem Bodenaustausch gegründet werden. Für die Kostenermittlung der Gründungsvarianten sollten von bauausführenden Unternehmen Angebote eingeholt werden.

Die Fahrzeughallen können bei geringen zu erwartenden Belastungen mittels von Gebäudegründungen abgekoppelten Bodenplatten auf einem  $\geq 1,0$  m mächtigen Gründungspolster über den Auffüllungen errichtet werden. Das Planum des Gründungspolsters ist auf einen Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} \geq 97$  % (bindige Böden) bzw. von  $D_{Pr} \geq 100$  % (nichtbindige Böden) nachzuverdichten. Das Gründungspolster wird aus gut verdichtbaren Materialien unter lagenweiser Verdichtung ( $D_{Pr} \geq 100$  %), einem Lastabtragungswinkel von  $\leq 45^\circ$  und mit einem allseitigen Überstand gegenüber der geplanten Bodenplatte von  $\geq 1,0$  m eingebracht.

### 6.3 Bautechnische Hinweise

Aushubarbeiten bis in mehr als 1,25 m Tiefe sind nach DIN 4124 mittels Verbau oder unter einem Böschungswinkel von nicht steiler als 45° durchzuführen. Bei evtl. vollständigem Austausch der Auffüllungen ist die Erfordernis von Sicherungsmaßnahmen der östlich angrenzenden Bestandbebauung zu prüfen (geringster Abstand Neubau-Bestandsbau nach [U 4] ca. 5 m).

Bei Erdarbeiten im Bereich bindiger Auffüllungen oder des Auelehms (Schichten 1.2 oder 2) ist der aus bindigen Böden bestehende Untergrund gegen Aufweichungen durch Niederschlags- oder Schichtenwasser zu schützen (Belassung einer 0,5 m mächtigen Bodenpartie über der Aushubsohle bis kurz vor Gründungsarbeiten, Einrichtung einer offenen Wasserhaltung). Aufgeweichte Lehmarten sind vollständig abzutragen.

## 7 Empfehlungen zum Bau der Verkehrsflächen

Das Planum der Verkehrsflächen (Zu- und Ausfahrten, Stellplätze) wird nach Mutterbodenabtrag bereichsweise im sehr frostempfindlichen Untergrund der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (aufgefüllte bindige Böden, Schicht 1.2) und bereichsweise im nicht bis mittel frostempfindlichen Untergrund der Frostempfindlichkeitsklassen F 1 bis F 2 (aufgefüllte nichtbindige Böden, Schicht 1.3) angelegt werden. Für eine einheitliche Bemessung des Verkehrsflächen-Oberbaus sollte auf dem gesamten Grundstück von einem Untergrund der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 ausgegangen werden. Auf dem Planum im frostempfindlichen Untergrund wird nach ZTVE-StB 09 und RStO 12 ein dauerhaftes Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45$  MN/m<sup>2</sup> bzw. nach Durchführung qualifizierter Bodenverbesserungsmaßnahmen von  $E_{v2} \geq 70$  MN/m<sup>2</sup> gefordert.

Zur Erlangung der geforderten Planumstragfähigkeit wird empfohlen, im Planum anstehende Auffüllungen und bindige Böden vollständig oder bis 0,50 m unter geplantem Planum abzutragen, die Aushubsohle zu verdichten und darüber gut verdichtungsfähige Kiese bis zum Planumsniveau einzubringen. Die umweltrechtliche Möglichkeit des Wiedereinbaus der Auffüllungen ist anhand der Analysenergebnisse nach LAGA Boden, die derzeit noch nicht vollständig vorliegen, zu prüfen (vgl. Pkt. 5). Die geforderte Planumstragfähigkeit ist anschließend auf dem Austauschboden nachzuweisen.

Die Mindestdicke des frostsicheren Verkehrsflächenaufbaus sollte nach RStO 12, Pkt. 3.2, in Abhängigkeit von der Straßenbelastungsklasse festgelegt werden. Demnach sind folgende Mindestdicken des frostsicheren Verkehrsflächenaufbaus erforderlich:

Tabelle 5: Mindestdicke des frostsicheren Aufbaus der Verkehrsflächen nach RStO 12

Kriterien für die Festlegung der Dicke des frostsicheren Aufbaus	Belastungsklasse Bk 3,2 – 1,0	Belastungsklasse Bk 0,3
Frostempfindlichkeit des Untergrundes	F 3	F 3
Ausgangswert nach RStO 12, Tab. 6	60	50
Frosteinwirkungszone II	+ 5 cm	+ 5 cm
Keine besonderen Klimaeinflüsse	+ 0 cm	+ 0 cm
Wasserverhältnisse im Untergrund (Schichtenwasser zeitweilig höher als 1,5 m unter Planum)	+ 5 cm	+ 5 cm
Lage der Gradienten in Geländehöhe bis Damm < 2,0 m	± 0 cm	± 0 cm
Entwässerung - über Mulden und Gräben - über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen	+ 0 cm - 5 cm	+ 0 cm - 5 cm
<b>Mindestdicke des frostsicheren Aufbaus bei Entwässerung</b> - über Mulden und Gräben - über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen	<b>70 cm</b> <b>65 cm</b>	<b>60 cm</b> <b>55 cm</b>

Auf dem Niveau der ungebundenen Tragschicht unterhalb der Deckschicht sollte ein  $E_{v2}$ -Wert von  $\geq 120 \text{ MN/m}^2$  nachgewiesen werden.

## 8 Schlussbemerkungen


Das vorliegende Baugrundgutachten beschreibt die durch die Bodenaufschlüsse festgestellten Baugrundverhältnisse in ingenieurgeologischer, geotechnischer und hydrologischer Sicht. Die bautechnischen Aussagen beziehen sich auf den uns zum Zeitpunkt der Erarbeitung des Baugrundgutachtens bekannten Zustand und Planungsstand.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Beurteilung auf punktförmige Aufschlüsse beruht. Für die vollkommene Klassifizierung des Bodens ist deshalb letztendlich der bei Aushubarbeiten aufgeschlossene Boden maßgebend.

Es empfiehlt sich eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten unter Feststellung der angeschnittenen Bodenschichtung außerhalb der Bohrstandorte. Bei Unklarheiten hinsichtlich der

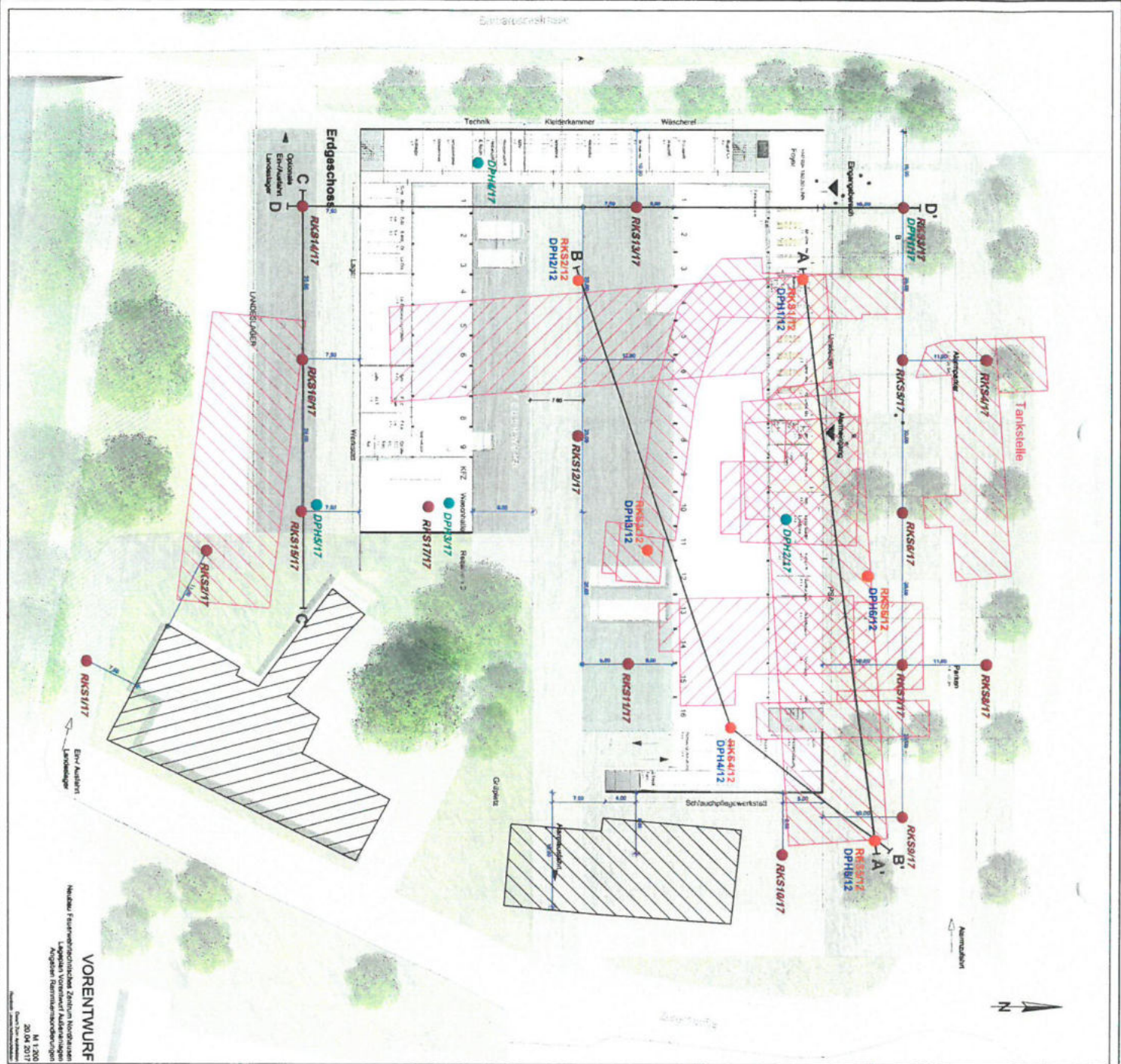
Einstufung einzelner Bodenschichten stehen wir während der Erdarbeiten zur Verfügung, Entscheidungshilfen zu leisten. Eine Abnahme des Planums und geotechnische Verdichtungsnachweise werden empfohlen.

Sollten sich im Zuge der weiteren Planung oder bei der Ausführung noch Fragen in geotechnischer oder gründungstechnischer Sicht ergeben, bitten wir, unser Baugrundbüro zur weiteren Beratung heranzuziehen.



*[Handwritten signature]*  
Gesellschaft für Ingenieur-,  
Hydro- und Umweltgeologie mbH

Büro Nordhausen am Harz  
Am Sportplatz 1, D-99734 Nordhausen  
Tel. +49 3631 89060 Fax +49 3631 890629  
info@ihu-gmbh.com www.ihu-gmbh.com



**Legende**

- vorhandene Bebauung
- (dotted) Lage abtrottelte Gebäude der Tankstelle/Carporten (Ausweisungsmöglichkeit)
- Raumkennzeichnung 2012
- Schwere Raumkennzeichnung (DPH), 2012
- DPH11/12
- Zusatzzeichnisse 2017
- RKS17/17 Raumkennzeichnung, 2017
- DPH11/17 Schwere Raumkennzeichnung (DPH), 2017
- A1-A' ingenieurtechnische Freizeichnung

**VORENTWURF**

Neubau 7-stöckiges Bürogebäude  
 Lageplan Vorentwurf Maßnahmen  
 Anglieder Raumkennzeichnungen  
 M 1:200  
 20.04.2017

		<b>Anlage: 1</b>	
Auftraggeber:			
Projekt:			
Neubau Feuerwehr Nordhausen, Zigarrenstraße			
<b>Lageplan der Baugrunderfasse</b>			
Entwurf:	Maßstab:	Datum:	Blatt:
Projekt:	Zeichner:	Prüfer:	Freigegeben:
Auftraggeber:	Auftraggeber:	Auftraggeber:	Auftraggeber:

# Schichtenverzeichnis nach DIN 4022

Projekt: 176117      Neubau Feuerwehr Nordhausen, Zorgestraße

Anlage 2.1.1

Baustelle:

Firma:

Prüfungsnr:      Aufschluß: RKS 1/17

Rechtswert:

FN01

Hochwert:

Bemerkungen:

Ansatzpunkt:      0,00 m uGOK

durch:      G. Witte

aufgenommen am:      08.05.2017

Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Teufe Art: Bezeichnung; (weitere)
	b) Ergänzende Bemerkungen					
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe			
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt		
0,30	Auffüllung, Mutterboden (Schicht 1.1); Sand, kiesig, schwach humos, durchwurzelt				schwach feucht,	gestörte Probe: 1.1
		leicht zu bohren	dunkelbraun			
			[OH]			
2,50	Auffüllung (Schicht 1.3); Sand, kiesig, schwach schluffig, Ziegel-, Beton-, Schlackestücke				schwach feucht,	gestörte Probe: 1.2
		leicht zu bohren	dunkelbraun, grau			
			[SU]			

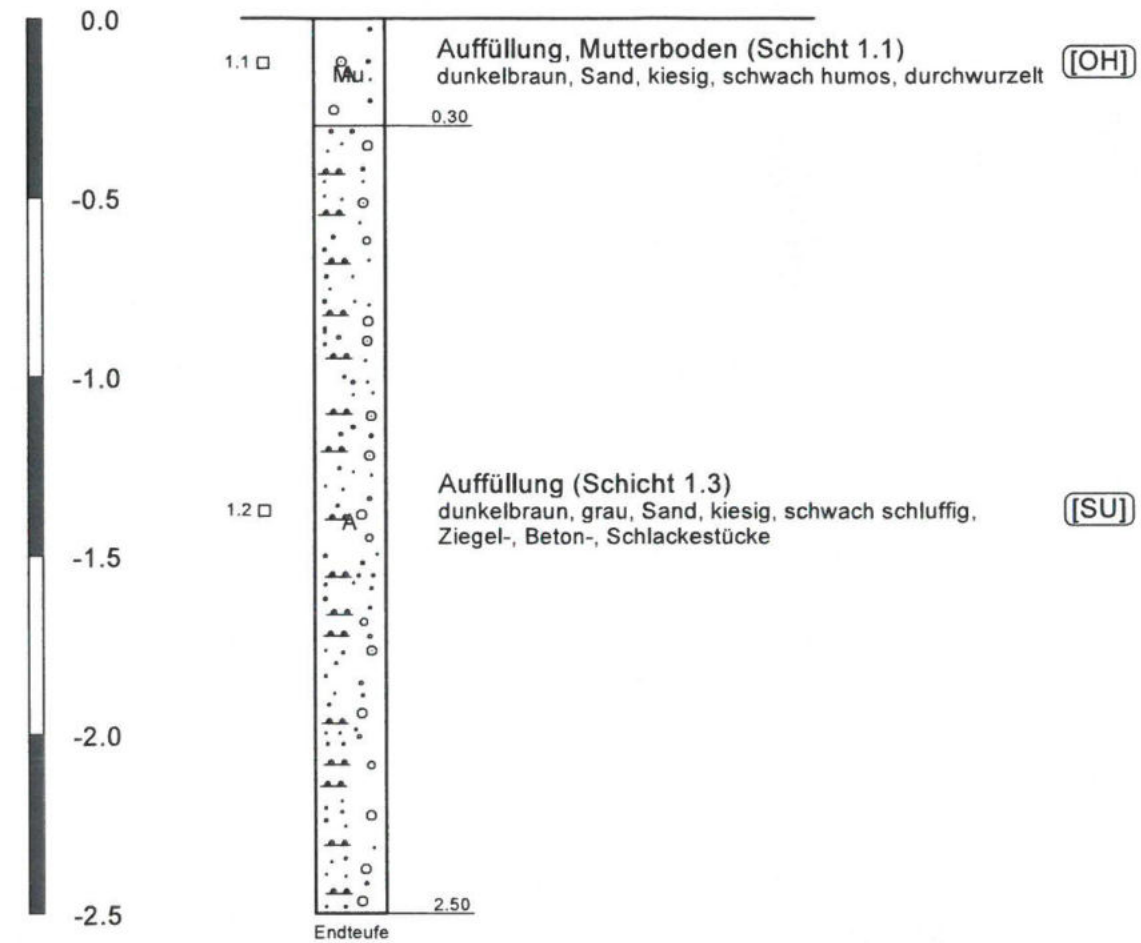
## IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH

Büro Nordhausen/Harz. D 99734 Nordhausen-Leimbach. Am Sportplatz 1. Telefon: (0 36 31) 89 06-0. Fax: 89 06-29  
 Büro Halle/Merseburg. D 06128 Halle/Saale. Passendorfer Weg 1. Telefon: (03 45) 5 20 88-0. Fax: 5 20 88-21.  
 Büro Bad Salzungen. D 36433 Bad Salzungen, Andreasstraße 11. Telefon: (0 36 95) 85 72-0 Fax: 85 72-20.

# RKS 1/17

0 m uGOK

m uGOK



Bodenarten und Konsistenzen	
	Sand
	Mutterboden
	Auffüllung



Neubau Feuerwehr Nordhausen, Zorgestr.  
Aufschlussdokumentation

Projekt-Nr.: 176 117

Anlage 2.1.2

Zeichner:  
G. Witte

Höhenmaßstab: 1 : 20

# Schichtenverzeichnis nach DIN 4022

Projekt: 176117      Neubau Feuerwehr Nordhausen, Zorgestraße

Anlage 2.2.1

Baustelle:

Firma:

Prüfungsnr:      Aufschluß: RKS 2/17

Rechtswert:

FN02

Hochwert:

Bemerkungen: kein Bohrfortschritt bei 1,80m

Ansatzpunkt:      0,00 m uGOK

durch:      G. Witte

aufgenommen am:      08.05.2017

Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Teufe Art: Bezeichnung; (weitere)
	b) Ergänzende Bemerkungen					
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe			
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt		
0,40	Auffüllung, Mutterboden (Schicht 1.1); Sand, schluffig, schwach kiesig, schwach humos, durchwurzelt				schwach feucht,	gestörte Probe: 2.1
		leicht zu bohren	dunkelbraun, grau			
			[OH]			
1,80	Auffüllung (Schicht 1.3); Sand, kiesig, Ziegel-, Gipsstücke				schwach feucht,	gestörte Probe: 2.2
		mäßig schwer zu bohren- schwer zu bohren	grau, weiß, rot			
			[SW]/A			

## IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH

Büro Nordhausen/Harz. D 99734 Nordhausen-Leimbach. Am Sportplatz 1. Telefon: (0 36 31) 89 06-0. Fax: 89 06-29

Büro Halle/Merseburg. D 06128 Halle/Saale. Passendorfer Weg 1. Telefon: (03 45) 5 20 88-0. Fax: 5 20 88-21.

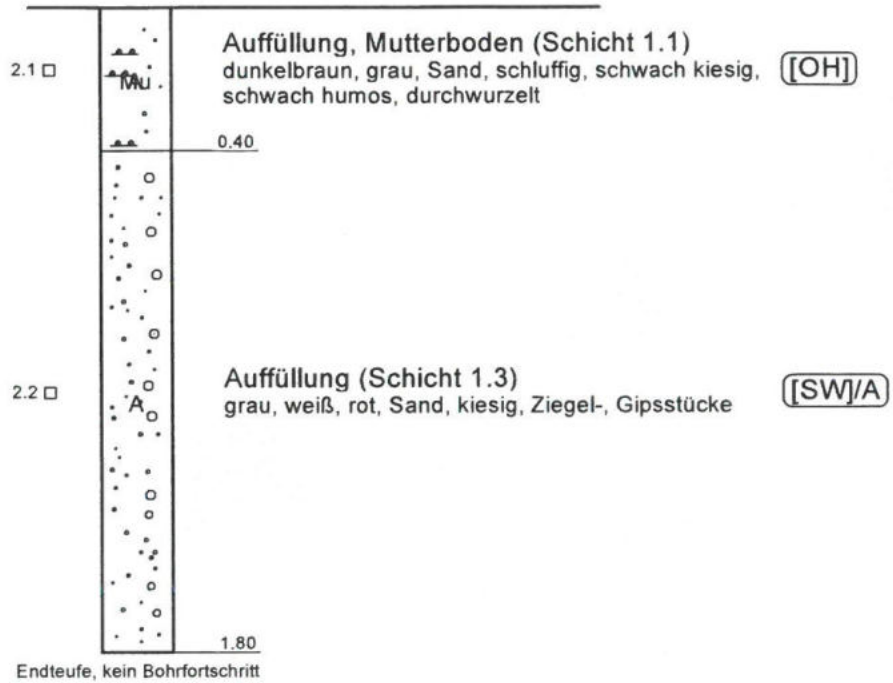
Büro Bad Salzungen. D 36433 Bad Salzungen, Andreasstraße 11. Telefon: (0 36 95) 85 72-0 Fax: 85 72-20.



# RKS 2/17

0 m uGOK

m uGOK



Bodenarten und Konsistenzen	
	Sand
	Mutterboden
	Auffüllung



Neubau Feuerwehr Nordhausen, Zorgestr. Aufschlussdokumentation	
Projekt-Nr.: 176 117	Anlage 2.2.2
Zeichner: G. Witte	Höhenmaßstab: 1 : 20

# Schichtenverzeichnis nach DIN 4022

Projekt: 176117      Neubau Feuerwehr Nordhausen, Zorgestraße

Anlage 2.15.1

Baustelle:

Firma:

Prüfungsnr:      Aufschluß: RKS 15/17

Rechtswert:

FN15

Hochwert:

Bemerkungen:

Ansatzpunkt:      0,00 m uGOK  
 durch:              G. Witte  
 aufgenommen am:      09.05.2017

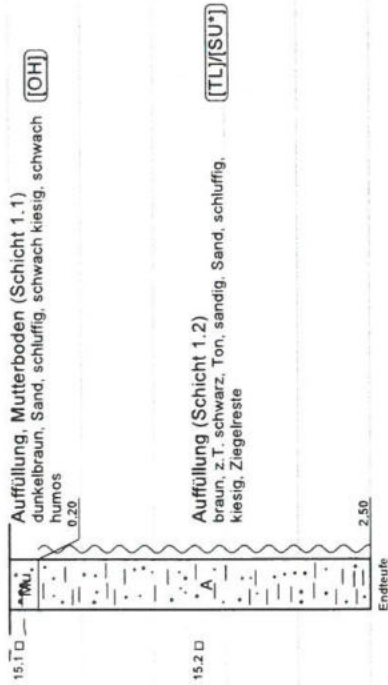
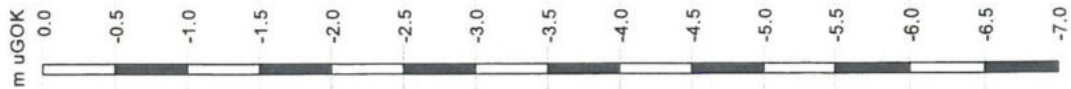
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Teufe Art: Bezeichnung; (weitere)
	b) Ergänzende Bemerkungen					
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe			
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt		
0,20	Auffüllung, Mutterboden (Schicht 1.1); Sand, schluffig, schwach kiesig, schwach humos				schwach feucht,	gestörte Probe: 15.1
		leicht zu bohren	dunkelbraun			
			[OH]			
2,50	Auffüllung (Schicht 1.2); Ton, sandig, Sand, schluffig, kiesig, Ziegelreste				schwach feucht,	gestörte Probe: 15.2
		mäßig schwer zu bohren- schwer zu bohren	braun, z.T. schwarz			
			[TL][SU*]			

## IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH

Büro Nordhausen/Harz. D 99734 Nordhausen-Leimbach. Am Sportplatz 1. Telefon: (0 36 31) 89 06-0. Fax: 89 06-29  
 Büro Halle/Merseburg. D 06128 Halle/Saale. Passendorfer Weg 1. Telefon: (03 45) 5 20 88-0. Fax: 5 20 88-21.  
 Büro Bad Salzungen. D 36433 Bad Salzungen, Andreasstraße 11. Telefon: (0 36 95) 85 72-0 Fax: 85 72-20.

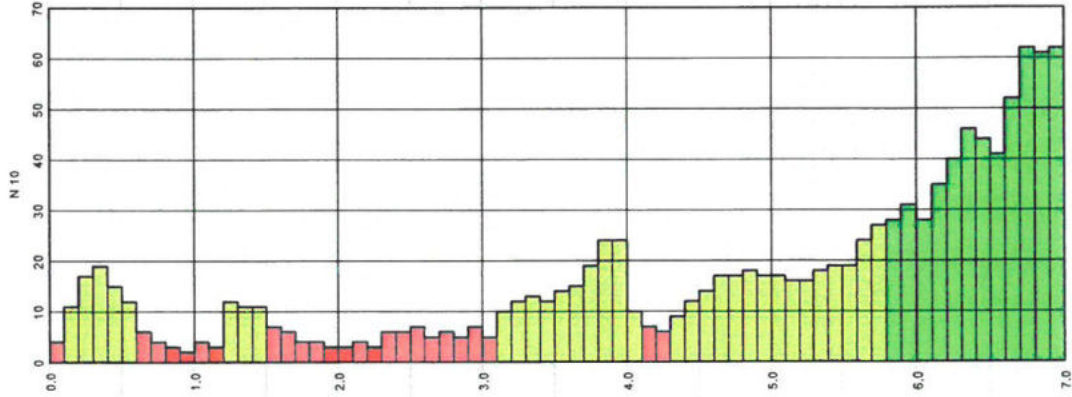
# RKS 15/17

0 m uGOK

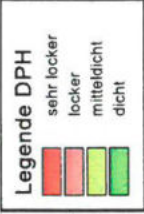
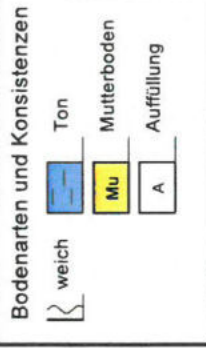


# DPH 5/17

0 m uGOK



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>	Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	4	5.10	17
0.20	11	5.20	16
0.30	17	5.30	16
0.40	19	5.40	18
0.50	15	5.50	19
0.60	12	5.60	19
0.70	6	5.70	24
0.80	4	5.80	27
0.90	3	5.90	28
1.00	2	6.00	31
1.10	4	6.10	28
1.20	3	6.20	35
1.30	12	6.30	40
1.40	11	6.40	46
1.50	11	6.50	44
1.60	7	6.60	41
1.70	6	6.70	52
1.80	4	6.80	62
1.90	4	6.90	61
2.00	3	7.00	62
2.10	3		
2.20	4		
2.30	3		
2.40	6		
2.50	6		
2.60	7		
2.70	5		
2.80	6		
2.90	5		
3.00	7		
3.10	5		
3.20	10		
3.30	12		
3.40	13		
3.50	12		
3.60	14		
3.70	15		
3.80	19		
3.90	24		
4.00	24		
4.10	10		
4.20	7		
4.30	6		
4.40	9		
4.50	12		
4.60	14		
4.70	17		
4.80	18		
4.90	18		
5.00	17		



# Schichtenverzeichnis nach DIN 4022

Projekt: 176117      Neubau Feuerwehr Nordhausen, Zorgestraße

Anlage 2.17.1

Baustelle:

Firma:

Prüfungsnr:      Aufschluß: RKS 17/17

Rechtswert:

FN17

Hochwert:

Bemerkungen:

Ansatzpunkt:      0,00 m uGOK

durch:      G. Witte  
aufgenommen am:      09.05.2017

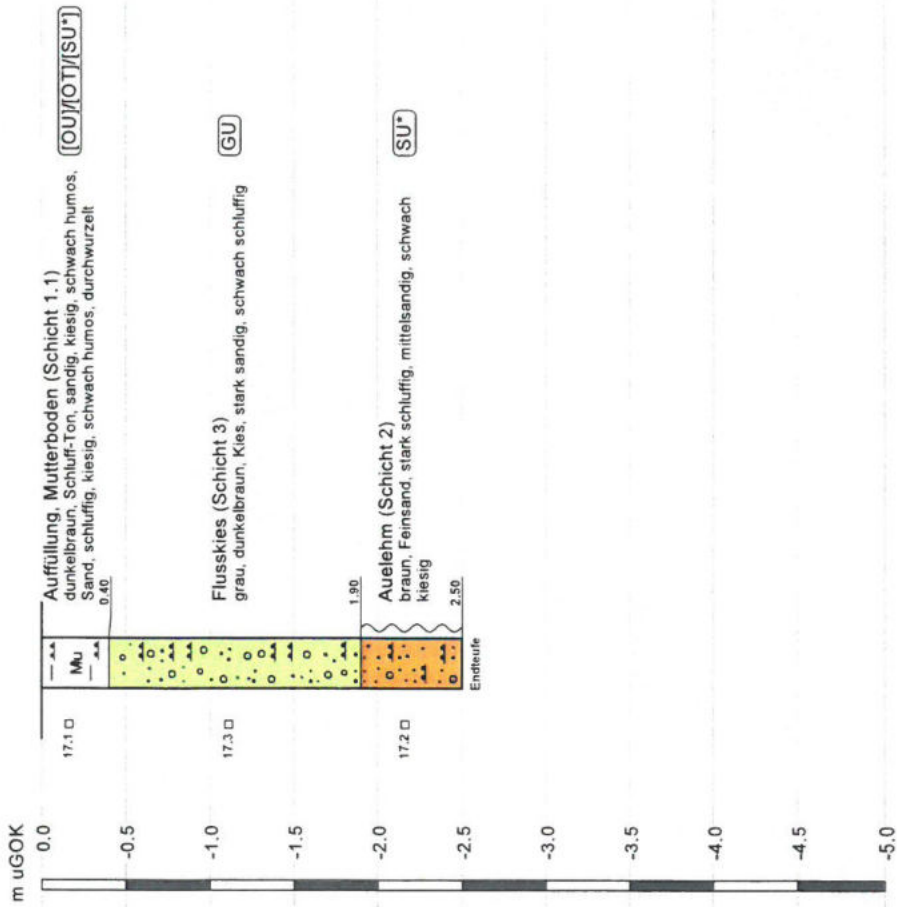
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Teufe Art: Bezeichnung; (weitere)
	b) Ergänzende Bemerkungen					
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe			
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt		
0,40	Auffüllung, Mutterboden (Schicht 1.1); Schluff-Ton, sandig, kiesig, schwach humos, Sand, schluffig, kiesig, schwach humos, durchwurzelt				schwach feucht,	gestörte Probe: 17.1
		leicht zu bohren	dunkelbraun			
			[OU]/[OT]/[S U*]			
1,90	Flusss Kies (Schicht 3); Kies, stark sandig, schwach schluffig				schwach feucht,	gestörte Probe: 17.3
		leicht zu bohren-mäßig schwer zu bohren	grau, dunkelbraun			
			GU			
2,50	Auelehm (Schicht 2); Feinsand, stark schluffig, mittelsandig, schwach kiesig				schwach feucht- feucht,	gestörte Probe: 17.2
	weich,	leicht zu bohren	braun			
			SU*			

## IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH

Büro Nordhausen/Harz. D 99734 Nordhausen-Leimbach. Am Sportplatz 1. Telefon: (0 36 31) 89 06-0. Fax: 89 06-29  
 Büro Halle/Merseburg. D 06128 Halle/Saale. Passendorfer Weg 1. Telefon: (03 45) 5 20 88-0. Fax: 5 20 88-21.  
 Büro Bad Salzungen. D 36433 Bad Salzungen, Andreasstraße 11. Telefon: (0 36 95) 85 72-0 Fax: 85 72-20.

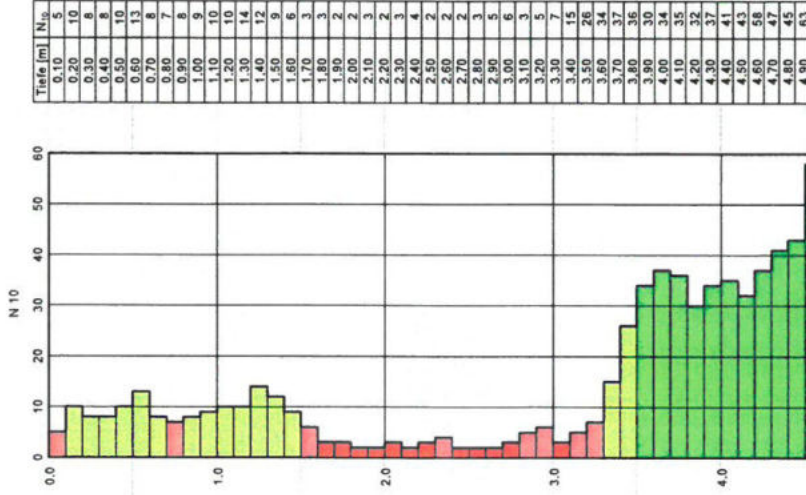
# RKS 17/17

0 m uGOK



# DPH 3/17

0 m uGOK



### Bodenarten und Konsistenzen

- weich
- Schluff
- Sand
- Feinsand
- Kies
- Mutterboden
- Auffüllung

### Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht



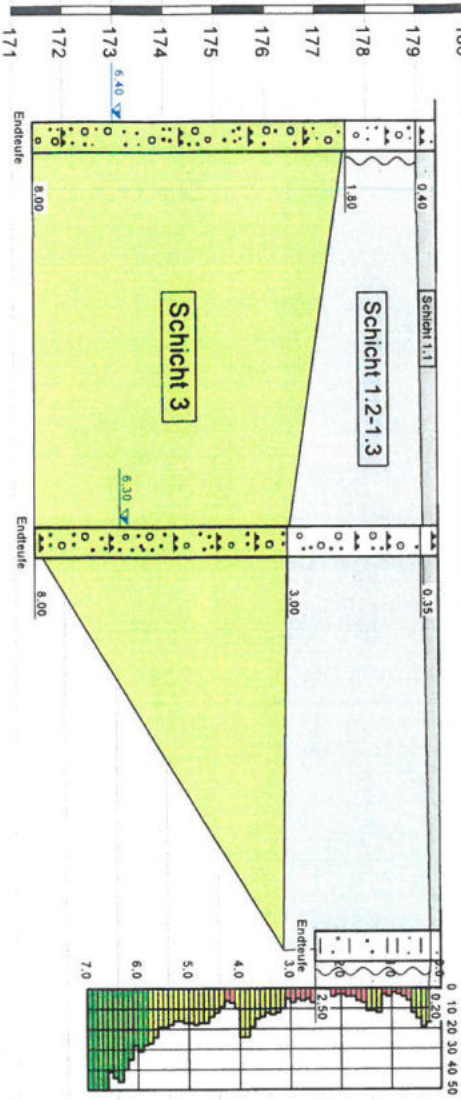
C  
W

C'  
E

RKS 14/17  
mNN 0 m uGOK

RKS 16/17  
0 m uGOK

RKS 15/17  
0 m uGOK



- Legende:**
- Schicht 1.1: aufgefüllter Mutterboden
  - Schicht 1.2: aufgefüllte bindige Böden
  - Schicht 1.3: aufgefüllte nichtbindige Böden
  - Schicht 2: Auelehm
  - Schicht 3: Flussskies

- Legende DPH**
- sehr locker/breitig-weich
  - locker/weich
  - mittel dicht
  - dicht

Neubau Feuerwehr Nordhausen, Zorgetstr.  
Ingenieurgeologischer Profilschnitt C-C'  
Projekt-Nr.: 176 117 Anlage 4.3  
Zeichner: G. Wille  
Höhenmaßstab: 1 : 100  
Längsmaßstab: 1 : 250

B

WSW

NEN

SW

NE

B'

RKS 2/12-DPH 2/12  
mNN 0 m uGOK

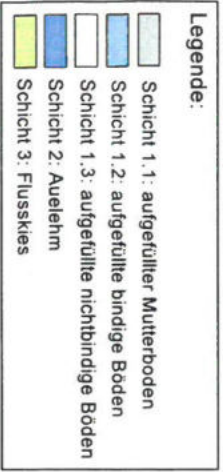
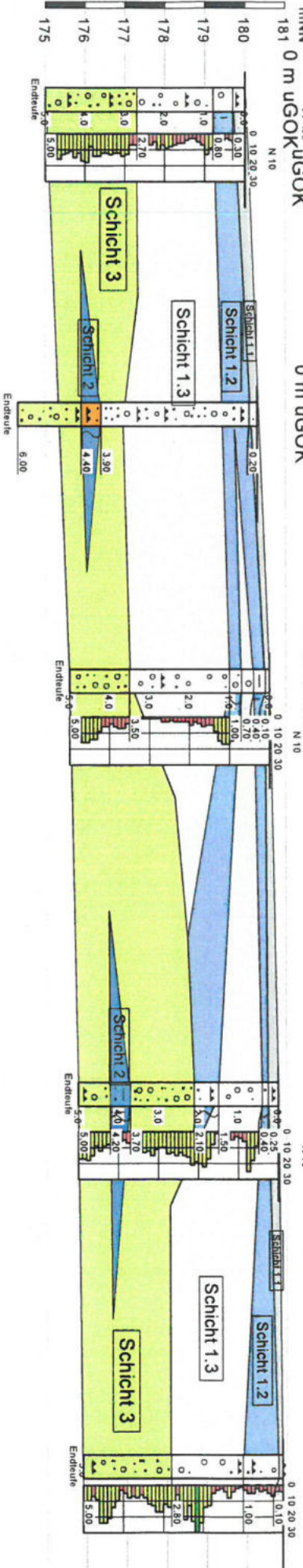
RKS 12/117  
0 m uGOK

RKS 3/12-DPH 3/12  
0 m uGOK

RKS 4/12-DPH 4/12  
0 m uGOK

RKS 5/12-DPH 5/12  
0 m uGOK

7m  
südlich  
B-B'



Neubau Feuerwehr Nordhausen, Zorgestr.  
 Ingenieurgeologischer Profilschnitt B - B'  
 Projekt-Nr.: 176 117      Anlage 4.2  
 Zeichner:      Höhenmaßstab: 1 : 100  
 G. Witte      Längsmaßstab: 1 : 250

Für die weitere kostenseitige Planung sollte hierfür, abgeleitet aus vergleichbaren Untersuchungen, die mit der Unteren Bodenschutzbehörde durchgeführt wurden, ein Betrag von ca. **8.000 - 10.000 €** berücksichtigt und eingestellt werden. Ohne diese Entlassung als Altlastverdachtsfläche ist eine Zustimmung zum Bauantrag nicht möglich.

In Abstimmung mit der Unteren Bodenschutzbehörde und der Unteren Immissionsschutzbehörde braucht für das Vorhaben kein Ausgangszustandsbericht erarbeitet werden. Gemäß gültiger Gesetzgebung handelt es sich bei dem Neubau der Feuerwache nicht um eine IID-Anlage.

## **2. Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen nach LAGA Boden und Bauschutt**

Im Rahmen der bisher durchgeführten Baugrunduntersuchungen (Baugrundgutachten 2012 und ergänzende Aufschlüsse 2017) wurden sowohl für den Bauschutt aus den Rückbaumaßnahmen der vorhandenen Bebauung und den anstehenden Boden LAGA Untersuchungen durchgeführt. Entsprechend den Zuordnungswerten der LAGA ergibt sich aufgrund des Parameters Sulfat in den Prüfungen der Zuordnungswert Z 2 bzw. > Z 2. Im Bauschutt handelt es sich dabei überwiegend um baustofftypische Stoffe. Im Boden sind die erhöhten Sulfatwerte geogen bedingt.

Im Bereich des Südharzes ist eine Entsorgung, unabhängig von dem ermittelten Zuordnungswert bei diesen Zuordnungswerten basierend auf erhöhten Sulfatgehalten, auf verschiedenen Anlagen möglich. Hierbei kommen in Frage:

- Kali-Rückstandshalden Bleicherode oder Sondershausen
- Sandgrund Elsa-Sand GmbH Ellrich

Für diese Anlagen gelten, entsprechend den vorliegenden Genehmigungen, Gipsgehalte (Sulfat) bis in den Bereich des Löslichkeitsgleichgewichtes (> 1000 mg/l). Diesem Sachverhalt geschuldet, ist damit auch eine kostengünstige Entsorgung dieser Materialien (Boden und Bauschutt) möglich. Die normalen Annahmekosten für diese Aushubmaterialien liegen im Bereich von **10 - 12 €/t** reiner Annahmegebühren. Zusätzlich wären dabei die Transportkosten zu berücksichtigen. Die Transportentfernungen liegen bei ca. 10 - 15 km für die o. g. Entsorgungsanlagen.

Entsprechend den vorliegenden Prüfergebnissen ist davon auszugehen, dass ca. 80 % der erforderlichen Aushubmengen über diesen Entsorgungsweg entsorgt werden können. Für die Ermittlung des Kostenrahmens bzw. auch später für eine Ausschreibung sollten unabhängig von den bisher vorliegenden Untersuchungsergebnissen ein Anteil von ca. 20 % berücksichtigt werden, in denen die Deponiekosten (z. B. Deponie Nentzelsrode, Transportentfernung ca. 8 km) berücksichtigt werden. Die Annahmegebühren für Boden und Bauschutt im genannten Umfang 68,00 €/t zu berücksichtigen.

Ausgehend von den Empfehlungen der LAGA ist es erforderlich, von jeweils 500 t zu entsorgendes Material eine LAGA Untersuchung durchzuführen. Die Analysenkosten für eine Analyse inklusive Probenahme unter Berücksichtigung der Festlegungen der Probenahmeordnung PN 98 ein Betrag von ca. **330,00 €**.

Bei diesen Haufwerksbildungen ergeben sich in der Regel aufgrund der Zusammenlegung von Aushubmengen aus verschiedenen Entnahmebereichen bei Vermeidung eines Vermischungsverbotes veränderte meist geringere Belastungen als bei den im Rahmen von Erkundungsmaßnahmen bewerteten Einzelproben.



Entsorgungs- und Sanierungskosten, die sich zusätzlich aus der Altlastverdachtsfläche des ehemaligen Tankstellenbereichs ergeben, sind z. Z. nicht weiter abzuschätzen, da diese vorliegenden Untersuchungen bisher keine vertiefende Hinweise auf einen zusätzlichen Altlastverdacht ergeben haben. Es wird jedoch empfohlen, auch für diese Maßnahme einen zusätzlichen Betrag innerhalb der Kostenschätzung zu berücksichtigen.

Wir hoffen, Ihnen behilflich gewesen zu sein und stehen Ihnen für Rückfragen jederzeit gern zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

IHU Gesellschaft für Ingenieur-,  
Hydro- und Umweltgeologie mbH



R. Reip  
Prokurist

cc. Herr Reinboth

**Anlagen**

Anlage 1 Lageplan

Anlage 2 LAGA Untersuchungen

Untersuchungsumfang

Z1 Z1.2 Z2 FWN01 FWN02

TR Boden (Tab: II.1.2-4-5)

Kriterien

Feststoffkriterien

PCB (Summe)	mg/kg TS	0,15	0,15	0,5	<0,004	<0,004
BTEX (Summe)	mg/kg TS	1	1	1	<0,02	<0,02
LHKW (Summe)	mg/kg TS	1	1	1	<0,02	<0,02
PAK (Summe)	mg/kg TS	3	3	30	1,23	
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,9	0,9	3	0,18	<0,05
Naphthalin	mg/kg TS				<0,05	<0,05
Trockensubstanz	Gew%				90,1	91,6
Cyanide, ges	mg/kg TS	3	3	10	<0,5	<0,5
EOX	mg/kg TS	3	3	10	<1	<1
Kohlenwasserstoff C10-C22	mg/kg TS	300	300	1000	<50	<50
Kohlenwasserstoff C10-C40	mg/kg TS	600	600	2000	<50	<50
Arsen	mg/kg TS	45	45	150	10,8	6,8
Blei	mg/kg TS	210	210	700	81,5	9,6
Cadmium	mg/kg TS	3	3	10	0,4	<0,2
Chrom (ges)	mg/kg TS	180	180	600	33	57,4
Kupfer	mg/kg TS	120	120	400	67,4	23,5
Nickel	mg/kg TS	150	150	500	35,2	43,2
Quecksilber	mg/kg TS	1,5	1,5	5	0,4	<0,05
Zink	mg/kg TS	450	450	1500	151	54,5
Thallium	mg/kg TS	2,1	2,1	7	<0,4	<0,4
TOC	M%	1,5	1,5	5	0,45	0,2

Eluatkriterien

pH-Wert	-	6,5..9,5	6..12	5,5..12	7,81	7,33
Leitfähigkeit	µS/cm	250	1500	2000	2250	87
Phenol-Index	µg/l	20	40	100	<10	<10
Chlorid	mg/l	30	50	100	2	1,2
Sulfat	mg/l	20	50	200	1490	27,2
Cyanid, gesamt	µg/l	5	10	20	<5	<5
Arsen	µg/l	14	20	60	<3	<3
Blei	µg/l	40	80	200	5	<3
Cadmium	µg/l	1,5	3	6	<0,5	<0,5
Chrom (ges.)	µg/l	12,5	25	60	<2	<2
Kupfer	µg/l	20	60	100	3	<2
Nickel	µg/l	15	20	70	<2	<2
Quecksilber	µg/l	<0,5	1	2	<0,1	<0,1
Zink	µg/l	150	200	600	6	4

Datum der Entnahme:

05.05.2017 05.05.2017

Probennehmer:

IHU GmbH IHU GmbH

Material:

Boden Boden

Labor:

ThUI ThUI

Analysedatum:

08.05.2017 08.05.2017

Labornummer:

017-F-1964-1-1 017-F-1964-2-1

Prüfstelle:

Bemerkung:

Einstufung der Probe für alle Parameter:

> Z2 Z1.2



# Thüringer Umweltinstitut

Henterich GmbH & Co. KG

Trinkwasser · Wasser  
Abwasser · Klärschlamm  
Boden · Abfall · Sedimente  
Lebensmittel · Mikrobiologie

Durch die DAkkS nach  
DIN EN ISO/IEC 17025:2005  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für  
den in der Urkundenanlage  
D-PL-19312-02-00 aufgeführten  
Akkreditierungsumfang.



Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH & Co. KG  
OT Pferdsdorf, Kieforstweg 2 - 3, 99819 Krauthausen

Tel. 036926 71009-0  
Fax 036926 71009-9

E-Mail: [postmaster@thuinst.de](mailto:postmaster@thuinst.de)  
homepage: <http://www.thuinst.de>

## Prüfbericht

Labor-Nr.: 2017-F-1964-1-1

**Auftraggeber:** IHU Nordhausen GmbH  
Am Sportplatz 1  
99734 Nordhausen  
**Projekt:** BV: Neubau Feuerwache Nordhausen  
**Entnahmestelle:** MP 1  
**Probennehmer:** siehe Auftraggeber  
**Probenahmedatum:** 05.05.2017  
**Probeneingangsdatum:** 08.05.2017  
**Analysenbeginn:** 08.05.2017  
**Prüfgegenstand:** Boden  
**Prüfziel:** Laga-Boden / Tabelle II 1.2.-2 bis 1.2.-5

Parameter	Dimension	Messergebnis	Analyseverfahren
<b>Feststoffkriterien</b>			
Trockensubstanzgehalt	Masse %	90,1	DIN EN 14346 <sup>a</sup>
TOC	Masse % d.TS	0,45	DIN EN 13 137 <sup>a</sup>
Cyanid gesamt	mg/kg TS	< 0,50	DIN ISO 17380
EOX	mg/kg TS	< 1,0	DIN 38 414 - S17 <sup>a</sup>
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	< 50	DIN EN 14039 <sup>a</sup>
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	< 50	DIN EN 14039 <sup>a</sup>
Arsen	mg/kg TS	10,8	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Blei	mg/kg TS	81,5	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Cadmium	mg/kg TS	0,40	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Chrom	mg/kg TS	33,0	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Kupfer	mg/kg TS	67,4	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Nickel	mg/kg TS	35,2	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Quecksilber	mg/kg TS	0,40	DIN EN ISO 17852 <sup>a</sup>
Zink	mg/kg TS	151	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
Thallium	mg/kg TS	< 0,40	DIN EN ISO 11885 <sup>a</sup>
<b>PAK</b>			
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Acenaphtylen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Acenaphten	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Fluoren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Phenanthren	mg/kg TS	0,18	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Fluoranthren	mg/kg TS	0,28	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Pyren	mg/kg TS	0,21	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Chrysen	mg/kg TS	0,13	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,07	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,18	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	< 0,05	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>
Summe PAK	mg/kg TS	1,23	DIN ISO 13877 <sup>a</sup>

Pferdsdorf, 12.05.2017

Seite 1 von 3

persönlich haftender Gesellschafter:  
Henterich GmbH  
HRB 405.890 / HRA 401.309

Geschäftsführer:  
Dipl. Wirtsch. Ing. (FH) Daniel Tischer

Steuer-Nr.: 155/155/34803

**Vom Bieter ausfüllen!**

**Kennzettel für Angebotsumschlag**

(Aufkleber)

**Umschlag bitte nicht öffnen!**

Angebot der **Ausschreibenden Stelle** unverzüglich weiterleiten!

Ausschreibende Stelle: Landkreis Nordhausen, Landratsamt Vergabestelle

Absender (Bieter):

Vergabenummer: **84-1/19**

Ablauf der Angebotsfrist/ Eröffnungstermin: **30.08.2019, 11:00**

**Vom Auftraggeber auszufüllen!**

Eingang des Angebotes am: \_\_\_\_\_

Laufende Nummer des Angebotes: \_\_\_\_\_