

DECKBLATT

Bauvorhaben:

**03SJK0699-SGH Sanierung und Erweiterung der Turnhalle an der
Grundschule Süd West**

Auftraggeber:
Stadt Sangerhausen
Am Markt 7a
06526 Sangerhausen

Inhalt:

**Tragwerksplanung zum
Bauantrag Lph 4**

Datum: 30.12.2025

Verfasser:

Projekt Nr.: 22-9128-01

Seiten: –

Abgrenzung:

**Die beigegeführten Unterlagen sind
keine Ausführungsunterlagen**

Unterschrift:

Inhaltsverzeichnis

Pos	Bemerkung	Seite
D-001	Wind- und Schneelastermittlung	5
D-001b	Lastzusammenstellung Dach - Binder-Kalzip	9
D-101-3	Brettschichtholzbinder Turnhalle - Ver 3	10
D-102	Trapezblechbemessung Mit Scheibenaussteifung	17
D-105	Deckenplatte 3-seitig lagernd	22
D-605	Verband Aussteifung Dachebene - Seitenlastbestimmung	23
E-201	Sturz Turnhallenzugang	26
E-210	Sonstige Stürze bis lw=160cm	30
E-210-B	Bewehrung beispielhaft	33
E-401-2	Außenwandstütze Querwand le=425 30x30	34
E-402-2	Außenwandstütze Längswand le=425 30x30	37
E-500	Windverteilung auf 4-seitige Außenwand	40
E-501	Außenwandmauerwerk	41
E-501	Zweiseitig Gehaltene Außenwand	42
G-100-Z	Rissbreitennachweis - Biegezwang	45
G-100-Z	Rissbreitennachweis - Zentrischer Zwang 040	46
G-105	Außentrepe	47
G-110	Kragplatte Übergang zum Bestand	49
G-401-1	Streifenfundament Querwand	72
G-402-1	Streifenfundament Längsseite	78
G-600	Passiver Erddruck auf Fundament h150 - 75 kNprom	84
G-601	Erddruck Passiv h=140cm	87
G-602	Erddruck Passiv h=210cm unter Bodenplatte	88
G-603	Erddruck Passiv h=185cm	89
- - -	Positionsplan zur A-Statik Turnhalle	90
- - -	Endblatt	92
- - -	SGH Sportraum Grundschule SW GUB0207025	93

Vorbemerkungen

1. Berechnungsgrundlagen

Der statischen Berechnung liegt die Skizze gemäß diesem Dokument und die Planungsunterlagen vom Dezember 2025, sowie die derzeitigen gültigen amtlichen EN und DIN - Vorschriften zugrunde. Die Planunterlagen werden der Bemessung beigelegt.

2. Baustoffe und Baugrund

Betonklasse :	C 25/30
Betonstahl :	BSt 500 S, M
Mauerwerk :	Kalksandsteinmauerwerk
Holzwerkstoffe :	C24 (S10), C30 (S13) BH 24
Baustahl :	S 235 JR

Es liegen ein Baugrundgutachten vor. Die zulässigen Kennwert werden aus diesem entnommen. Das Baugrundgutachten wird der Berechnung beigelegt.

3. Montage und Bauzustände

Für die Errichtung der Konstruktion, die Absicherung von Bauteilen während der Montage sowie die für die Qualität der verwendeten Baustoffe haftet ausschließlich der ausführende Unternehmer. Während der Bauausführung sind die getroffenen statischen Annahmen zu prüfen.

Sollten Differenzen auftreten ist das Architektur- und Ingenieurbüro umgehend zu konsultieren. Werden Änderungen in der Ausführung gegenüber den statischen Berechnungen vorgenommen, ist diese auf ihre Wiederverwendbarkeit zu prüfen.

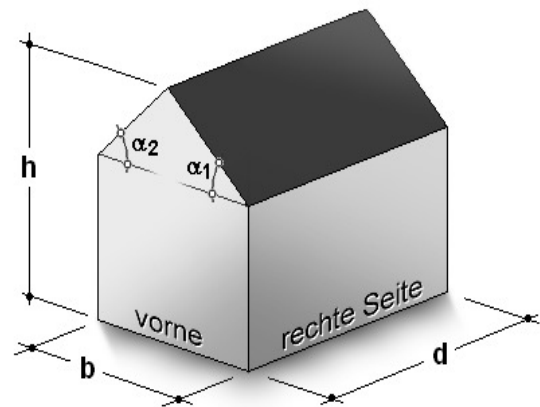
Position: D-001 Wind- und Schneelastermittlung
Wind- und Schneelasten (V.31.1) nach EC1 - NA Deutschland

Standortdaten:

Ort = Sangerhausen - Stadt (Wippra)
 Postleitzahl = 06543
 Kreis = Mansfeld-Südharz
 Regierungsbezirk = -
 Bundesland = Sachsen-Anhalt
 Telefon-Vorwahl = 034779
 Höhe A über NN = 266 m
 Schneelastzone = 2
 Windzone = 2

Bauwerksdaten:

Dachform = Satteldach
 Gebäudehöhe $h = 7,0$ m
 Gebäudebreite $b = 16,5$ m
 Gebäudelänge $d = 18,0$ m
 Dachneigung $\alpha_1 = \alpha_2 = 7,0^\circ$



Windlasten EC1-1-4:

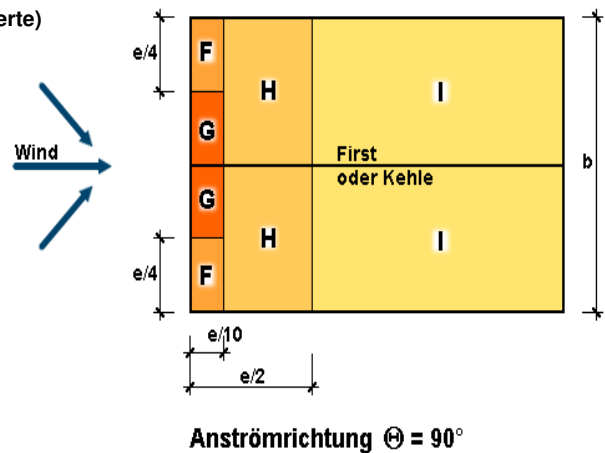
Geländekategorie = III
 Geschwindigkeitsdruck $q_{b,0} = 0,39$ kN/m²
 Winddruck $q_p(h) = 0,58$ kN/m²
 Windlasten werden nach genauem Verfahren ermittelt (Anhang B mit Geländekategorien)!

Windlasten für Dach unter Anströmung von vorne (Theta = 90°):

$e/10 = 1,40$ m $e/4 = 3,50$ m $e/2 = 7,00$ m

cpe-Werte / $w_{e,k}$ für Dachneigung $\alpha_1 = 7,0^\circ$ ($w_{e,k}$ für cpe,10-Werte)

Bereich	cpe,10 [-]	cpe,1 [-]	$w_{e,k}$ [kN/m ²]
F	-1,52	-2,16	-0,89
G	-1,30	-2,00	-0,76
H	-0,66	-1,20	-0,39
I	-0,58	-0,58	-0,34



Windlasten für Dach unter Anströmung von rechts (Theta = 0°):

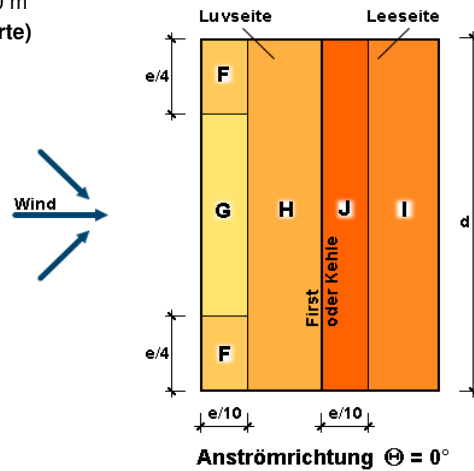
$e/10 = 1,40 \text{ m}$

$e/4 = 3,50 \text{ m}$

$e/2 = 7,00 \text{ m}$

cpe-Werte / we,k für Dachneigung $\alpha_1 = 7,0^\circ$ (we,k für cpe,10-Werte)

Bereich	cpe,10 [-]	cpe,1 [-]	we,k [kN/m²]
F	0,04/-1,54	0,04/-2,40	0,02/-0,90
G	0,04/-1,12	0,04/-1,90	0,02/-0,66
H	0,04/-0,54	0,04/-1,02	0,02/-0,32
I	-0,56	-0,56	-0,33
J	-0,68/0,16	-0,78/0,16	-0,40/0,09



Windlasten für eine Einzugsfläche des Daches von 1,00 m²:

cpe-Werte / we,k für Dachneigung $\alpha_1 = 7,0^\circ$

Bereich	cpe [-]	we,k [kN/m²]
F (0°)	0,04/-2,40	0,02/-1,40
G (0°)	0,04/-1,90	0,02/-1,11
H (0°)	0,04/-1,02	0,02/-0,60
I (0°)	-0,56	-0,33
J (0°)	-0,78/0,16	-0,46/0,09
F (90°)	-2,16	-1,26
G (90°)	-2,00	-1,17
H (90°)	-1,20	-0,70
I (90°)	-0,58	-0,34

Windlasten für Wände unter Anströmung von vorne:

$e = 14,00 \text{ m}$

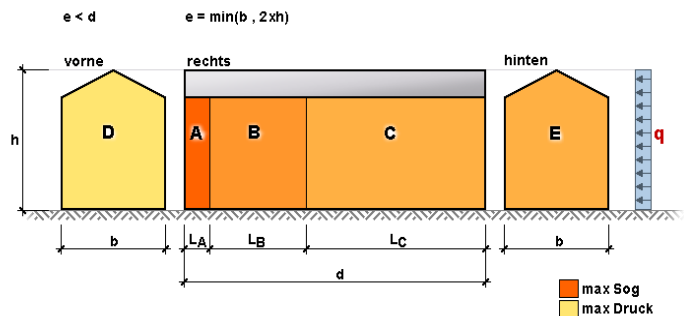
$LA = 2,800 \text{ m}$

$LB = 11,200 \text{ m}$

$LC = 4,000 \text{ m}$

cpe-Werte und we,k für Wände (für cpe,10 -Werte)

Bereich	cpe,10 [-]	cpe,1 [-]	we,k [kN/m²]
A	-1,20	-1,40	-0,70
B	-0,80	-1,10	-0,47
C	-0,50	-0,50	-0,29
D	0,72	1,00	0,42
E	-0,34	-0,50	-0,20



Windlasten für Wände unter Anströmung von rechts:

$e = 14,00 \text{ m}$

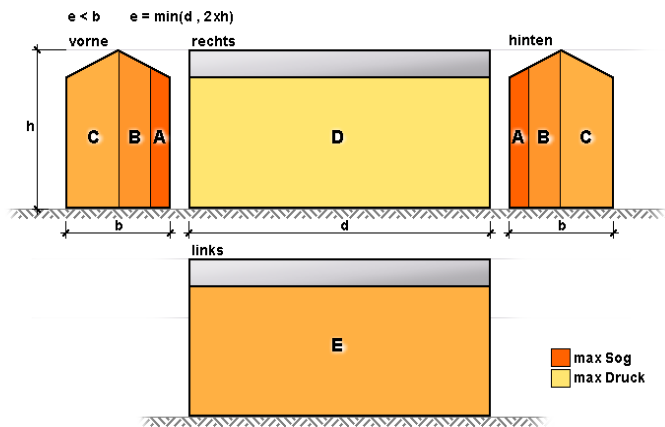
$LA = 2,800 \text{ m}$

$LB = 11,200 \text{ m}$

$LC = 2,500 \text{ m}$

cpe-Werte und $w_{e,k}$ für Wände (für cpe,10 -Werte)

Bereich	cpe,10 [-]	cpe,1 [-]	$w_{e,k}$ [kN/m²]
A	-1,20	-1,40	-0,70
B	-0,80	-1,10	-0,47
C	-0,50	-0,50	-0,29
D	0,72	1,00	0,42
E	-0,35	-0,50	-0,20



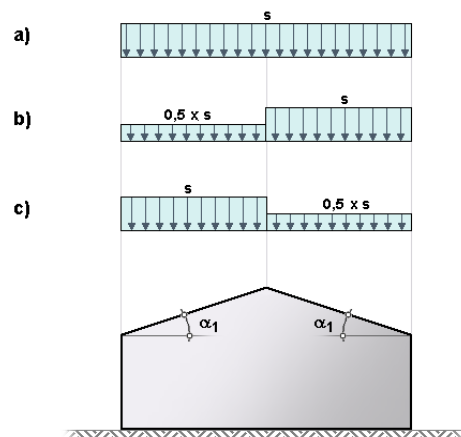
Schneelasten nach EC1-1-3:

Schneelast $s_k = 0,85 \text{ kN/m}^2$

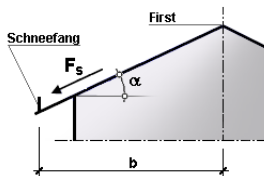
Schneelasten für das Dach (Normalfall):

$\mu_1(\alpha_1) = 0,80$ [-] (Schneefang vorhanden)

$s = 0,68 \text{ kN/m}^2$



Schneelasten für Lasten am Schneefang:



Abstand Schneefang vom First = 8,000 m

Schneelast $F_s = 0,663 \text{ kN/m}$

Schneelasten an Höhengsprüngen:

Höhenunterschied $h = 3,000 \text{ m}$

Breite Anbau $b_2 = 9,000 \text{ m}$

$\mu_1 = 0,80 [-]$

$\mu_s = 0,00 [-]$ (Schneefang oberes Dach --> kein Abrutschen möglich)

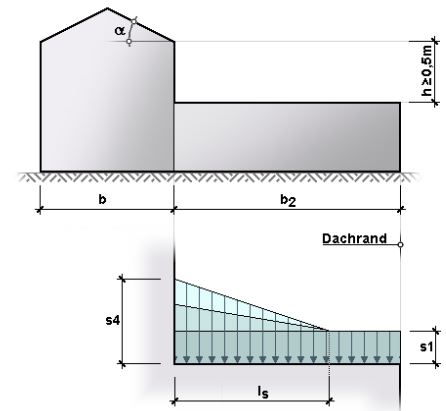
$\mu_w = 4,25 [-]$

$\mu_4 = 2,40 [-]$ ($0,8 \leq \mu_{e,w} \leq 2,4$) --> weil $\mu_{e,s} = 0$

Schneelast $s_1 = 0,680 \text{ kN/m}^2$

Schneelast $s_4 = 2,040 \text{ kN/m}^2$

Länge Verwehungskeil $l_s = 6,000 \text{ m}$



Schneelasten für Verwehung an Dachaufbauten:

Höhe des Dachaufbaus = $1,000 \text{ m}$

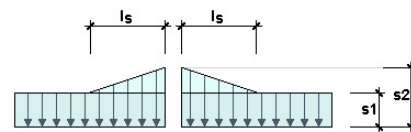
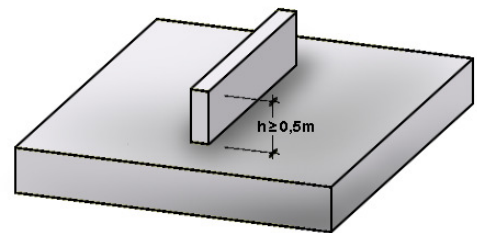
$\mu_1 = 0,80 [-]$

$\mu_2 = 2,00 [-]$

Schneelast $s_1 = 0,680 \text{ kN/m}^2$

Schneelast $s_2 = 1,700 \text{ kN/m}^2$

Länge Verwehungskeil $l_s = 5,000 \text{ m}$



Position: D-001b Lastzusammenstellung Dach - Binder-Kalzip
Ermittlung einer Bauteillast (V.31.1) nach EC1 (DIN EN 1991-1-1/NA)

Trapezblechsauswahl Positivlage 153/280 t=1,25 EFT und 153/280 t=1,00 ZFT bei 4kN/q

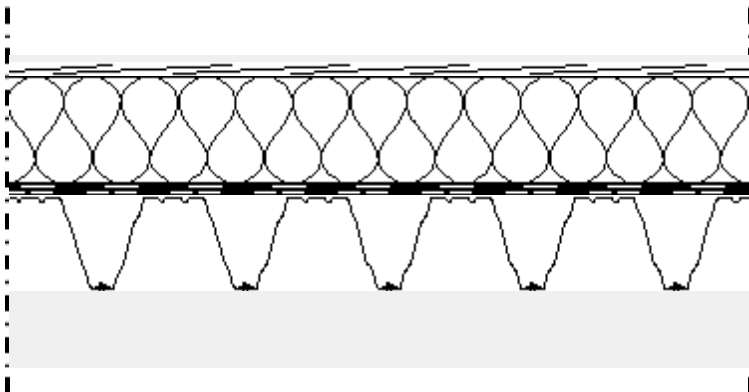
Bauteil:

Umkehrdach Sporthalle

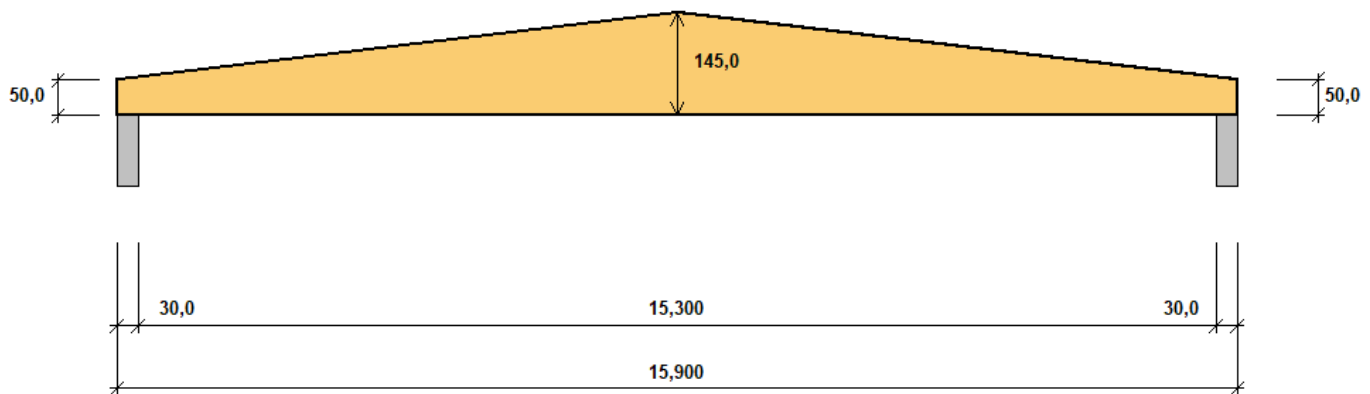
Bauteilschichten:

1. PV Anlage dachparallel	(1,000 * 0,200)	= 0,200 kN/m ²
2. Kalzip 65/305 t=1,2 exemplarisch	(0,05)	= 0,050 kN/m ²
3. Bauder PIR FA-TE Flachdachdämmung 50kg/m ³	(14,000 * 0,005)	= 0,070 kN/m ²
4. Polyestergewebe Typ I (Reißfestigkeit 3,0)	(0,008)	= 0,008 kN/m ²
5. Bitumen- und Polymerbitumen-Schweißbahn	(0,07)	= 0,070 kN/m ²
6. Trapezblech 150 / 1,25 (Positivlage)	(0,179)	= 0,179 kN/m ²
7. Installationslasten - Leuchten Lüftung	(1,000 * 0,200)	= 0,200 kN/m ²
	zur Rundung:	= 0,023 kN/m ²
	Summe:	= 0,800 kN/m²

Unmaßstäbliche Prinzipskizze:



Position: D-101-3 Brettschichtholzbinder Turnhalle - Ver 3
Brettschichtholzbinder (V.31.1) nach EC5 - NA Deutschland



Systemwerte :

Stützweite $L = 15,600 \text{ m}$

Binderabstand $e = 5,200 \text{ m}$

Binderart = gerader Satteldachbinder

Binderbreite $b = 18,0 \text{ cm}$

Binderhöhe $h_A = 50,0 \text{ cm}$

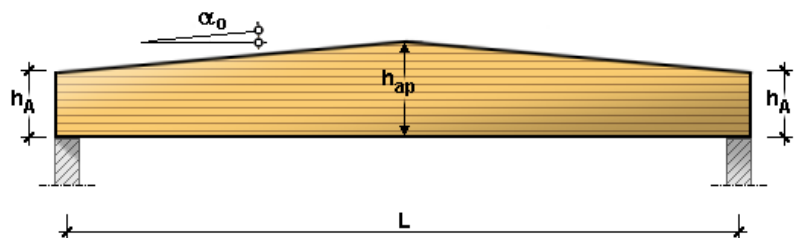
Binderhöhe $h_{ap} = 145,0 \text{ cm}$

Neigung Obergurt = $6,8^\circ$

Lamellendicke $t = 3,0 \text{ cm}$

Volumen = $0,2 \text{ m}^3$ Oberfläche = $0,0 \text{ m}^2$

Prinzipskizze



Lager	Lagerlänge [cm]	Lagerbreite [cm]	kc90 [-]
1	30,0	18,0	1,00
2	30,0	18,0	1,00

Querzugverstärkung:

Der Binder wird ohne Querzugverstärkungen ausgeführt!

Belastung:

Eigengewichtslasten:

Das Eigengewicht des Binders wird mit einer Wichte von $= 6,00 \text{ kN/m}^3$ angesetzt!

Dacheindeckung = $0,80 \text{ kN/m}^2 \text{ DFL}$

Dachausbau = $0,00 \text{ kN/m}^2 \text{ DFL}$

Schneelast: EC1-1-3

Ort = Sangerhausen - Stadt (Wippra)
 Schneelastzone = 2
 Höhe A über NN = 266 m
 Schneelast s_k = 0,85 kN/m² GFL
 Schneelast s = 0,68 kN/m² GFL ($\mu_{e,s} = 0,80$ [-])
 Kein Schneefanggitter vorhanden!

Windlast: EC1-1-4

Ort = Sangerhausen - Stadt (Wippra)
 Windlastzone = 2
 Bezugshöhe über Gelände = 7,500 m
 Geschwindigkeitsdruck q_{ref} = 0,39 kN/m²
 Geländekategorie: III = Vorstädte, Industriegebiete, Wälder
 Windstaudruck q = 0,58 kN/m²
 Dachform = Satteldach

Außendruckbeiwerte c_{pe} und Windlasten $w_{e,k}$:

Bei Sattel- und Pultdächern werden für die Bereiche F / G / H / I und J die positiven c_{pe} -Werte angesetzt.

Lasteinzugsfläche Binder = 81,12 m²

$e/10 = 1,50$ m $e/4 = 3,75$ m
 $e/10$ (90°) = 1,50 m $e/4$ (90°) = 3,75 m $e/2$ (90°) = 7,50 m

Bereich	$c_{pe,10}$ [-]	$c_{pe,1}$ [-]	c_{pe} [-]	$w_{e,k}$ [kN/m ²]
F(0°)	0,04	0,04	0,04	0,02
G(0°)	0,04	0,04	0,04	0,02
H(0°)	0,04	0,04	0,04	0,02
I(0°)	-0,56	-0,56	-0,56	-0,33
J(0°)	-0,67	-0,76	-0,67	-0,39
F(90°)	-1,53	-2,16	-1,53	-0,89
G(90°)	-1,30	-2,00	-1,30	-0,75
H(90°)	-0,66	-1,20	-0,66	-0,38
I(90°)	-0,60	-0,60	-0,60	-0,35

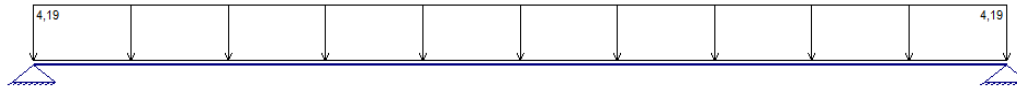
Außendruckbeiwerte / Windlasten für Wind auf Wand im Bereich der Binderstirnseiten:

$c_{pe,d} = 0,80$ / $w_{e,d} = 0,46$ kN/m² (Winddruckseite bei Anströmung unter 0° bzw. 180°)
 $c_{pe,s} = -0,50$ / $w_{e,s} = -0,29$ kN/m² (Windsogseite bei Anströmung unter 0° bzw. 180°)
 $c_{pe,s,90°} = -1,20$ / $w_{e,s,90°} = -0,70$ kN/m² (beidseitiger Windsog bei Anströmung unter 90°)

Nutzlasten q

KLED für Nutzlasten = mittel, aus Kategorie: A,B - Wohn-/Bürräume

Lasten gelten jeweils je Binder! Ständige Lasten ohne Eigengewicht Binder!

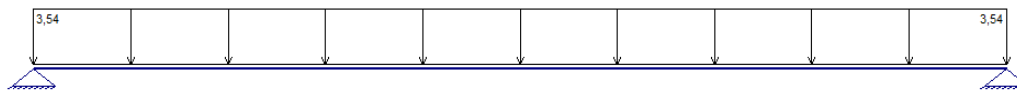


LF: LF 1 = ständige Lasten g



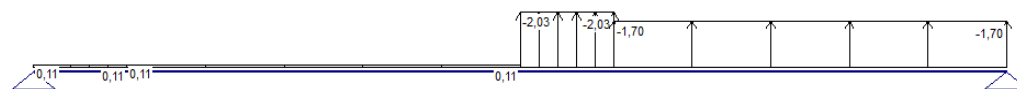
LF: LF 2 = Nutzlasten q

Lasten gelten jeweils je Binder!



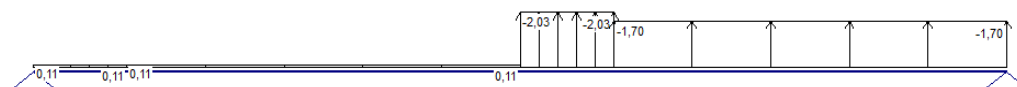
LF: LF 3 = Schneelasten s gleichmäßig

Lasten gelten jeweils je Binder!



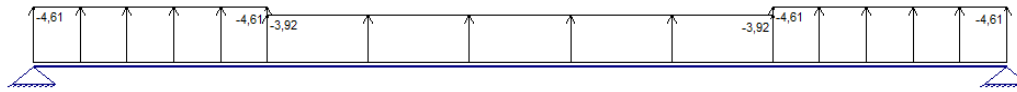
LF: LF 4 = Wind 0° Randbereich

Lasten gelten jeweils je Binder!



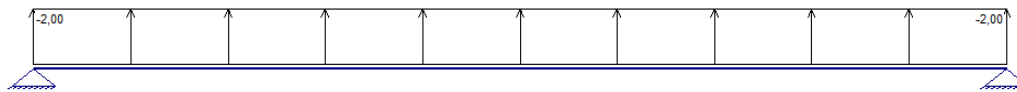
LF: LF 5 = Wind 0° Mittelbereich

Lasten gelten jeweils je Binder!



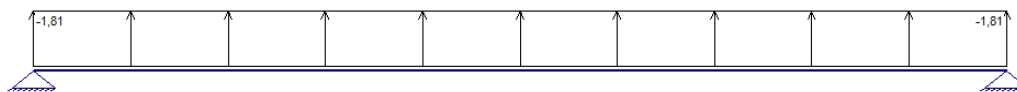
LF: LF 6 = Wind 90°, Rand-/Eckbereich

Lasten gelten jeweils je Binder!



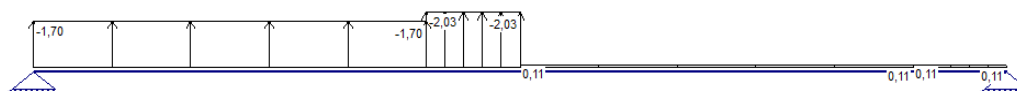
LF: LF 7 = Wind 90°, Bereich H

Lasten gelten jeweils je Binder!



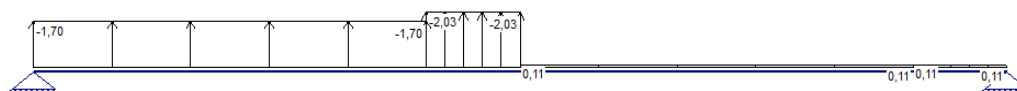
LF: LF 8 = Wind 90°, Bereich I

Lasten gelten jeweils je Binder!



LF: LF 9 = Wind 180° Randbereich

Lasten gelten jeweils je Binder!



LF: LF 10 = Wind 180° Mittelbereich

Vertikale Auflagerkräfte aus Einzellastfällen (charakt. Werte) [kN]:

LF 1 = LF g
 LF 2 = LF q
 LF 3 = LF s
 LF 4 = LF w,0°,Rand
 LF 5 = LF w,0°,Mitte
 LF 6 = LF w,90°,Rand
 LF 7 = LF w,90°,H
 LF 8 = LF w,90°,I
 LF 9 = LF w,180°,Rand
 LF 10 = LF w,180°,Mitte



Lager	F LF 1	F LF 2	F LF 3	F LF 4	F LF 5	F LF 6	F LF 7	F LF 8	F LF 9	F LF 10
1	40,8	0,0	27,6	-2,9	-2,9	-33,2	-15,6	-14,1	-10,0	-10,0
2	41,0	0,0	27,6	-10,0	-10,0	-33,2	-15,6	-14,1	-2,9	-2,9

Horizontale Auflagerkräfte aus Einzellastfällen (charakt. Werte) [kN]:

Lastfallzuordnung s. bei vertikalen Auflagerkräften

Mit Ansatz der Windkräfte auf die Stirnseiten der Binder!

Lager	F LF 1	F LF 2	F LF 3	F LF 4	F LF 5	F LF 6	F LF 7	F LF 8	F LF 9	F LF 10
1	0,0	0,0	0,0	-1,9	-1,9	0,0	0,0	0,0	1,9	1,9
2	0,0	0,0	0,0	-1,9	-1,9	0,0	0,0	0,0	1,9	1,9

Maximale Feldschnittgrößen (gamma-fach) aus LFK:

max.N,d = 0,00 [kN] bei x = 0,000 m vom linken Lager
 min.N,d = 0,00 [kN] bei x = 0,000 m vom linken Lager
 max.My,d = 383,65 [kNm] bei x = 7,800 m vom linken Lager
 min.My,d = -21,50 [kNm] bei x = 7,254 m vom linken Lager
 |max.Vz,d| = 96,71 [kN] bei x = 15,600 m vom linken Lager

Bemessung nach EC5:**Brettschichtholz GL28c**

E0,mean = 12500,000 N/mm²

f_{m,k} = 28,00 N/mm²

f_{v,k} = 3,50 N/mm²

f_{c,90,k} = 2,50 N/mm²

f_{t,90,k} = 0,50 N/mm²

f_{c,0,k} = 24,00 N/mm²

f_{t,0,k} = 19,50 N/mm²

γ_M = 1,300 [-]

Bemessungsparameter:

- ☒ Nutzungsklasse NKL = 1
- ☒ f_{m,d} wird für BSH mit h<600 mm erhöht!
- ☒ zul.w_{inst} = l/300
- ☒ zul.w_{fin} = l/200
- ☒ zul.w_{net,fin} = l/250
- ☒ Es werden nur positive, resultierende Verformungen beim Nachweis angesetzt!
- ☒ Es wird keine Überhöhung vorgegeben!
- ☒ Schubnachweis wird bei x = h geführt (außer bei auflagnahen Einzellasten)
- ☒ beim Nachweis der Auflagerpressung wird der Überstand mit max. 30 mm berücksichtigt
- ☒ Biegedrillknick-Nachweis wird nicht geführt! (BDK durch entsprechende Halterung verhindert)

Nachweise:**Biegung/Längskraft Feld: $\eta = 0,54 < 1,00$**

$k_{\text{mod}} = 0,90$ [-]
 Bemessung bei $x = 12,870$ m vom linken Lager
 $M_{y,d} = 219,72$ kNm / $N_d = 0,00$ kN (LFK = $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot s$)
 $W_{y,\text{maßg}} = 20791,69$ cm³
 $A_{\text{maßg}} = 1498,50$ cm²
 $k_{\text{m,Beiwert}} = 1,00$ [-]
 $\alpha = 0,00^\circ$
 $\sigma_{\text{maßg,oben}} = -10,57$ N/mm²
 $\sigma_{\text{maßg,unten}} = 10,57$ N/mm²

Querkraft Auflager: $\eta = 0,72 < 1,00$

$k_{\text{mod}} = 0,90$ [-]
 $k_{\text{cR}} = 0,71$ [-]
 Bemessung bei $x = 14,898$ m vom linken Lager
 $|V_{z,d}| = 88,43$ kN (maßg. LFK = $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot s$)
 $A_{v,\text{maßg}} = 752,79$ cm²
 $\tau_{\text{maßg}} = 1,76$ N/mm²

Querkraft + Torsion Auflager: $\eta = 0,83 < 1,00$

$k_{\text{mod}} = 0,90$ [-]
 $k_{\text{shape}} = 1,16$ [-]
 Bemessung bei $x = 14,898$ m vom linken Lager
 $|V_{z,d}| / |M_{T,d}| = 88,43$ kN / 4,80 kNm
 $A_v = 752,79$ cm² ($h = 58,6$ cm)
 $W_T = 5338,65$ cm³

Auflagerpressung: $\max.\eta = 0,94 < 1,00$

$k_{\text{mod}} = 0,90$ [-]

Lager	$F_{d,z}$ [kN]	$\sigma_{c,90,z}$ [N/mm ²]	A_{ef} [cm ²]
1	96,0	1,62	594,0
2	97,0	1,63	594,0

Biegespannung First: $\max.\eta = 0,38 < 1,00$

$k_{\text{mod}} = 0,90$ [-]
 $k_r = 1,00$ [-]
 $k_l = 1,24$ [-]
 $M_{ap,d} = 383,65$ kNm (LFK = $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot s$)
 $W_{ap,\text{netto}} = 63075,00$ cm³
 $\sigma_{m,d} = 7,57$ N/mm²

Querzugnachweis First: $\max.\eta = 0,62 < 1,00$

$k_{\text{mod}} = 0,90$ [-]
 $k_{dis} = 1,40$ [-]
 $k_{vol} = 0,49$ [-]
 $V_0 = 0,01$ m³
 $V = 0,37$ m³
 $M_{ap,d} = 383,65$ kNm (LFK = $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot s$)
 $W_{ap} = 63075,00$ cm³
 $k_p = 0,024$ [-]
 $\sigma_{t,90,d} = 0,15$ N/mm²

Interaktion Querzug/Schub First: $\max.\eta = 0,62 < 1,00$

$k_{\text{mod}} = 0,90$ [-]
 $M_{ap,d} = 383,65$ kNm (LFK = $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot s$)
 $Q_{ap,d} = 0,14$ kN
 $\tau_{u,d} = 0,00$ N/mm²

Durchbiegung: $\max.\eta = 0,53 < 1,00$ Feld: ext.w,inst = 2,77 cm ($\eta = 0,53$)Feld: ext.w,fin = 3,77 cm ($\eta = 0,48$)Feld: ext.w,net,fin = 2,67 cm ($\eta = 0,42$)

kdef = 0,600

Lagerverdrehungen an den Lagerknoten für Einzellastfälle:

	Lager links		Lager rechts	
Lastfall	Phi(k) [rad]	Phi(k) [°]	Phi(k) [rad]	Phi(k) [°]
LF 1 = ständige Lasten g	0,00518	0,29658	-0,00467	-0,26739
LF 2 = Nutzlasten q	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
LF 3 = Schneelasten s gleichmäßig	0,00344	0,19681	-0,00309	-0,17695
LF 4 = Wind 0° Randbereich	-0,00060	-0,03417	0,00089	0,05124
LF 5 = Wind 0° Mittelbereich	-0,00060	-0,03417	0,00089	0,05124
LF 6 = Wind 90°, Rand-/Eckbereich	-0,00404	-0,23155	0,00363	0,20801
LF 7 = Wind 90°, Bereich H	-0,00194	-0,11142	0,00175	0,10017
LF 8 = Wind 90°, Bereich I	-0,00176	-0,10072	0,00158	0,09056
LF 9 = Wind 180° Randbereich	-0,00103	-0,05894	0,00057	0,03251
LF 10 = Wind 180° Mittelbereich	-0,00103	-0,05894	0,00057	0,03251

Sognachweis für Binder:

Abminderungsfaktor für LF g = 0,80 [-] (für trockene Konstruktion, fehlenden Ausbau usw.)

Lager	F,g-Dach [kN]	S,Sog [kN]	Fd,abheb. [kN]
1	32,64	-33,20	20,42
2	32,80	-33,20	20,28

maximal erforderliche Kraft Fd,abheb. = 20,42 kN

Fd,abheb. = 1,50 x F(LF w) - 0,90 x F(LF g) x Abminderungsfaktor

D-102 Trapezblechbemessung mit Scheibenaussteifung

1. Systembeschreibung

Die Dachhaut wird aus Stahltrapezblechen **MÜNKER M 150/280**, Stahlgüte S320GD, **t = 1,25 mm**, Positivlage hergestellt. Die Trapezbleche sind quer zu den Brettschichtholzbindern verlegt und spannen als Einfeldträger zwischen den Bindern.

Zusätzlich werden die Trapezbleche als **aussteifende Dachscheibe** zur Ableitung horizontaler Lasten herangezogen.

- Spannweite Trapezblech (vertikal): **L = 5,10 m**
- Anzahl Felder Dachscheibe: **3 × 5,10 m**
- Dachabmessungen: **15,3 m × 15,3 m**
- Scheibenhöhe: **h = 15,3 m**
- Gebäudehöhe: **6,5 m**
- Dachneigung: **7°**
- Windzone: **2**
- Schneelastzone: **2**
- Geländekategorie: **III**
- Scheibenrand: **umlaufender Stahlbeton-Ringbalken**
- Innenauflagerlinien: **Brettschichtholzbinder GL28c**

2. Vertikale Bemessung Trapezblech (Dachlasten)

2.1 Einwirkungen

Die ständigen Lasten beinhalten bereits das Eigengewicht des Trapezblechs.

- Ständige Last:
 $g = 0,80 \text{ kN/m}^2$
- Schneelast:
 $s = 0,68 \text{ kN/m}^2$

Charakteristische Gesamtlast:

$$q_k = g + s = 1,48 \text{ kN/m}^2$$

2.2 System

- Einfeldträger
- Spannweite $L = 5,10 \text{ m}$
- Auflager auf Brettschichtholzbindern

2.3 Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweis

Der Nachweis erfolgt über die Belastungstabellen des Herstellers MÜNKER für das Profil **M 150/280**, **t = 1,25 mm**, **Positivlage**, System 1-Feld, Auflagerbreite 40/40 mm.

Interpolierte zulässige Flächenlasten für $L = 5,10 \text{ m}$:

- zulässige Last Tragfähigkeit (frei):
 $q_{\text{zul, frei}} \approx 5,93 \text{ kN/m}^2$
- zulässige Last Durchbiegung $L/300$:
 $q_{\text{zul, } L/300} \approx 2,84 \text{ kN/m}^2$

Vergleich:

- Tragfähigkeit:
 $\eta = 1,48 / 5,93 \approx 0,25 \rightarrow \text{erfüllt}$
- Gebrauchstauglichkeit:
 $\eta = 1,48 / 2,84 \approx 0,52 \rightarrow \text{erfüllt}$

2.4 Vertikale Linienlast auf die Binder

Die charakteristische Linienlast je Brettschichtholzbinder ergibt sich zu:

$$w_k = q_k \cdot L / 2 = 1,48 \cdot 5,10 / 2 = \mathbf{3,77 \text{ kN/m}}$$

3. Scheibenbemessung (horizontale Aussteifung)

3.1 Horizontale Einwirkungen

- Stabilisierungslast:
 $q = 1,56 \text{ kN/m}$
- Windlast in Scheibenebene:
 $w = 1,50 \text{ kN/m}$

Gesamte horizontale Linienlast:

$$p = q + w = 3,06 \text{ kN/m}$$

Gesamthorizontallast der Dachscheibe:

$$P = p \cdot 15,3 = \mathbf{46,8 \text{ kN}}$$

3.2 Scheibenmodell

Die Dachscheibe wird als Durchlaufträger über drei gleich große Felder mit je $5,10 \text{ m}$ Spannweite angesetzt.

Auflager: - Randaufleger: Ringbalken aus Stahlbeton - Innenaufleger: Brettschichtholzbinder GL28c

Ergebnisse aus dem Durchlaufträgersystem:

- Innenauflegerreaktionen:
 $R_B = R_C \approx 17,17 \text{ kN}$

- Randauflagerreaktionen:
 $R_A = R_D \approx 6,24 \text{ kN}$
- Maßgebende Querkraft:
 $V_{\max} \approx 17,17 \text{ kN}$
- Maßgebendes negatives Moment über Innenauflagern:
 $M_{\max} \approx 7,96 \text{ kNm}$

3.3 Schubfluss und Gurtkräfte

Schubfluss der Dachscheibe:

$$v = V_{\max} / h = 17,17 / 15,3 \approx \mathbf{1,12 \text{ kN/m}}$$

Gurtkraft in den Scheibenrändern:

$$N = M_{\max} / h \approx \mathbf{0,52 \text{ kN}}$$

Die maßgebende Beanspruchung der Dachscheibe ist der Schubfluss; die Gurtkräfte sind gering.

4. Konstruktive Ausbildung und Befestigung

4.1 Befestigung Trapezblech

- Trapezblech → Stahlbeton-Ringbalken:
ETA-zugelassene Betonschrauben mit Kalotte und EPDM-Dichtung
- Trapezblech → Brettschichtholzbinde GL28c:
Profilblech-Holzschrauben mit Kalotte und EPDM-Dichtung
- Längsstöße Blech–Blech:
Nahtschrauben (Stitching)

4.2 Stoßausbildung

- Querstöße (Endüberlappungen, alle 1,0 m):
zweireihige Verschraubung, Schraubenabstand ca. 150–200 mm
- Längsstöße über den Bindern:
zusätzliches Stitching, Schraubenabstand ca. 200–300 mm in Randzonen und 300–500 mm im Feld

Der ermittelte Schubfluss von $v \approx 1,12 \text{ kN/m}$ wird durch die gewählten Befestigungsraaster sicher aufgenommen. Maßgebend für die Befestigungsdichte ist in der Regel der Windsog.

5. Detailbefestigungsplan (LPH 5)

5.1 Allgemeine Grundsätze

Die Befestigung der Trapezbleche erfolgt so, dass sowohl die **vertikale Tragwirkung** (Eigengewicht, Schnee) als auch die **horizontale Scheibenwirkung** (Schubfluss) und der **Windsog** sicher aufgenommen werden. Maßgebend für die Befestigungsdichte ist in der Regel der Windsog gemäß Windzone 2; der rechnerisch ermittelte Scheibenschubfluss von $v \approx 1,12 \text{ kN/m}$ wird durch die nachfolgenden Raster deutlich unterschritten.

Alle Befestiger sind gemäß Herstellerangaben und ETA zu bemessen und einzubauen (Randabstände, Setztiefe, Kalottenausbildung).

5.2 Befestigung Trapezblech → Stahlbeton-Ringbalken (Scheibenrand)

- Befestigung in der Hochsicke mit Kalotte und EPDM-Dichtung
- ETA-zugelassene Betonschrauben

Befestigungs raster: - Eckzonen (ca. $3,0 \text{ m} \times 3,0 \text{ m}$): $a = 150 \text{ mm}$ - Randzonenstreifen (Breite ca. $3,0 \text{ m}$): $a = 200 \text{ mm}$ - Feldzone: $a = 300 \text{ mm}$

Die Randbefestigung übernimmt die Funktion des **Scheibensammlers** und leitet die Horizontallasten in den Ringbalken ein.

5.3 Befestigung Trapezblech → Brettschichtholz binder GL28c (Innenauflegerlinien)

- Befestigung in der Hochsicke mit Profilblech-Holzschrauben
- Kalotte und EPDM-Dichtung
- ausreichende Einschraubtiefe in das Brettschichtholz

Befestigungs raster: - Eckzonen: $a = 200 \text{ mm}$ - Randzonenstreifen: $a = 300 \text{ mm}$ - Feldzone: $a = 500 \text{ mm}$

Die Befestigung dient sowohl der **vertikalen Lastabtragung** als auch der **Einleitung der Scheibenschubkräfte** in die Innenauflegerlinien.

5.4 Längsstöße (Blech–Blech, über den Bindern)

- Ausführung als Überlappungsstoß
- Zusätzliche Nahtschrauben (Stitching)

Schraubenabstände: - Rand- und Eckzonen: $a = 200\text{--}300 \text{ mm}$ - Feldzone: $a = 300\text{--}500 \text{ mm}$

Die Längsstöße stellen die durchgehende Schubübertragung innerhalb der Dachscheibe sicher.

5.5 Querstöße / Endüberlappungen

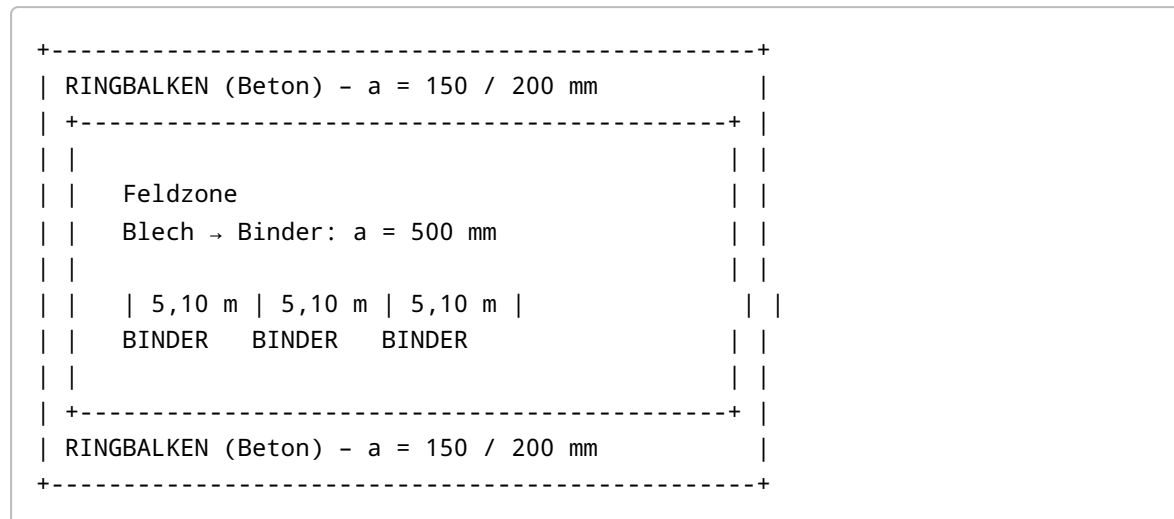
- Querstöße in Abständen von ca. $1,0 \text{ m}$
- zweireihige Verschraubung in der Überlappung

Schraubenabstände: - Feldzone: $a = 200 \text{ mm}$ - Rand- und Eckzonen: $a = 150 \text{ mm}$

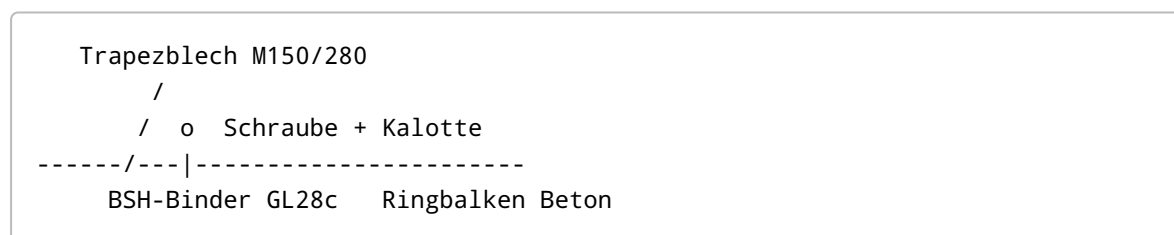
Die Querstöße sind so auszubilden, dass der rechnerisch erforderliche Schub von ca. 1,12 kN/m Stoßlänge sicher übertragen wird.

5.6 Schematische Befestigungsskizze (Ausführung)

Draufsicht Dachscheibe (15,3 m × 15,3 m):



Schnitt Trapezblech - Auflager:



6. Ergebnis

Das Trapezblech **MÜNKER M 150/280**, **t = 1,25 mm** ist für die angesetzten vertikalen Lasten ausreichend tragfähig und gebrauchstauglich.

Die Dachhaut ist mit dem dargestellten Befestigungskonzept als **aussteifende Dachscheibe** geeignet. Die horizontale Lastabtragung erfolgt normgerecht über die Trapezbleche in den umlaufenden Stahlbeton-Ringbalken sowie in die Brettschichtholzbinder GL28c und weiter in das aussteifende Tragwerk.

Die Position **D-102 Trapezblechbemessung mit Scheibenaussteifung** ist einschließlich Detailbefestigungsplan statisch nachgewiesen.

Position: D-105 Deckenplatte 3-seitig lagernd

Stahlbetonplatte - dreiseitig (V.31.1) nach EC2 + NA Deutschland

Die Bemessung wird mit $d=18\text{cm}$ vorgenommen. Gemäß Plan sind 25cm angedacht. Als ständige Einwirkung wird die Höhendifferenz von 7cm zzgl. Dachaufbau von $1,25\text{ kN/qm}$ berücksichtigt. Zusammen also ca. $3,00\text{kN/qm}$. Schnee wird mit $1,3\text{ kN/qm}$ ang

Beton: C25/30

Betonstahl: B500 (A,B)

$d1 = 4,00\text{ cm}$ (Achsabstand unten)

$d2 = 4,00\text{ cm}$ (Achsabstand oben)

Betondeckung $c_{vl,unten} = 3,5\text{ cm}$

Betondeckung $c_{vl,oben} = 3,5\text{ cm}$

Stützweite $L_x = 2,700\text{ m}$

Stützweite $L_y = 1,750\text{ m}$

Plattendicke $h = 18,0\text{ cm}$

--> gelenkig gelagert

Flächenlast $g = 3,000\text{ kN/m}^2$

Flächenlast $q = 1,500\text{ kN/m}^2$

Randlinienlast $g_r = 5,000\text{ kN/m}$ (über Gesamtlänge)

Randlinienlast $q_r = 1,000\text{ kN/m}$ (über Gesamtlänge)

Randmoment $m_g = 0,000\text{ kNm/m}$ (über Gesamtlänge)

Randmoment $m_q = 0,000\text{ kNm/m}$ (über Gesamtlänge)

Das Eigengewicht der Stahlbetonplatte wird automatisch berücksichtigt!

Auflagerkräfte (ohne Sicherheitsbeiwerte):

$g_1 = 10,13\text{ kN/m}$

$q_1 = 2,03\text{ kN/m}$

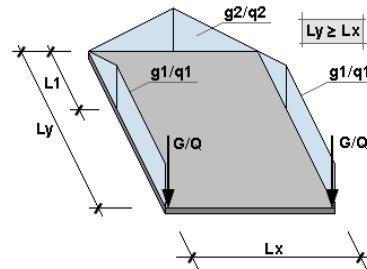
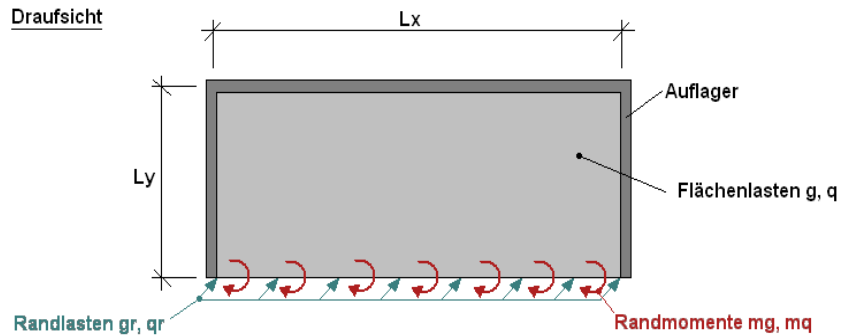
$g_2 = 10,13\text{ kN/m}$

$q_2 = 2,03\text{ kN/m}$

$G = 6,75\text{ kN}$ (aus Randlast)

$Q = 1,35\text{ kN}$ (aus Randlast)

Abschnittslänge $L_1 = 1,350\text{ m}$



Bemessung: (Plattenberechnung nach STIGLAT / WIPPEL)

$as_{x,1,u} = 1,03\text{ cm}^2/\text{m}$, $as_{x,1,o} = 0,00\text{ cm}^2/\text{m}$ ($M_{Ed} = 6,47\text{ kNm/m}$)

$as_{y,1,u} = 0,20\text{ cm}^2/\text{m}$, $as_{y,1,o} = 0,00\text{ cm}^2/\text{m}$ ($M_{Ed} = 1,27\text{ kNm/m}$)

$as_{x,2,u} = 1,86\text{ cm}^2/\text{m}$, $as_{x,2,o} = 0,00\text{ cm}^2/\text{m}$ ($M_{Ed} = 11,58\text{ kNm/m}$)

$as_{y,3,u} = 0,00\text{ cm}^2/\text{m}$, $as_{y,3,o} = 0,00\text{ cm}^2/\text{m}$ ($M_{Ed} = 0,00\text{ kNm/m}$)

Konstruktiv: $as_{Drill} = 1,03\text{ cm}^2/\text{m}$ (Drillbewehrung oben in Ecken)

Mindestbewehrung nach EC2 nicht erfasst.

$zul.ds = 13,0\text{ mm}$ ($w_{max} = 0,4\text{ mm}$)

Keine Querkraftbewehrung erforderlich!

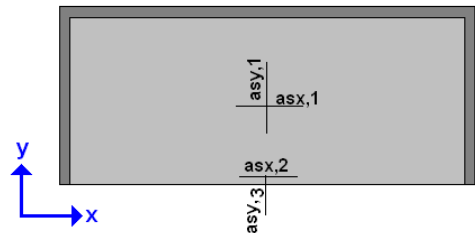
$V_{Ed} = 22,41\text{ kN}$

$\cot(\Theta) = 3,0$

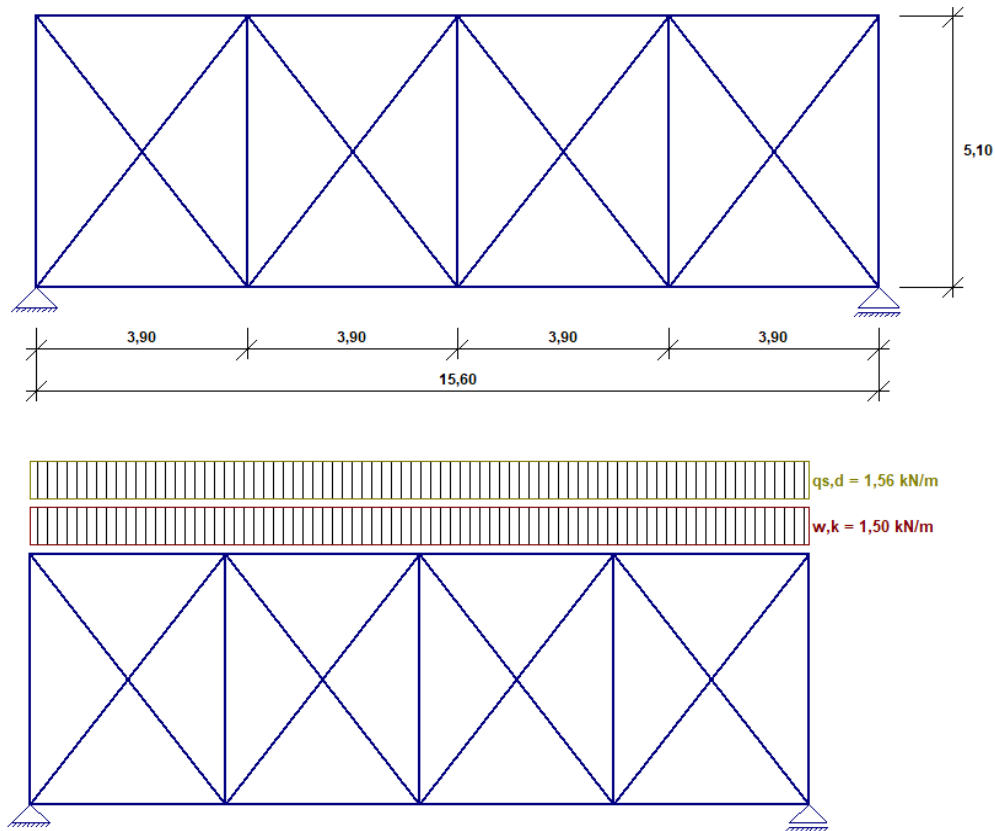
$v_{Rd,c} = 46,78\text{ kN/m}$

$v_{Rd,max} = 270,66\text{ kN/m}$

$b_{eff} = 68\text{ cm}$ (mitwirkende Breite für Querkraft am Lager)



Position: D-605 Aussteifungsverband Turnhalle
Dachverband-Holz (V.31.2) nach EC5/EC3 - NA Deutschland



Systemwerte :

Anzahl Verbandsfelder $n_V = 4$
 Verbandslänge $L = 15,600 \text{ m}$
 Verbandshöhe $H = 5,100 \text{ m}$
 Anzahl der Aussteifungsverbände = 1
 Anzahl der auszusteifenden Binder = 5
 Binder = Rechteckbinder mit $b \times h = 18,0 \times 145,0 \text{ cm}$ aus Brettschichtholz GL28c

Diagonalen: (Nummerierung von links nach rechts)

Diagonalen werden mit Druckstabausfall berechnet
 Diagonalen werden je Feld als Kreuze angeordnet
 Diagonalen werden nachfolgend nachgewiesen (s. Pkt. Berechnung/Bemessung)
 Eigengewicht der Diagonalen wird nicht angesetzt

Verbandsfeld	Querschnitt $b \times h$ / Profil	Material	f_{yk} [N/mm ²] (Stahl)
1	Rundstahl $d = 16,0 \text{ mm}$	S235	235,0
2	Rundstahl $d = 16,0 \text{ mm}$	S235	235,0
3	Rundstahl $d = 16,0 \text{ mm}$	S235	235,0
4	Rundstahl $d = 16,0 \text{ mm}$	S235	235,0

Verbandspfosten: (Nummerierung von links nach rechts)

Pfosten werden nachfolgend nachgewiesen (s. Pkt. Berechnung/Bemessung)
 Eigengewicht der Pfosten wird für Biegung mit 5,00 kN/m³ angesetzt

Pfosten Nr.	Querschnitt b x h	Material
1	10,0 x 16,0 cm	Brettschichtholz GL24c
2	10,0 x 16,0 cm	Brettschichtholz GL24c
3	10,0 x 16,0 cm	Brettschichtholz GL24c
4	10,0 x 16,0 cm	Brettschichtholz GL24c
5	10,0 x 16,0 cm	Brettschichtholz GL24c

Belastung:

Biegemoment im Binder $M_d = 385,00 \text{ kNm}$
 Windkraft $w_k = 1,50 \text{ kN/m}$ (charakt. Wert, je Verband)

Berechnung:

Automatische Ermittlung der Aussteifungslast $q_{s,d}$
 Beiwert $k_l = 0,981$ [-]
 Kipplänge unausgesteifter Binder = 15,600 m
 Kippbeiwert $k_{crit} = 0,438$ [-]
 $q_{s,d} = 1,56 \text{ kN/m}$

Lagerreaktionen (je Verband):

Lagerreaktion F_k aus Wind linkes Lager = 11,70 kN (für Weiterleitung)
 Lagerreaktion F_k aus Wind rechtes Lager = 11,70 kN (für Weiterleitung)
 Lagerreaktion F_d aus Stabilität Lager links = 12,20 kN
 Lagerreaktion F_d aus Stabilität Lager rechts = 12,20 kN
 (aus Stabilität i.A. keine weiterzuleitenden Lasten)

Prüfung Verbandsdurchbiegung:

maximale Verbandsdurchbiegung $w = 0,7 \text{ cm} \leq L/500 \rightarrow$ Verfahren anwendbar

Längskräfte N,d / Momente M,d Diagonalen: (Nummerierung von links nach rechts)

Verbandsfeld	min.N,d [kN]	max.N,d [kN]	max.M,d [kNm]
1	0,00	28,48	0,00
2	0,00	8,89	0,00
3	0,00	8,89	0,00
4	0,00	28,48	0,00

Längskräfte N,d / Momente M,d Pfosten: (Nummerierung von links nach rechts)

Pfosten	min.N,d [kN]	max.N,d [kN]	max.M,d [kNm]
1	-29,13	0,00	0,35
2	-23,23	0,00	0,35
3	-14,14	0,00	0,35
4	-23,23	0,00	0,35
5	-29,13	0,00	0,35

Gurtkräfte im Binder aus Verband:

max.Gurtkraft aus LF Wind: $|N,k| = 8,93 \text{ kN}$

max.Gurtkraft aus LF Stabilität: $|N,d| = 9,31 \text{ kN}$

max.Gurtkraft aus Überlagerung: $|N,d| = 22,70 \text{ kN}$

Bemessung nach EC3-1-1 / EC5-1-1:

$\gamma_{M0} = 1,00$ [-] (Stahl)

$\gamma_{M1} = 1,10$ [-] (Stahl)

$\gamma_M = 1,30$ [-] (Holz)

$k_{mod} = 0,90$ [-] (Holz)

$f_{t0,k}$ und $f_{m,k}$ für Holzbauteile werden in Abhängigkeit vom Querschnitt nach DIN EN 1995-1-1 erhöht

Diagonalen: (Nummerierung von links nach rechts)

Verbandsfeld	max.eta,Zug [-]	max.eta,Druck/Knicken_ _y [-]	max.eta,Druck/Knicken_ _z [-]
1	0,60	0,00	0,00
2	0,19	0,00	0,00
3	0,19	0,00	0,00
4	0,60	0,00	0,00

Pfosten: (Nummerierung von links nach rechts)

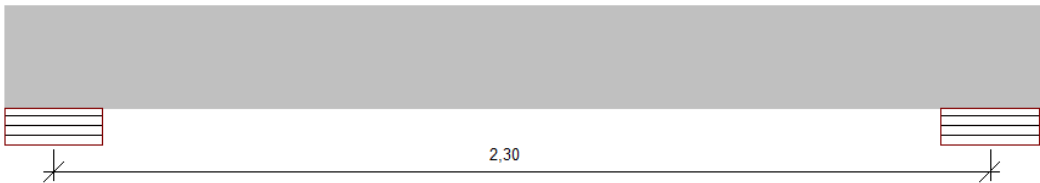
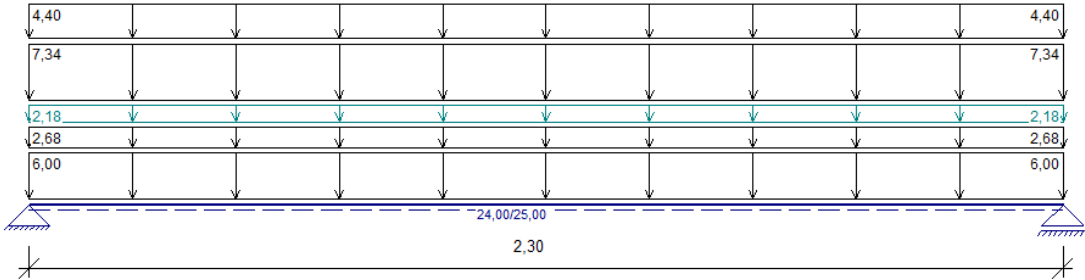
Pfosten	max.eta,Zug [-]	max.eta,Druck/Knicken_ _y [-]	max.eta,Druck/Knicken_ _z [-]
1	0,00	0,42	0,94
2	0,00	0,35	0,75
3	0,00	0,23	0,46
4	0,00	0,35	0,75
5	0,00	0,42	0,94

Position: E-201 Sturz Turnhallenzugang
Stahlbetonträger (V.31.1) nach EC2 + NA Deutschland

veränderliche Einwirkungen

ständige Einwirkungen

→ Eigengewicht mit 25,0 kN/m² berücksichtigt

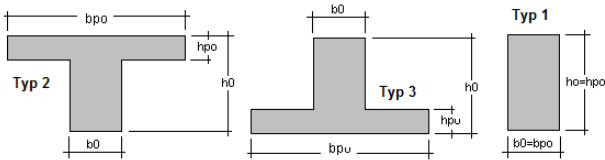


Systemwerte :

links gelenkig gelagert

rechts gelenkig gelagert

Feld	Feldlänge [m]	b0 [cm]	h0 [cm]	bpo/u [cm]	hpo/u [cm]	QS-Typ
1	2,300	24,00	25,00	24,00	25,00	1



Lager	Lagerung	Länge [cm]
1	direkt	24,0
2	direkt	24,0

Belastung: (EWA = Einwirkungsart)

Einwirkungsart 1=Wohn-/Aufenthaltsräume
Einwirkungsart 2=Büros
Einwirkungsart 3=Versammlungsräume
Einwirkungsart 4=Verkaufsräume
Einwirkungsart 5=Lagerräume
Einwirkungsart 6=Schneelasten $H \leq 1000\text{m NN}$
Einwirkungsart 7=Schneelasten $H > 1000\text{m NN}$
Einwirkungsart 8=Windlasten
Einwirkungsart 9=Temperatur (nicht Brand)
Einwirkungsart 10=Kategorie F ($F \leq 30\text{ kN}$)
Einwirkungsart 11=Kategorie G ($F \leq 160\text{ kN}$)
Einwirkungsart 12=Kategorie H (Dächer)
Einwirkungsart 13=sonstige Einwirkungen
Einwirkungsart 14=Wind alternativ zu Nr.8
Einwirkungsart 15=Erdbeben

g über Gesamtlänge = 0,000 kN/m

q über Gesamtlänge = 0,000 kN/m aus Einwirkungsart 1

Eigengewicht der Konstruktion wird mit 25,0 kN/m³ berücksichtigt

Schnee- u. Windlasten werden nicht feldweise angesetzt, sondern als Vollast!

Lastarten : 1 = Einzellast 2 = Gleichlast 3 = Einzelmoment 4 = Trapezlast 5 = Teiltrapezlast

Nr.	Art	Feld	G links	Q links	G rechts	Q rechts	Abstand [m]	Lastlänge [m]	EWA	Faktor	Bemerkung
1	2	1	6,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1	1,000	Binderersatz
2	2	1	0,800	0,650	0,000	0,000	0,000	0,000	6	3,350	Dach 3,35m
3	2	1	2,190	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	6	3,350	Ringbalken
4	2	1	4,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	6	1,100	Übermauerung

Feldschnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten):

Feld	max.MEd [kNm]	min.MEd [kNm]	abs.max.VEd [kN]
1	21,724	0,000	37,782

Lagerschnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten):

Lager	min.MEd [kNm]	max.MEd [kNm]	min.VEd-li. [kN]	max.VEd-li. [kN]	min.VEd-re. [kN]	max.VEd-re. [kN]
1	0,000	0,000				37,782
2	0,000	0,000	-37,782			

Auflagerkräfte (ohne Teilsicherheitsbeiwerte):

Lager	max.F [kN]	min.F [kN]	F aus g [kN]	F aus q* [kN]	Vollast g+q [kN]
1	27,71	25,20	25,20	2,50/0,00	27,71
2	27,71	25,20	25,20	2,50/0,00	27,71

Auflagerkräfte für Einzellastfälle [kN] (charakt.), maximale Werte:

Lager	LF g	EWA 1	EWA 2	EWA 3	EWA 4	EWA 5	EWA 6	EWA 7	EWA 8/14	EWA 9	EWA 10	EWA 11	EWA 12	EWA 13	EWA 15
1	25,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	25,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Auflagerkräfte für Einzellastfälle [kN] (charakt.), minimale Werte:

Lager	LF g	EWA 1	EWA 2	EWA 3	EWA 4	EWA 5	EWA 6	EWA 7	EWA 8/14	EWA 9	EWA 10	EWA 11	EWA 12	EWA 13	EWA 15
1	25,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	25,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Stahlbetonträger (V.31.1) nach EC2 + NA Deutschland:

Beton: C25/30

Betonstahl: B500 (A,B)

d1 = 5,00 cm (Achsabstand Bewehrung unten) --> Betondeckung c,vl,unten = 3,5 cm

d2 = 5,00 cm (Achsabstand Bewehrung oben) --> Betondeckung c,vl,oben = 3,5 cm

- ☒ Grenze $x/d \leq 0.45$ eingehalten (Biegung)
- ☒ Stützmomente am Anschnitt ermittelt (Mindestmomente berücksichtigt)
- ☒ Längsbewehrung nicht gestaffelt
- ☒ Mindestbewehrung berücksichtigt
- ☒ an Endauflagern wird eine Bewehrung gemäß DIN EN 1992-1-1, 9.2.1.2 (1) ermittelt

Biegebewehrung Stützen: (an Endauflagern mit Berücksichtigung von 9.2.1.2 (1))

Stütze	erf.As oben [cm ²]	erf.As unten [cm ²]	min.As [cm ²]	Mbem [kNm]
1	0,61	0,00		5,43
2	0,61	0,00		5,43

*) Mindestmoment nach EC2

Biegebewehrung Felder :

Feld	erf.As oben [cm ²]	erf.As unten [cm ²]	min.As [cm ²]
1	0,00	2,69	0,72

Bewehrung am Endauflager:

Erforderliche Bewehrung für Verankerung am linken Endauflager = 1,31 cm²

Erforderliche Bewehrung für Verankerung am rechten Endauflager = 1,31 cm²

Querkraftbewehrung: (VRd,c,min wird angesetzt, ggfs. gewählte Bewehrung wird angesetzt)

Stütze	asw-links [cm ² /m]	asw-rechts [cm ² /m]	min.asw-links [cm ² /m]	min.asw-rechts [cm ² /m]
1	0,00	1,69	0,00	2,00
2	1,69	0,00	2,00	0,00

Stütze	VEd [kN]-links	VEd [kN]-rechts	VEd,red [kN]-links	VEd,red [kN]-rechts	VRd,c [kN]-links	VRd,c [kN]-rechts	VRd,max [kN]-li.	VRd,max [kN]-re.
1	0,00	35,14	0,00	28,34		25,01	1,00	99,29
2	35,51	0,00	28,71	0,00	25,01		99,29	1,00

Stütze	Theta [°]-links	Theta [°]-rechts	cot(Theta)-links	cot(Theta)-rechts	VEd/VRd,max-li.	zul.e [cm]-li.	VEd/VRd,max-re.	zul.e [cm]-re.
1		18,4		3,0	0,000	30,0	0,354	12,5
2	18,4		3,0		0,358	12,5	0,000	30,0

Auflagerpressungen: (---- = nur abhebende Lasten)

Stütze	Fd [kN]	Sigma,d [N/mm ²]
1	37,78	0,66
2	37,78	0,66

Bewehrungswahl:

Felder:

Feld	gewählte Bewehrung (in Klammern = erf.As --> inkl. Mindestbewehrung)	vorh.As [cm ²]
1 unten	3Ø12	3,39 cm ² (2,69)
1 oben	---	0,00 cm ² (0,72)

Stützen:

Stütze	gewählte Bewehrung (in Klammern = erf.As --> inkl. Mindestbewehrung)	vorh.As [cm ²]
1 oben	2Ø12	2,26 cm ² (0,72)
1 unten	---	0,00 cm ² (0,72)
2 oben	2Ø12	2,26 cm ² (0,72)
2 unten	---	0,00 cm ² (0,72)

Querkraftbewehrung:

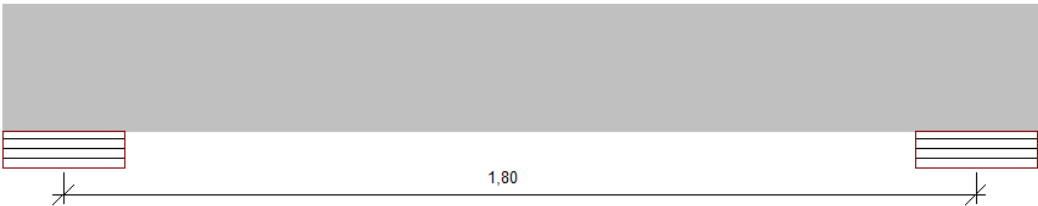
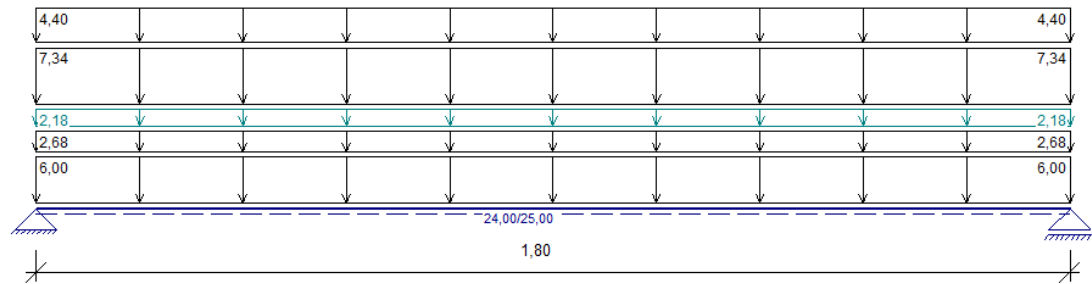
Stütze	gewählte Bewehrung, e in [cm], n = Schnittigkeit (in Klammern = erf.as --> inkl. Mindestbewehrung)	vorh.as [cm ² /m]
1 links	---	0,00 (2,00)
1 rechts	Ø6/14-n=2	4,04 (2,00)
2 links	---	0,00 (2,00)
2 rechts	---	0,00 (2,00)

Position: E-210 Sonstige Stürze bis lw=160cm
Stahlbetonträger (V.31.1) nach EC2 + NA Deutschland

veränderliche Einwirkungen

ständige Einwirkungen

→ Eigengewicht mit 25,0 kN/m² berücksichtigt

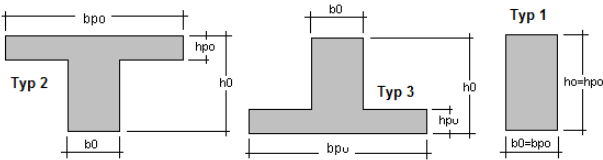


Systemwerte :

links gelenkig gelagert

rechts gelenkig gelagert

Feld	Feldlänge [m]	b0 [cm]	h0 [cm]	bpo/u [cm]	hpo/u [cm]	QS-Typ
1	1,800	24,00	25,00	24,00	25,00	1



Lager	Lagerung	Länge [cm]
1	direkt	24,0
2	direkt	24,0

Belastung: (EWA = Einwirkungsart)

Einwirkungsart 1=Wohn-/Aufenthaltsräume
Einwirkungsart 2=Büros
Einwirkungsart 3=Versammlungsräume
Einwirkungsart 4=Verkaufsräume
Einwirkungsart 5=Lagerräume
Einwirkungsart 6=Schneelasten $H \leq 1000\text{m NN}$
Einwirkungsart 7=Schneelasten $H > 1000\text{m NN}$
Einwirkungsart 8=Windlasten
Einwirkungsart 9=Temperatur (nicht Brand)
Einwirkungsart 10=Kategorie F ($F \leq 30\text{ kN}$)
Einwirkungsart 11=Kategorie G ($F \leq 160\text{ kN}$)
Einwirkungsart 12=Kategorie H (Dächer)
Einwirkungsart 13=sonstige Einwirkungen
Einwirkungsart 14=Wind alternativ zu Nr.8
Einwirkungsart 15=Erdbeben

g über Gesamtlänge = 0,000 kN/m

q über Gesamtlänge = 0,000 kN/m aus Einwirkungsart 1

Eigengewicht der Konstruktion wird mit 25,0 kN/m³ berücksichtigt

Schnee- u. Windlasten werden nicht feldweise angesetzt, sondern als Vollast!

Lastarten : 1 = Einzellast 2 = Gleichlast 3 = Einzelmoment 4 = Trapezlast 5 = Teiltrapezlast

Nr.	Art	Feld	G links	Q links	G rechts	Q rechts	Abstand [m]	Lastlänge [m]	EWA	Faktor	Bemerkung
1	2	1	6,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1	1,000	Binderersatz
2	2	1	0,800	0,650	0,000	0,000	0,000	0,000	6	3,350	Dach 3,35m
3	2	1	2,190	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	6	3,350	Ringbalken
4	2	1	4,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	6	1,100	Übermauerung

Feldschnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten):

Feld	max.MEd [kNm]	min.MEd [kNm]	abs.max.VEd [kN]
1	13,306	0,000	29,568

Lagerschnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten):

Lager	min.MEd [kNm]	max.MEd [kNm]	min.VEd-li. [kN]	max.VEd-li. [kN]	min.VEd-re. [kN]	max.VEd-re. [kN]
1	0,000	0,000				29,568
2	0,000	0,000	-29,568			

Auflagerkräfte (ohne Teilsicherheitsbeiwerte):

Lager	max.F [kN]	min.F [kN]	F aus g [kN]	F aus q* [kN]	Vollast g+q [kN]
1	21,68	19,72	19,72	1,96/0,00	21,68
2	21,68	19,72	19,72	1,96/0,00	21,68

Auflagerkräfte für Einzellastfälle [kN] (charakt.), maximale Werte:

Lager	LF g	EWA 1	EWA 2	EWA 3	EWA 4	EWA 5	EWA 6	EWA 7	EWA 8/14	EWA 9	EWA 10	EWA 11	EWA 12	EWA 13	EWA 15
1	19,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	19,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Auflagerkräfte für Einzellastfälle [kN] (charakt.), minimale Werte:

Lager	LF g	EWA 1	EWA 2	EWA 3	EWA 4	EWA 5	EWA 6	EWA 7	EWA 8/14	EWA 9	EWA 10	EWA 11	EWA 12	EWA 13	EWA 15
1	19,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	19,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Stahlbetonträger (V.31.1) nach EC2 + NA Deutschland:

Beton: C25/30

Betonstahl: B500 (A,B)

d1 = 5,00 cm (Achsabstand Bewehrung unten) --> Betondeckung c,vl,unten = 3,5 cm

d2 = 5,00 cm (Achsabstand Bewehrung oben) --> Betondeckung c,vl,oben = 3,5 cm

- ☒ Grenze $x/d \leq 0.45$ eingehalten (Biegung)
- ☒ Stützmomente am Anschnitt ermittelt (Mindestmomente berücksichtigt)
- ☒ Längsbewehrung nicht gestaffelt
- ☒ Mindestbewehrung berücksichtigt
- ☒ an Endauflagern wird eine Bewehrung gemäß DIN EN 1992-1-1, 9.2.1.2 (1) ermittelt

Biegebewehrung Stützen: (an Endauflagern mit Berücksichtigung von 9.2.1.2 (1))

Stütze	erf.As oben [cm ²]	erf.As unten [cm ²]	min.As [cm ²]	Mbem [kNm]
1	0,37	0,00		3,33
2	0,37	0,00		3,33

*) Mindestmoment nach EC2

Biegebewehrung Felder :

Feld	erf.As oben [cm ²]	erf.As unten [cm ²]	min.As [cm ²]
1	0,00	1,54	0,72

Bewehrung am Endauflager:

Erforderliche Bewehrung für Verankerung am linken Endauflager = 1,02 cm²

Erforderliche Bewehrung für Verankerung am rechten Endauflager = 1,02 cm²

Querkraftbewehrung: (VRd,c,min wird angesetzt, ggfs. gewählte Bewehrung wird angesetzt)

Keine Querkraftbewehrung erforderlich ! (max.erf.Mindestbewehrung = 2,00 cm²/m)

Auflagerpressungen: (---- = nur abhebende Lasten)

Stütze	Fd [kN]	Sigma,d [N/mm ²]
1	29,57	0,51
2	29,57	0,51

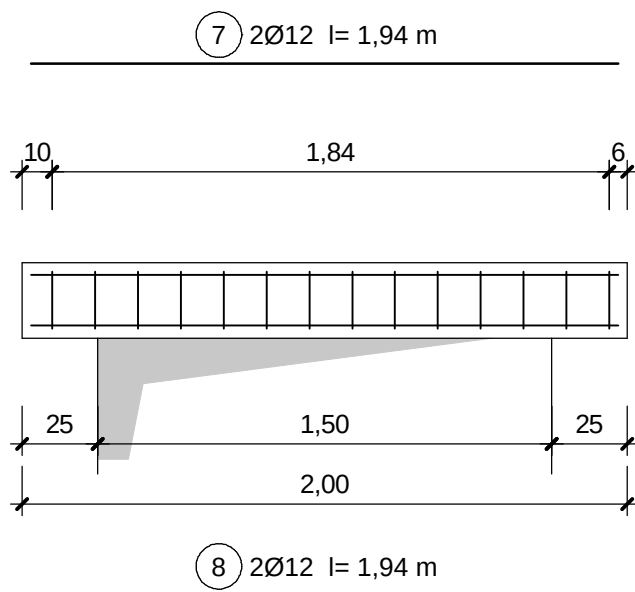
Position: E-210-B Bewehrung beispielhaft

Stahlbeton-Sturz

Maßstab 1:25

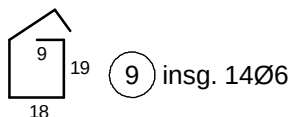
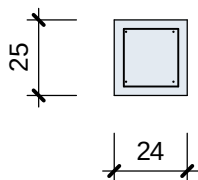
Betongüte: Beton - Stahlgüte: B500 (A,B)

Anzahl: 2x ausführen



Querschnitt Maßstab 1:25

Betondeckung:
allseits gleich 3 cm

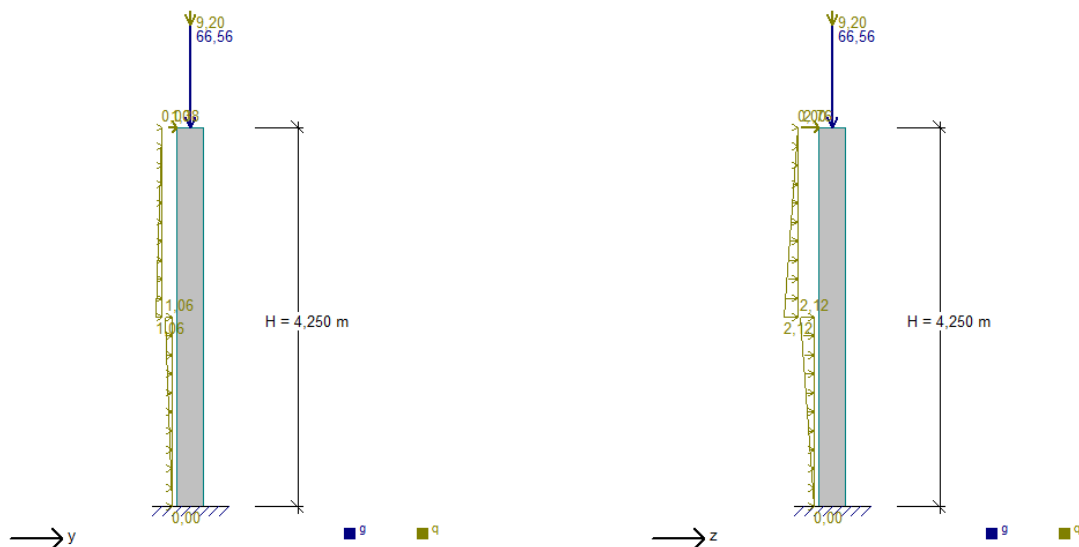


Details:
mitte: 14 Bü e~15 cm

Position: E-401-2 Außenwandstütze Querwand $l_e=425\ 30 \times 30$

Stahlbetonstütze (V.31.2) nach EC2 + NA Deutschland

Die Stütze Querwand bekommt die Beanspruchung aus E-601 sowie Windlast senkrecht zur Wand. Zusätzlich werden Windlasten in horizontaler Wandscheibenrichtung berück



Rechteckstütze als Kragstütze

$\beta_{y,y} = 2,00$

$\beta_{y,z} = 2,00$

Stütze in y - und z - Richtung frei

Berechnung als Stütze (Mindest- und Höchstbewehrung)

Stützhöhe $H = 4,250\text{ m}$

$b_y = 30,0\text{ cm}$

$b_z = 30,0\text{ cm}$

$d_1 = 4,00\text{ cm}$ (Randabstand Bewehrung oben/unten)

$d_2 = 4,00\text{ cm}$ (Randabstand Bewehrung seitlich)

Bewehrung in Ecken konzentriert

Beton: C25/30 (Kriechzahl $\Phi = 2,85$)

Betonstahl: B500 (A)

Belastungen

Eigengewicht Stütze wird mit $25,0\text{ kN/m}^3$ berücksichtigt

Kategorie für Nutzlasten = C, D: Versammlungsräume, Verkaufsräume

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]	e_y [cm]	e_z [cm]	Bemerkung
Einzellast	vertikal	1	66,560	0,0	0,0	E-601
Einzellast	vertikal	2	9,200	0,0	0,0	E-601
Einzellast	in z-Richtung bzw. um y-Achse	3	2,760	0,0	0,0	E-601
Einzellast	in y-Richtung bzw. um z-Achse	3	1,380	0,0	0,0	E-601

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

Lastart	Richtung	EW	F _{unten} [kN,kNm,kN/m]	F _{oben} [kN,kNm,kN/m]	x von unten [m]	Länge [m]	Bemerkung
Teiltrapl.	in z-Richtung	3	0,000	2,120	0,000	2,125	E-500 W
Teiltrapl.	in z-Richtung	3	2,120	0,000	2,125	2,125	E-500 W
Teiltrapl.	in y-Richtung	3	0,000	1,060	0,000	2,125	E-500 W
Teiltrapl.	in y-Richtung	3	1,060	0,000	2,125	2,125	E-500 W

Auflagerreaktionen (ohne Sicherheitsbeiwerte):

Stützenfuß: (Eigengewicht Stütze = 9,563 kN)

Lastfall	V [kN]	Hy [kN]	Hx [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
ständige L. G	76,12	0,00	0,00	0,00	0,00
Schnee S	9,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind w	0,00	3,63	7,27	21,30	10,65
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	76,12	0,00	0,00	0,00	11,79	0,00	11,79
2	102,77	0,00	0,00	0,00	15,91	0,00	15,91
3	76,12	5,45	10,90	31,95	11,79	15,98	11,79
4	102,77	5,45	10,90	31,95	15,91	15,98	15,91
5	89,92	0,00	0,00	0,00	13,93	0,00	13,93
6	116,57	0,00	0,00	0,00	18,05	0,00	18,05
7	76,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	102,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	83,02	5,45	10,90	31,95	12,86	15,98	12,86
10	109,67	5,45	10,90	31,95	16,98	15,98	16,98
11	89,92	3,27	6,54	19,17	13,93	9,59	13,93
12	116,57	3,27	6,54	19,17	18,05	9,59	18,05
13	76,12	5,45	10,90	31,95	0,00	15,98	0,00
14	102,77	5,45	10,90	31,95	0,00	15,98	0,00
15	76,12	3,27	6,54	19,17	0,00	9,59	0,00
16	102,77	3,27	6,54	19,17	0,00	9,59	0,00
17	89,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	116,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	83,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	109,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	83,02	5,45	10,90	31,95	0,00	15,98	0,00
22	109,67	5,45	10,90	31,95	0,00	15,98	0,00
23	89,92	3,27	6,54	19,17	0,00	9,59	0,00
24	116,57	3,27	6,54	19,17	0,00	9,59	0,00
25	83,02	3,27	6,54	19,17	0,00	9,59	0,00
26	109,67	3,27	6,54	19,17	0,00	9,59	0,00
27	76,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	76,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fortsetzung Auflagerreaktionen :

29	76,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	76,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Bemessung - Knicken in:

	y - Richtung
Knicklänge:	8,500 m
Trägheitsradius iz / iy:	8,66 cm
Schlankheit Lambda:	98,15
Normalkraft NEd:	109,665 kN
bezogene Normalkraft Nue:	0,086
Schnittmoment MEd:	-15,977 kNm
Ausmitte e0 = MEd/NEd:	14,569 cm
ungewollte Ausmitte ea:	2,062 cm
Kriechausmitte ek:	0,000 cm
Beiwert K1:	1,000
max.zul.Lambda:	54,56
Beiwert Kr (iteriert):	1,000
Ausmitte Th.II.O. e2:	13,424 cm
Gesamtausmitte e,tot:	30,055 cm
Bemessungsmoment MEd,bem:	32,960 kNm

z - Richtung

Knicklänge:	8,500 m
Trägheitsradius iz / iy:	8,66 cm
Schlankheit Lambda:	98,15
Normalkraft NEd:	109,665 kN
bezogene Normalkraft Nue:	0,086
Schnittmoment MEd:	-31,955 kNm
Ausmitte e0 = MEd/NEd:	29,138 cm
ungewollte Ausmitte ea:	2,062 cm
Kriechausmitte ek:	0,000 cm
Beiwert K1:	1,000
max.zul.Lambda:	54,56
Beiwert Kr (iteriert):	1,000
Ausmitte Th.II.O. e2:	13,424 cm
Gesamtausmitte e,tot:	44,624 cm
Bemessungsmoment MEd,bem:	48,937 kNm

Bemessung für LFK = $1,35 \cdot G + 1,50 \cdot W + 1,50 \cdot \Psi_{i,0} \cdot S$

erf.As,tot: 8,93 cm²

Bewehrungsgehalt Mue: 0,992 %

Mindestbewehrung min.As,tot: 2,70 cm²

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

Bewehrungswahl:

Längsbewehrung:

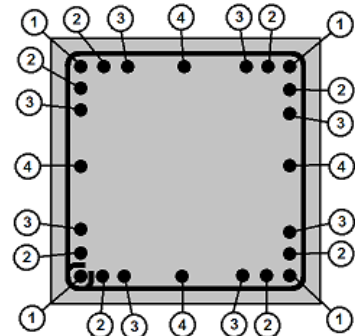
Pos.1: Ø25

Pos.2: ---

Pos.3: ---

Pos.4: ---

vorh.As,tot = 19,64 cm²



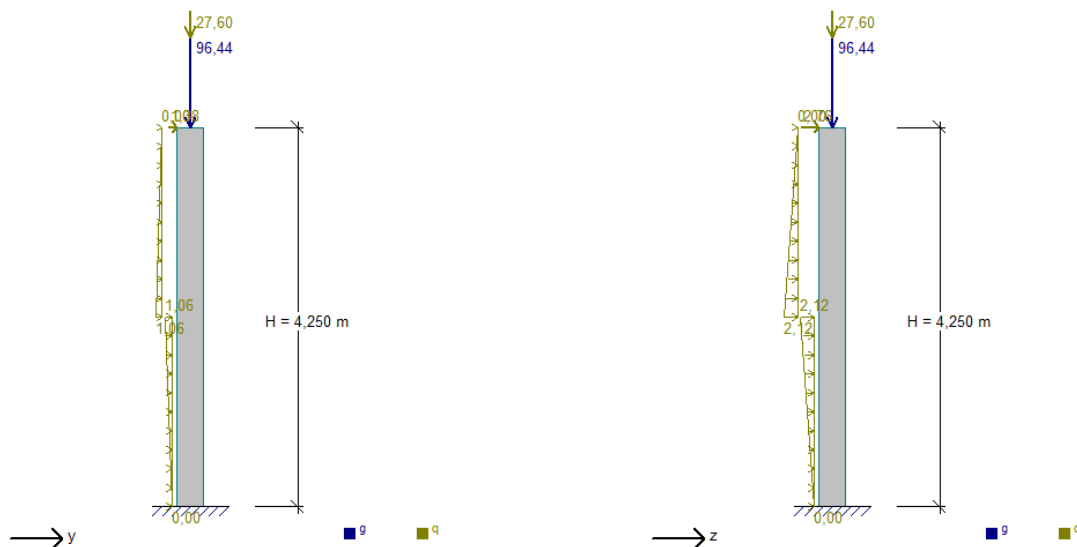
Bügel:

gewählte Bewehrung, e in [cm]
Ø8/15 = 6,71 cm²/m (zweischnittig)

Position: E-402-2 Außenwandstütze Längswand $l_e=425$ 30x30

Stahlbetonstütze (V.31.2) nach EC2 + NA Deutschland

Die Stütze Querwand bekommt die Beanspruchung aus E-601 sowie Windlast senkrecht zur Wand. Zusätzlich werden Windlasten in horizontaler Wandscheibenrichtung berück



Rechteckstütze als Kragstütze

$\beta_{y,z} = 2,00$

$\beta_{y,z} = 2,00$

Stütze in y - und z - Richtung frei

Berechnung als Stütze (Mindest- und Höchstbewehrung)

Stützhöhe $H = 4,250$ m

$b_y = 30,0$ cm

$b_z = 30,0$ cm

$d_1 = 4,00$ cm (Randabstand Bewehrung oben/unten)

$d_2 = 4,00$ cm (Randabstand Bewehrung seitlich)

Bewehrung in Ecken konzentriert

Beton: C25/30 (Kriechzahl $\Phi = 2,85$)

Betonstahl: B500 (A)

Belastungen

Eigengewicht Stütze wird mit $25,0$ kN/m³ berücksichtigt

Kategorie für Nutzlasten = C, D: Versammlungsräume, Verkaufsräume

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]	e_y [cm]	e_z [cm]	Bemerkung
Einzellast	vertikal	1	96,440	0,0	0,0	E-602
Einzellast	vertikal	2	27,600	0,0	0,0	E-602
Einzellast	in z-Richtung bzw. um y-Achse	3	2,760	0,0	0,0	E-602
Einzellast	in y-Richtung bzw. um z-Achse	3	1,380	0,0	0,0	E-601

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

Lastart	Richtung	EW	F _{unten} [kN,kNm,kN/m]	F _{oben} [kN,kNm,kN/m]	x von unten [m]	Länge [m]	Bemerkung
Teiltrapl.	in z-Richtung	3	0,000	2,120	0,000	2,125	E-500 W
Teiltrapl.	in z-Richtung	3	2,120	0,000	2,125	2,125	E-500 W
Teiltrapl.	in y-Richtung	3	0,000	1,060	0,000	2,125	E-500 W
Teiltrapl.	in y-Richtung	3	1,060	0,000	2,125	2,125	E-500 W

Auflagerreaktionen (ohne Sicherheitsbeiwerte):

Stützenfuß: (Eigengewicht Stütze = 9,563 kN)

Lastfall	V [kN]	Hy [kN]	Hz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
ständige L. G	106,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Schnee S	27,60	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind w	0,00	3,63	7,27	21,30	10,65
Nutzlast Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdbeben E	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Bemessung - Knicken in:

y - Richtung
Knicklänge: 8,500 m
Trägheitsradius iz / iy: 8,66 cm
Schlankheit Lambda: 98,15
Normalkraft NEd: 163,803 kN
bezogene Normalkraft Nue: 0,128
Schnittmoment MEd: -15,977 kNm
Ausmitte e0 = MEd/NEd: 9,754 cm
ungewollte Ausmitte ea: 2,062 cm
Kriechausmitte ek: 0,000 cm
Beiwert K1: 1,000
max.zul.Lambda: 44,64
Beiwert Kr (iteriert): 1,000
Ausmitte Th.II.O. e2: 13,424 cm
Gesamtausmitte e,tot: 25,240 cm
Bemessungsmoment MEd,bem: 41,344 kNm

z - Richtung

Knicklänge: 8,500 m
Trägheitsradius iz / iy: 8,66 cm
Schlankheit Lambda: 98,15
Normalkraft NEd: 163,803 kN
bezogene Normalkraft Nue: 0,128
Schnittmoment MEd: -31,955 kNm
Ausmitte e0 = MEd/NEd: 19,508 cm
ungewollte Ausmitte ea: 2,062 cm
Kriechausmitte ek: 0,000 cm
Beiwert K1: 1,000
max.zul.Lambda: 44,64
Beiwert Kr (iteriert): 1,000
Ausmitte Th.II.O. e2: 13,424 cm
Gesamtausmitte e,tot: 34,994 cm
Bemessungsmoment MEd,bem: 57,321 kNm

Bemessung für LFK = $1,35 \cdot G + 1,50 \cdot W + 1,50 \cdot \Psi_{0,0} \cdot S$

erf.As,tot: 11,49 cm²

Bewehrungsgehalt Mue: 1,276 %
Mindestbewehrung min.As,tot: 2,70 cm²

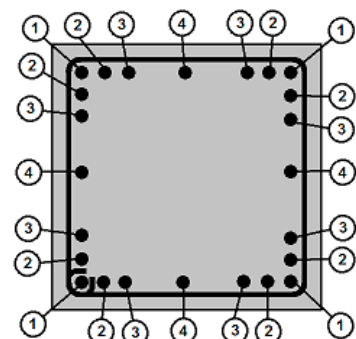
Ausmitte nach EC2-1-1, 6.1(4) wird bei Th.I.O. nicht angesetzt

Bewehrungswahl:

Längsbewehrung:

Pos.1: Ø25
Pos.2: ---
Pos.3: ---
Pos.4: ---

vorh.As,tot = 19,64 cm²



Bügel:

gewählte Bewehrung, e in [cm]
$\emptyset 8/15 = 6,71 \text{ cm}^2/\text{m}$ (zweischnittig)

Position: E-500 Windverteilung auf 4-seitige Außenwand
Stahlbetonplatte - vierseitig (V.31.1) nach EC2 + NA Deutschland

An dieser Stelle wird lediglich die Winlastaufteilung auf eine Wandscheibe ermittelt mit den Abmessungen 5,10x4,25m. Diese Position wird für die Ringbalken und Stützenbemessung genutzt.

Beton: C20/25
 Betonstahl: B500 (A,B)
 $d1 = 4,00$ cm (Achsabstand unten)
 $d2 = 4,00$ cm (Achsabstand oben)
 Betondeckung $c_{vl,unten} = 3,5$ cm
 Betondeckung $c_{vl,oben} = 3,5$ cm

Stützweite $L_x = 5,100$ m
 Stützweite $L_y = 4,250$ m
 Plattendicke $h = 20,0$ cm

--> gelenkig gelagert

Flächenlast $g = 0,000$ kN/m²
 Flächenlast $q = 0,500$ kN/m²

Auflagerkräfte (ohne Sicherheitsbeiwerte):

$g1 = 0,00$ kN/m
 $q1 = 1,06$ kN/m
 $g2 = 0,00$ kN/m
 $q2 = 1,06$ kN/m
 Abschnittslänge $L1 = 2,125$ m

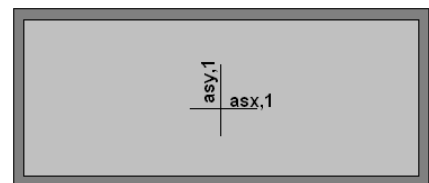
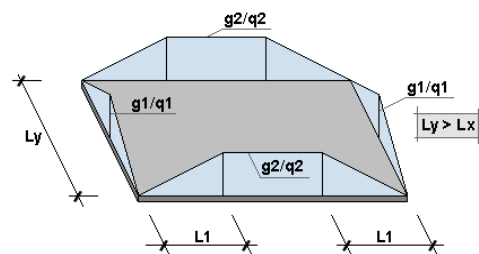
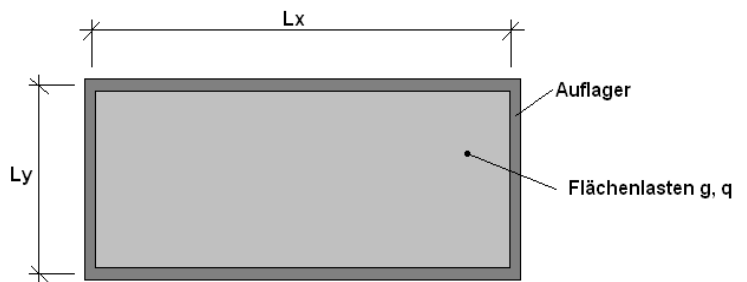
Bemessung: (Plattenberechnung nach STIGLAT / WIPPEL)

$as_{x,1,u} = 0,07$ cm²/m, $as_{x,1,o} = 0,00$ cm²/m ($M_{Ed} = 0,48$ kNm/m)
 $as_{y,1,u} = 0,10$ cm²/m, $as_{y,1,o} = 0,00$ cm²/m ($M_{Ed} = 0,70$ kNm/m)
 Konstruktiv: $as_{Drill} 0,10$ cm²/m (Drillbewehrung oben in Ecken)

Mindestbewehrung nach EC2 nicht erfasst.

$zul.ds = 28,0$ mm ($w_{max} = 0,4$ mm)

Draufsicht



Position: E-501 Außenwandmauerwerk
Mauerwerk (V.31.1) nach EC6-3 + NA Deutschland

Systemwerte :

Höhe $h = 3,600 \text{ m}$
Wanddicke $t = 30,0 \text{ cm}$
Wandbreite $b = 500,0 \text{ cm}$
Auflagertiefe $a = 30,0 \text{ cm}$
Deckenstützweite $l_f = 10,000 \text{ m} \rightarrow$ Zentrierleisten vorsehen!
zweiseitig gehaltene Wand
Endauflager
zentriert aufgelagerte Decke
Decke ist oberste Decke / Dachdecke
Decke ist zweiachsig gespannt mit $0,5 \leq l_1/l_2 \leq 2,0$

Mauerwerk = SFK 8/DM

KS-Plansteine KS-P mit Dünnbettmörtel
Druckfestigkeit $f_k = 5,05 \text{ MN/m}^2$
 $\gamma_{M,1} = 1,50$ [-] für Mauerwerk
Beiwert $\zeta = 0,85$ [-] für Druckfestigkeit f_d
Mauerwerk Gruppe 1 nach EC6-1-1, 3.1.1
Stoßfugen vermörtelt

Belastung : (Längskraft N_d bei $b > 1\text{m}$ bezogen auf 1m !)

Vertikallast N_d am Wandkopf = $20,000 \text{ kN}$ bzw. kN/m
Eigengewicht der Wand = $10,000 \text{ kN/m}^3$
Gesamtlast N_{Ed} am Wandfuß = $34,580 \text{ kN}$ bzw. kN/m
Moment M_{Ed} (z.B. aus Windscheibe) = $0,000 \text{ kNm}$
 $\min. N_d$ am Wandkopf = $12,000 \text{ kN}$ bzw. kN/m
(am Wandfuss $\min. N_d, u = 114,000 \text{ kN}$ zur Ermittlung von e)
 $q_{Ewd} = 0,750 \text{ kN/m}^2$ (Wind quer auf Wand für Nachweis nach 4.2.1.2 (2))

Nachweise :

Nachweis für Längsdruckkraft (EC6-3, 4.2.2):

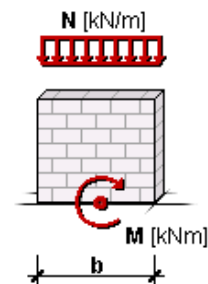
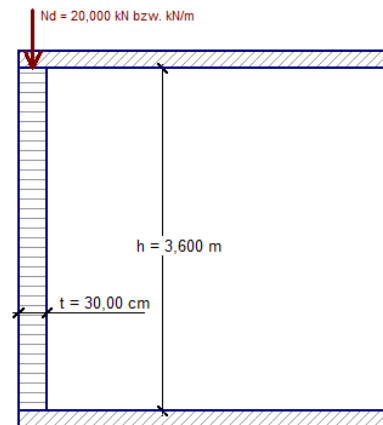
$f_d = 2,86 \text{ N/mm}^2$ (Bemessungswert Druckfestigkeit)
 $h_{ef} = 3,600 \text{ m}$
 $\rho_2 = 1,000$ (Faktor für Knicklänge nach NCI zu 4.2.2.4)
 $\phi_1 = 0,90$ (bei Endauflagern)
 $\phi_2 = 0,69$ (Berücksichtigung Knicken)
 $\phi = 0,69 \rightarrow \min(\phi_1; \phi_2)$

$N_{Ed} = 34,580 \text{ kN/m} \leq N_{Rd} = 593,463 \text{ kN/m}$

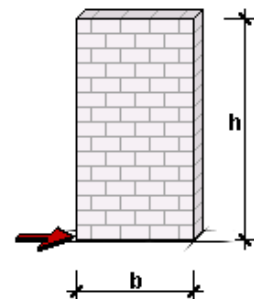
Nachweis für erforderliche Dicke t nach 4.2.1.2 (2):

$c_1 = 0,120 / c_2 = 0,017$
 $\text{erf. } t = 15,8 \text{ cm} \leq \text{vorh. } t = 30,0 \text{ cm}$

- zweiseitig gehaltene Wand, $A = 1,500 \text{ m}^2$
- Endauflager, zentriert aufgelagerte Decke
- Deckenstützweite $l_f = 10,000 \text{ m}$



Scheibenschub



V_{Ed} wird vom Programm am Wandfuss angesetzt und nicht automatisch mit der Wandhöhe multipliziert und zu M_{Ed} addiert!

E-501 Zweiseitig gehaltene Außenwand (KS)

1. Grundlagen / System

- Bauteil: Kalksandstein-Außenwand (KS)
- Lagerung: **zweiseitig gehalten (oben/unten), gelenkig gelagert**
- Wanddicke: **t = 0,30 m**
- Wandhöhe: **h = 4,25 m**
- Bemessung je **1,00 m Wandlänge**

2. Einwirkungen

Gegeben (bereits als Linienlasten am Wandkopf, Traglastfaktor aus Dachdecke berücksichtigt): -
Ständige Last: **g_k = 10 kN/m** - Schneelast: **s_k = 2 kN/m**

2.1 Eigengewicht Wand

Ansatz KS: $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$

$$g_{w,k} = t \cdot h \cdot \gamma = 0,30 \cdot 4,25 \cdot 18 = 22,95 \text{ kN/m}$$

2.2 Bemessungsnormalkraft (ULS)

$$N_{Ed} = 1,35 (g_k + g_{w,k}) + 1,50 s_k$$

$$N_{Ed} = 1,35 (10 + 22,95) + 1,50 \cdot 2 = 47,48 \text{ kN/m}$$

$N_{Ed} = 47,5 \text{ kN/m}$

3. Material

- Mauerwerk: **KS 12**
- Mörtel: **Dünnbettmörtel (DBM)**

Ansatz charakteristische Druckfestigkeit:

$$f_k = 6,7 \text{ N/mm}^2$$

Dauerstandsfaktor (langzeitig) und Teilsicherheitsbeiwert:

$$\zeta = 0,85, \quad \gamma_M = 2,0$$

Bemessungsdruckfestigkeit:

$$f_d = \frac{\zeta \cdot f_k}{\gamma_M} = \frac{0,85 \cdot 6,7}{2,0} = 2,85 \text{ N/mm}^2$$

4. Schlankheit / Abminderung

Wirksame Höhe konservativ (gelenkig): $l_0 = h$

$$\lambda = \frac{l_0}{t} = \frac{4,25}{0,30} = 14,17$$

Abminderungs-/Traglastfaktor (konservativ):

$$\Phi_m = 0,40$$

5. Tragfähigkeit Druck

Querschnitt je m Wandlänge:

$$A = t \cdot 1,0 = 0,30 \text{ m}^2 = 300\,000 \text{ mm}^2$$

Bemessungswiderstand:

$$N_{Rd} = \Phi_m \cdot f_d \cdot A = 0,40 \cdot 2,85 \cdot 300\,000 = 342\,000 \text{ N} = 342 \text{ kN/m}$$

$N_{Rd} = 342 \text{ kN/m}$

5.1 Nachweis

$$N_{Ed} \leq N_{Rd} \Rightarrow 47,5 \leq 342 \Rightarrow \text{Nachweis erfüllt}$$

Ausnutzungsgrad:

$$\eta = \frac{47,5}{342} \approx 0,14 \text{ (14\%)}$$

6. Mindestauflast gegen Abheben (Wind) – WZ 2

6.1 Randbedingungen Wind

- Windzone: **WZ 2**
- Gebäudehöhe: **h = 5,4 m**
- Dach: **Satteldach**, $\alpha = 7^\circ$
- Geländekategorie: **III**
- Dachdecke Stützweite: **L = 15,2 m** → Einflussbreite je Außenwand: $b_{trib} = L/2 = 7,6 \text{ m}$

6.2 Vorhandene Mindestauflast (stabilisierend)

Stabilisierend werden **nur permanente Lasten** angesetzt (Schnee nicht als dauerhaft stabilisierend).

$$N_{Ed,min} = 0,90 (g_k + g_{w,k}) = 0,90 (10 + 22,95) = 29,66 \text{ kN/m}$$

$$N_{Ed,min} = 29,7 \text{ kN/m}$$

6.3 Abhebender Windsog am Dach (maßgebend Zone F)

Ansatz Peak velocity pressure (Kategorie III, $z \approx 5,4 \text{ m}$):

$$q_p(5,4) \approx 0,52 \text{ kN/m}^2$$

Außendruckbeiwert Dach Zone F (Interpolation $5^\circ \rightarrow 15^\circ$ auf 7°):

$$c_{pe,F}(7^\circ) \approx -1,54$$

Innendruck (ungünstig für Abheben):

$$c_{pi} = +0,2$$

Netto:

$$c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi} \approx -1,74$$

Charakteristischer Netto-Sog:

$$w_k = q_p \cdot c_{p,net} \approx 0,52 \cdot (-1,74) \approx -0,90 \text{ kN/m}^2$$

Bemessungswert (ULS):

$$w_{Ed} = 1,50 \cdot 0,90 = 1,35 \text{ kN/m}^2$$

Abhebende Linienlast am Wandkopf:

$$N_{Ed,Sog} = w_{Ed} \cdot b_{trib} = 1,35 \cdot 7,6 = 10,28 \text{ kN/m}$$

$$N_{Ed,Sog} = 10,3 \text{ kN/m}$$

6.4 Nachweis Mindestauflast

$$N_{Ed,min} \geq N_{Ed,Sog} \Rightarrow 29,7 \geq 10,3 \Rightarrow \boxed{\text{Nachweis erfüllt}}$$

Ausnutzungsgrad Abheben:

$$\eta = \frac{10,3}{29,7} \approx 0,35 \text{ (35\%)}$$

Position: G-100-Z Rissbreitennachweis - Biegezwang

Rissnachweis (V.31.1) nach EC2 + NA Deutschland

Beton: C25/30

Betonstahl: B500 (A,B)

Höhe $h = 25,0$ cm

Breite $b = 100,0$ cm

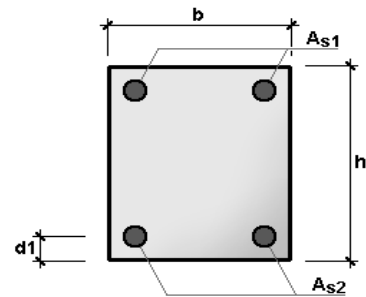
$d_1 = 4,5$ cm (Achsabstand Bewehrung)

--> Rissweite $w_k = 0,40$ mm

--> zentrischer Zwang aus abfließender Hydratationswärme

--> Zwang im frühen Betonalter

--> Stabdurchmesser: $\varnothing 12,0$ mm



Nachweise:

$f_{ct,eff} = 1,30$ N/mm²

$A_{c,t} = 0,125$ m²

$k_c = 1,00$

$A_{c,eff} = 0,113$ m²

$k = 0,80$

$\sigma_s = 228,04$ N/mm²

Ermittlung der Stahlspannung über direkte Berechnung, nicht über Tabelle für σ_s !

min. $A_{s1} = 5,70$ cm²/m

min. $A_{s2} = 5,70$ cm²/m

(= $\varnothing 12,0/19,8$ cm)

Position: G-100-Z Rissbreitennachweis - Zentrischer Zwang 040

Rissnachweis (V.31.1) nach EC2 + NA Deutschland

Einwirkungen werden aus Stütze E-401 übernommen. Das Moment wird auf 2m verteilt, also der 0,5 fache Wert auf eine Breite von 1,0m übernommen. Die H-Last wird vollständig übernommen.

Beton: C25/30

Betonstahl: B500 (A,B)

Höhe $h = 25,0$ cm

Breite $b = 100,0$ cm

$d_1 = 4,5$ cm (Achsabstand Bewehrung)

--> Rissweite $w_k = 0,40$ mm

--> zentrischer Zwang aus abfließender Hydratationswärme für Bodenplatten nach LOHMEYER/EBELING (weiße Wannen) (6. Auflage)

--> Zwang im frühen Betonalter

--> Stabdurchmesser: $\varnothing 12,0$ mm

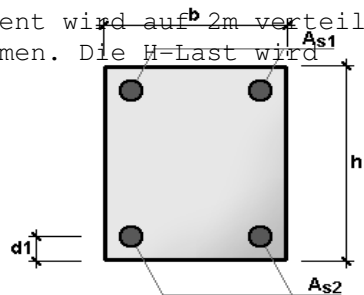
--> Zement CEM II 32,5 R

--> Reibbeiwert $\mu_{e,d} = 1,10$ [-] ($\mu_{e,d} = 1,49$ [-])

--> Plattenlänge $L = 20,000$ m

--> Wichte Bodenplatte = $25,0$ kN/m³

--> zusätzliche Auflast $q = 0,00$ kN/m²



Nachweise:

$f_{ct,eff} = 1,30$ N/mm²

effektive Höhe $s_w = 11,25$ cm

Pressung $p_{0,d}$ unter der Bodenplatte = $8,44$ kN/m²

Zugkraft n_{ct} in der Bodenplatte aus Reibung = $125,30$ kN/m

Zugspannung σ_{ct} in der Bodenplatte aus $n_{ct} = 0,56$ N/mm²

$k_c = 1,00$

$A_{c,eff} = 0,113$ m²

$k = 0,53$ (über vorhandene Spannung σ_{ct} angepasst)

$\sigma_{sS} = 228,04$ N/mm²

min.As1 = $2,86$ cm²/m

min.As2 = $2,86$ cm²/m

(= $\varnothing 12,0/39,6$ cm)

Position: G-105 Außentreppe
Treppenlauf (V.31.1) nach EC2 + NA Deutschland

Beton: C25/30
 Betonstahl: B500 (A,B)
 $d_1 = 5,50$ cm (Achsabstand unten)
 $d_2 = 5,50$ cm (Achsabstand oben)
 Betondeckung $c_{vl,unten} = 3,5$ cm
 Betondeckung $c_{vl,oben} = 3,5$ cm

Systemwerte :

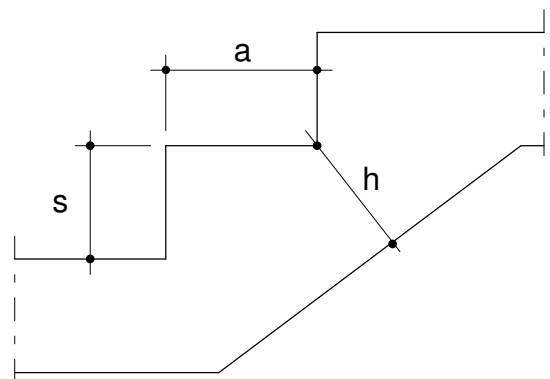
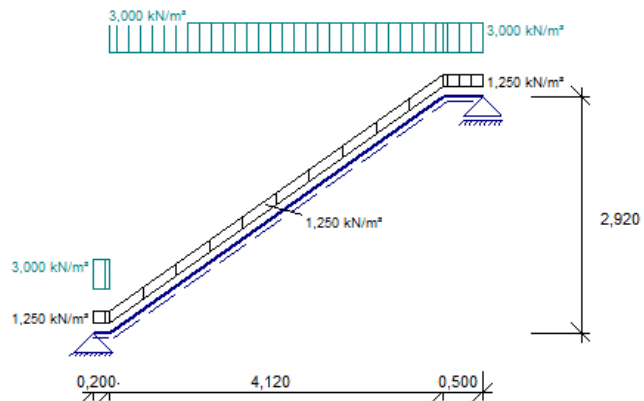
links gelenkig gelagert
 rechts gelenkig gelagert

Länge Podest unten :	0,200 m
Länge Lauf (Grundmaß) :	4,120 m
Länge Podest oben :	0,500 m
Treppenhöhe :	2,920 m
Dicke h Laufplatte/Podeste :	24,0 cm
Treppenbreite :	1,100 m
Steigung / Auftritt :	18,0 / 26,0 cm

Belastung :

Aufbaulast Lauf :	1,250 kN/m ²
Aufbaulast Podest unten :	1,250 kN/m ²
Aufbaulast Podest oben :	1,250 kN/m ²
q auf Lauf :	3,000 kN/m ²
q auf Podest unten :	3,000 kN/m ²
q auf Podest oben :	3,000 kN/m ²

Das Eigengewicht der Stahlbetonkonstruktion wird automatisch berücksichtigt!



Auflagerkräfte (ohne Sicherheitsbeiwerte):

Lager	aus g [kN/m]	aus q [kN/m]	Vollast g+q [kN/m]
links	25,98	7,23	33,21
rechts	24,98	7,23	32,21

max.MEd (Feld) = 56,35 kNm/m (inkl. Sicherheitsbeiwerte)

min.MEd (Feld) = 0,00 kNm/m (inkl. Sicherheitsbeiwerte)

Bemessung :

Stelle	erf.as oben [cm ² /m]	erf.as unten [cm ² /m]	min.as [cm ² /m]
links	0,00	0,00	
Feld	0,00	7,21	3,00
rechts	0,00	0,00	

zul.ds = 28,0 mm (w,max = 0,4 mm)

Nachweis Biegeschlankheit EC2-1-1, 7.4.2:

keine verformungsempfindlichen angrenzenden Bauteile, d.h. $f \leq l/250$

K [-]	Rho,0 [%]	erf.Rho [%]	erf.Rho' [%]	vorh.l/d [-]	zul.l/d [-]
1,00	0,50	0,39	0,00	31,08	35,00

--> erf.Rho u. erf.Rho' = Bewehrungsgehalt aus erforderlicher Biegebewehrung (Rho = unten / Rho' = oben)

--> zul.l/d auch unter Berücksichtigung der gewählten Bewehrung (Faktor = vorh.Rho/erf.Rho)

Position: G-110 Auskragende Bodenplatte

Finite Elemente (V.31.1):

Systemwerte:

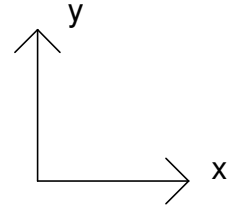
max. Länge der Platte in x - Richtung = 2,900 m

max. Länge der Platte in y - Richtung = 4,200 m

Basis - Plattendicke = 0,250 m

E - Modul = 3100,00 kN/cm²

Querdehnzahl $\mu_e = 0,20000$ [-]



Elementaufteilung in x - Richtung:

Teillänge [m]	Anzahl Reihen	Summe Reihen	Elementlänge [m]	Rest [m]
2,900	10	10	0,290	0,000

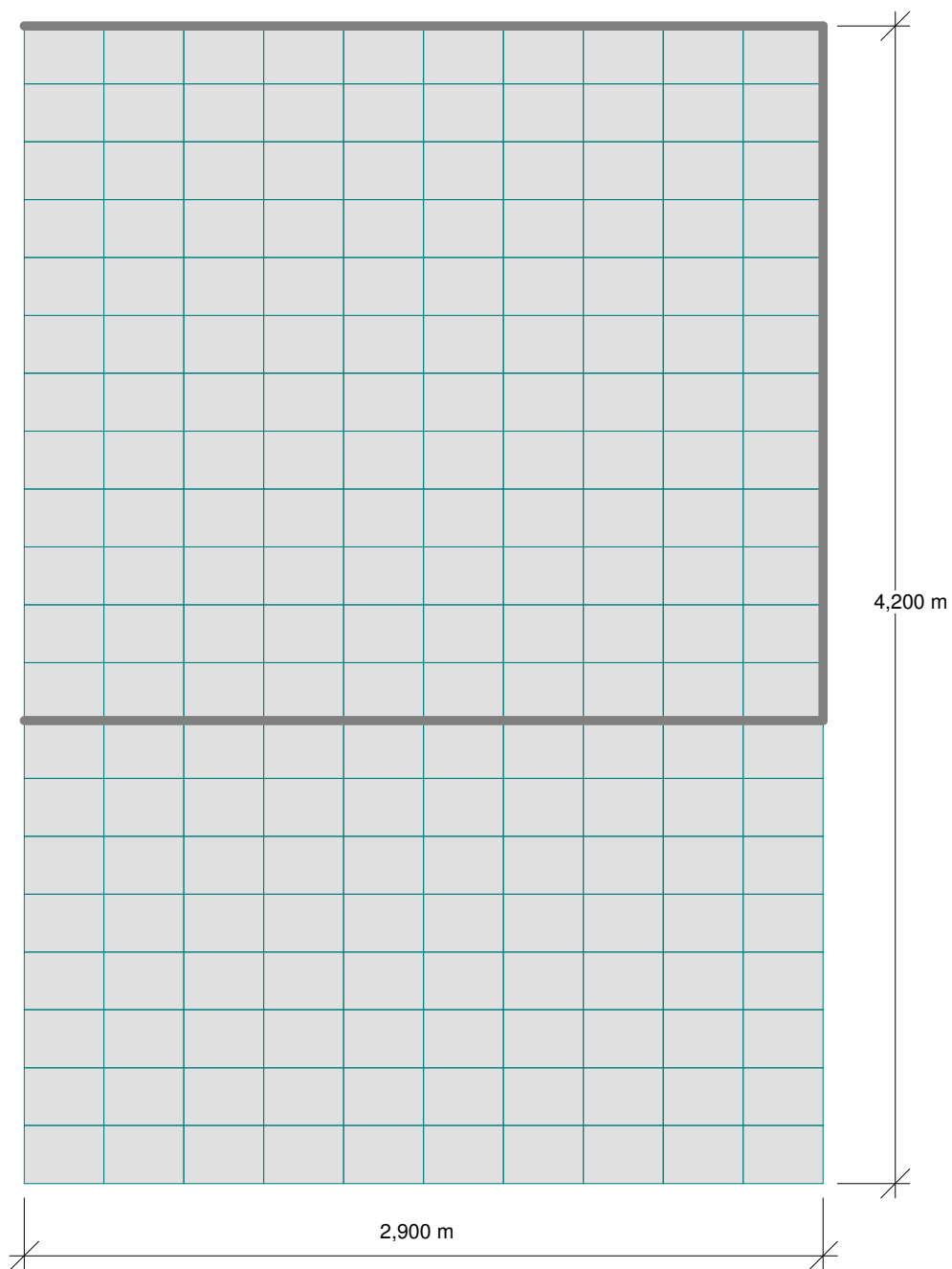
Elementaufteilung in y - Richtung:

Teillänge [m]	Anzahl Reihen	Summe Reihen	Elementlänge [m]	Rest [m]
4,200	20	20	0,210	0,000

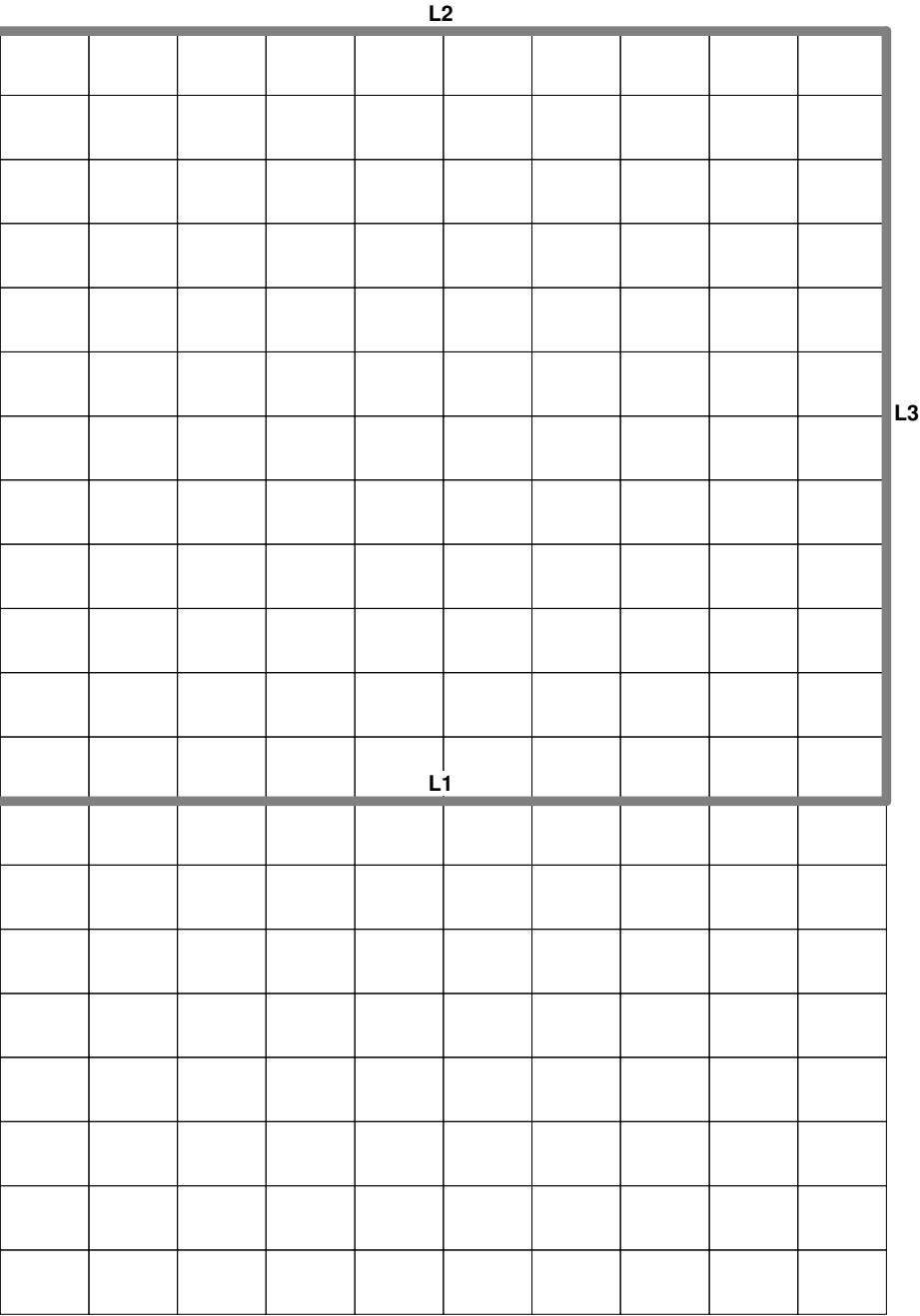
Auflager: (c,z = vertikale Lagerfeder, 0 = festes Lager in kN/m für Punktlager und kN/m² für Linienlager)

Nummer	Richtung	Achse Nr. (m)	von Reihe Nr. (m)	bis Reihe Nr. (m)	Art der Lagerung	c,z kN/m _ kN/m ²
L1	x	9 (1,680)	1 (0,000)	11 (2,900)	Linienlager gelenkig	0,00
L2	x	21 (4,200)	1 (0,000)	11 (2,900)	Linienlager gelenkig	0,00
L3	y	11 (2,900)	9 (1,680)	21 (4,200)	Linienlager gelenkig	0,00

Systemgrafik:



Grafik Lagernummern:



Belastung :

Lastfall Nummer 1: ständige Lasten

LF - Zuordnung: ständige Lasten

Eigengewicht der Platte wird mit $\gamma = 25,000 \text{ kN/m}^3$ angesetzt!

Flächenlast auf gesamte Platte = $1,800 \text{ kN/m}^2$

Lastsumme aus Flächenlasten = $98,049 \text{ kN}$ (inkl. Eigengewicht der Platte)

Lastsumme aus Linienlasten = $162,708 \text{ kN}$

Linienlasten:

Richtung	Achse Nr.(m)	Knoten a (m)	Knoten e (m)	qa [kN/m]	qe [kN/m]	Bemerkung
y	1 (0,000)	1 (0,000)	9 (1,680)	15,600	15,600	Wand 3,9m 24cm
y	11 (2,900)	1 (0,000)	21 (4,200)	19,500	19,500	Wand 3,9m 30cm
y	11 (2,900)	1 (0,000)	21 (4,200)	3,000	3,000	Ringbalken
y	1 (0,000)	1 (0,000)	9 (1,680)	3,000	3,000	Ringbalken
y	1 (0,000)	1 (0,000)	9 (1,680)	11,000	11,000	D-105
y	11 (2,900)	1 (0,000)	9 (1,680)	11,000	11,000	D-105

Lastfall Nummer 2: veränderliche Lasten

LF - Zuordnung: Nutzlasten

Kategorie für Nutzlasten: A,B: Wohn-, Aufenthalts- u. Arbeitsräume

Flächenlast auf gesamte Platte = $5,000 \text{ kN/m}^2$

Lastsumme aus Flächenlasten = $60,900 \text{ kN}$

Lastsumme aus Linienlasten = $8,400 \text{ kN}$

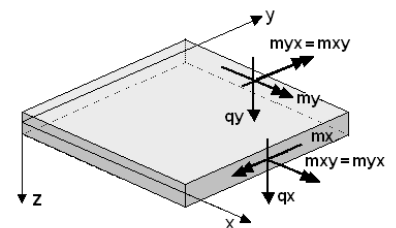
Linienlasten:

Richtung	Achse Nr.(m)	Knoten a (m)	Knoten e (m)	qa [kN/m]	qe [kN/m]	Bemerkung
y	1 (0,000)	1 (0,000)	9 (1,680)	2,500	2,500	D-105
y	11 (2,900)	1 (0,000)	9 (1,680)	2,500	2,500	D-105

Angaben zur Berechnung:

Es werden alle Einzellastfälle berechnet. Zusätzlich wird eine Überlagerung der Lastfälle zur Ermittlung der minimalen und maximalen Schnittgrößen und Verformungen durchgeführt.

Für die Überlagerung werden die nachfolgend angegebenen Sicherheits- und Kombinationsfaktoren angesetzt.



Sicherheits- und Kombinationsbeiwerte:

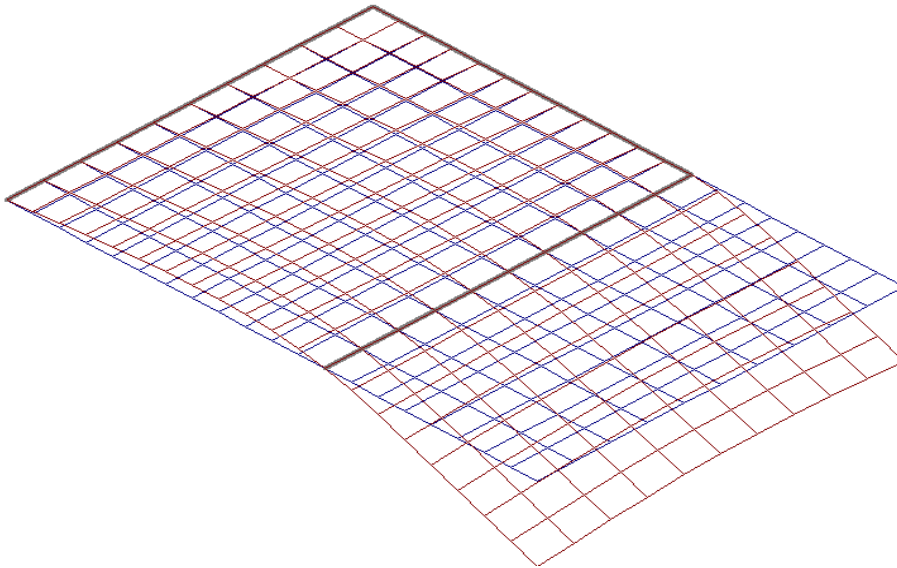
Einwirkung	γ, F [-]	$\psi_{0,0}$ [-]	$\psi_{0,1}$ [-]	$\psi_{0,2}$ [-]
ständige Lasten	1,35	---	---	---
Schneelasten	1,50	0,50	0,20	0,00
Windlasten	1,50	0,60	0,50	0,00
Nutzlasten	1,50	0,70	0,50	0,30

Verformungen: (LF: charakt. Werte / LFK : Designwerte)

Lastfall Nummer 1: ständige Lasten

max.w = 0,168 cm bei Knoten 1

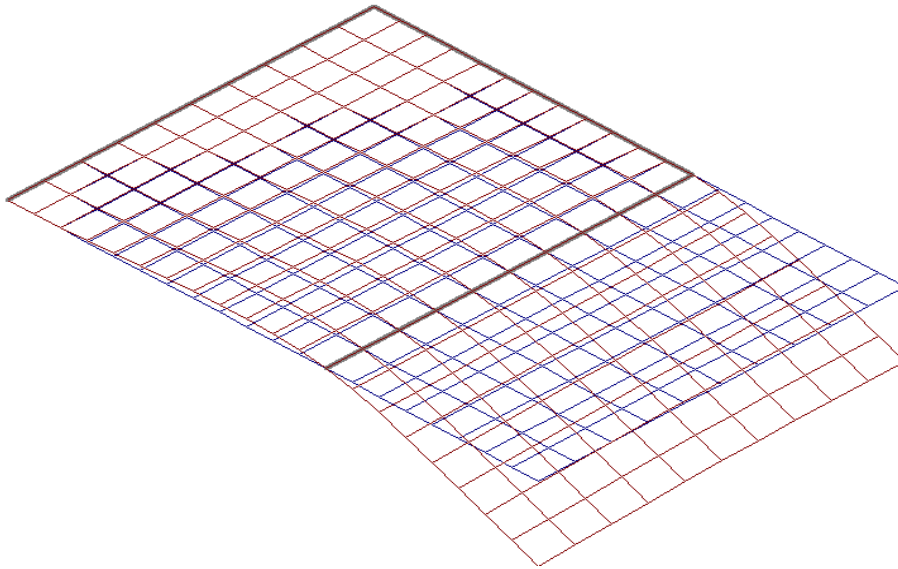
Verformungsfigur (1,00-fach) [cm], max.w = 0,168 cm bei Knoten 1 für Lastfall 1



Lastfall Nummer 2: veränderliche Lasten

max.w = 0,032 cm bei Knoten 1

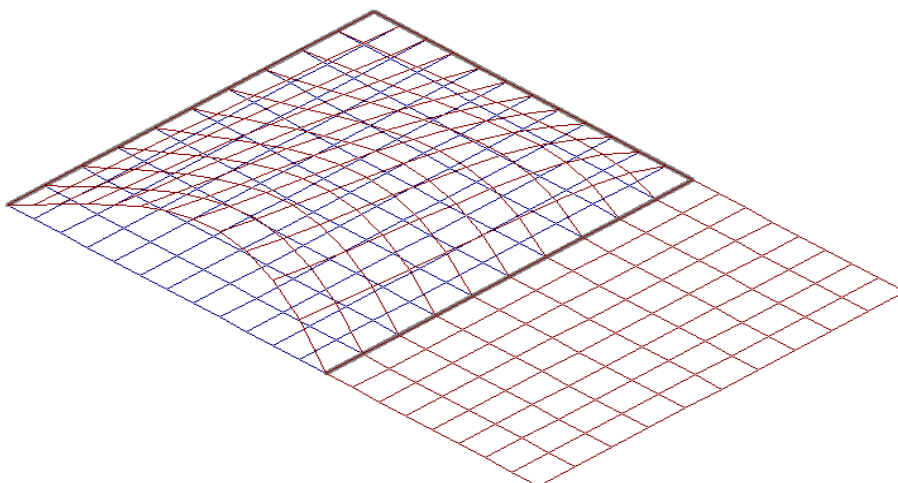
Verformungsfigur (1,00-fach) [cm], max.w = 0,032 cm bei Knoten 1 für Lastfall 2



Minimalwerte aus Extremierung:

min.w = -0,039 cm bei Knoten 133

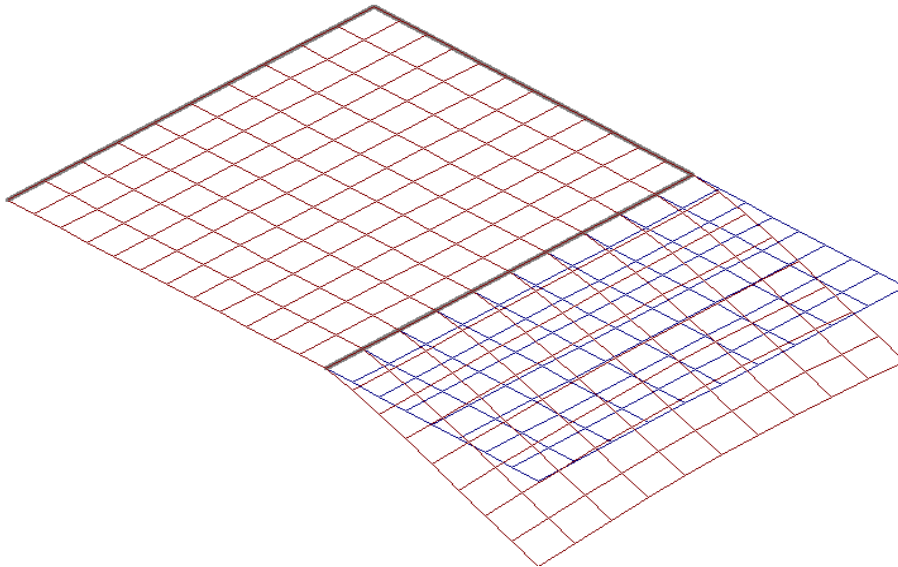
Verformungsfigur (gamma-fach) [cm], min.w = -0,039 cm bei Knoten 133 (min-Werte aus Extremierung)



Maximalwerte aus Extremierung:

max.w = 0,274 cm bei Knoten 1

Verformungsfigur (gamma-fach) [cm], max.w = 0,274 cm bei Knoten 1 (max-Werte aus Extremierung)



Auflagerreaktionen:

Auflagerreaktionen für Linienlager:

Lastfall 1:

Auflagerreaktionen für Linienlager L1:

Vertikalkräfte gleichmäßig verteilt = 88,489 kN/m

Auflagerreaktionen für Linienlager L2:

Vertikalkräfte gleichmäßig verteilt = -0,782 kN/m

Auflagerreaktionen für Linienlager L3:

Vertikalkräfte gleichmäßig verteilt = 2,542 kN/m

min-Werte aus Einwirkung Nutzlast:

Auflagerreaktionen für Linienlager L1:

Vertikalkräfte gleichmäßig verteilt = 0,000 kN/m

Auflagerreaktionen für Linienlager L2:

Vertikalkräfte gleichmäßig verteilt = 0,000 kN/m

Auflagerreaktionen für Linienlager L3:

Vertikalkräfte gleichmäßig verteilt = -2,410 kN/m

max-Werte aus Einwirkung Nutzlast:

Auflagerreaktionen für Linienlager L1:

Vertikalkräfte gleichmäßig verteilt = 23,342 kN/m

Auflagerreaktionen für Linienlager L2:

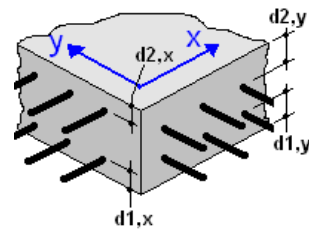
Vertikalkräfte gleichmäßig verteilt = 2,648 kN/m

Auflagerreaktionen für Linienlager L3:

Vertikalkräfte gleichmäßig verteilt = 0,000 kN/m

Angaben zur Bemessung nach EC2:

- Beton = C25/30, Betonstahl = B500
- Achsabstand Bewehrung $d_{1,x} = 4,0$ cm
- Achsabstand Bewehrung $d_{1,y} = 5,0$ cm
- Achsabstand Bewehrung $d_{2,x} = 4,0$ cm
- Achsabstand Bewehrung $d_{2,y} = 5,0$ cm
- Betondeckung der Längsbewehrung c_{vl} oben = 3,5 cm
- Betondeckung der Längsbewehrung c_{vl} unten = 3,5 cm
- Grenze $x/d \leq 0.45$ einhalten (nicht bei LC)
- Mindestbewehrung nach EC2 wird nicht berücksichtigt
- Neigung der Druckstreben Θ wird vom Programm minimal angesetzt
- angesetzte Grundbewehrung $a_{s,x}$ -oben = 0,00 cm²/m
- angesetzte Grundbewehrung $a_{s,y}$ -oben = 0,00 cm²/m
- angesetzte Grundbewehrung $a_{s,x}$ -unten = 0,00 cm²/m
- angesetzte Grundbewehrung $a_{s,y}$ -unten = 0,00 cm²/m

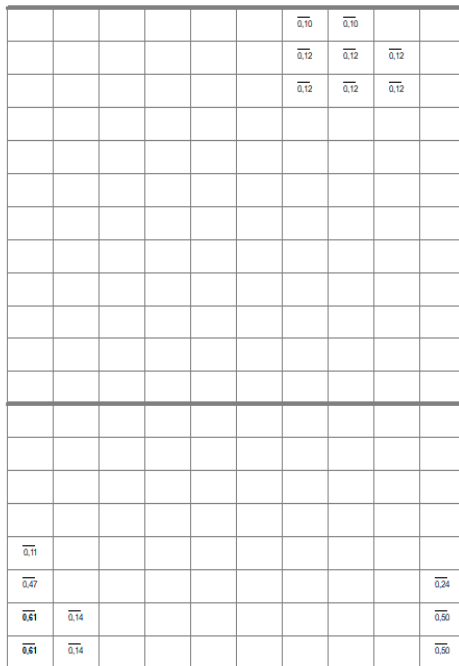


erf. asx,o / asy,o [cm²/m]

0,31	0,31	0,42	0,38	0,42	0,47	0,51	0,52	0,52	0,51
0,41	0,40	0,40	0,41	0,44	0,46	0,49	0,52	0,53	0,53
0,53	0,52	0,47	0,42	0,47	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
0,57	0,54	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,56	0,56
0,35	0,36	0,40	0,46	0,52	0,57	0,63	0,66	0,66	0,62
0,80	0,74	0,71	0,68	0,66	0,65	0,62	0,61	0,61	0,61
0,37	0,38	0,43	0,49	0,56	0,63	0,70	0,75	0,75	0,70
1,09	1,00	0,94	0,89	0,85	0,81	0,77	0,73	0,71	0,68
0,39	0,41	0,45	0,51	0,59	0,66	0,73	0,78	0,77	0,76
1,44	1,33	1,23	1,16	1,09	1,02	0,96	0,89	0,82	0,75
0,41	0,44	0,46	0,53	0,62	0,72	0,83	0,92	1,02	0,96
1,92	1,76	1,62	1,50	1,39	1,28	1,19	1,09	0,98	0,83
0,44	0,46	0,51	0,56	0,63	0,76	0,93	1,08	1,21	1,04
2,57	2,35	2,18	2,03	1,88	1,72	1,57	1,40	1,20	0,92
0,47	0,52	0,63	0,72	0,84	0,96	1,11	1,18	1,40	1,26
3,34	3,08	2,95	2,83	2,70	2,51	2,22	1,84	1,54	1,08
0,83	0,83	0,86	0,95	1,06	1,30	1,58	1,78	1,71	1,35
4,38	4,14	3,96	3,82	3,70	3,57	3,37	2,97	2,25	1,33
1,05	1,16	1,14	1,18	1,21	1,35	1,54	2,42	2,72	2,68
5,85	5,45	5,14	4,92	4,76	4,72	4,74	4,66	4,05	2,58
2,06	1,72	1,54	1,46	1,49	1,68	2,10	2,93	4,47	4,66
8,43	7,12	6,53	6,10	5,86	5,84	6,16	6,68	7,13	6,30
2,85	2,47	2,14	1,90	1,75	1,80	2,14	2,93	6,09	5,43
9,57	8,30	6,19	7,38	6,93	7,04	7,85	9,59	14,74	27,86
2,74	2,74	2,36	2,08	1,81	1,71	1,94	2,56	5,36	5,53
9,66	9,66	6,45	7,55	7,00	6,95	7,64	9,31	14,74	27,86
2,67	2,54	2,26	2,00	1,74	1,54	1,42	1,35	1,54	2,22
7,38	6,98	6,04	6,21	5,92	5,96	6,40	7,53	10,19	10,58
2,42	2,35	2,19	1,96	1,70	1,48	1,38	1,37	1,66	2,17
5,19	5,21	5,14	4,96	4,86	4,85	5,07	5,97	6,91	7,26
2,03	2,13	2,05	1,89	1,67	1,42	1,30	1,64	1,67	2,03
3,67	3,79	3,86	3,85	3,77	3,66	3,66	4,32	4,65	4,96
1,72	1,90	1,90	1,82	1,64	1,40	1,48	1,69	1,81	1,80
2,41	2,61	2,77	2,80	2,74	2,60	2,72	3,00	3,20	3,25
1,44	1,66	1,75	1,74	1,62	1,41	1,51	1,66	1,67	1,62
1,40	1,66	1,84	1,91	1,85	1,66	1,79	1,99	2,02	1,91
1,14	1,44	1,63	1,70	1,63	1,44	1,35	1,62	1,59	1,45
0,67	0,96	1,14	1,20	1,14	0,97	1,08	1,19	1,14	0,93
0,94	1,29	1,38	1,71	1,66	1,52	1,61	1,61	1,39	0,97
0,45	0,55	0,68	0,70	0,62	0,45	0,55	0,63	0,56	0,38

max.asx,o = 9,62 cm²/m, max.asy,o = 27,86 cm²/m

Ausschnitt von x = 0,000 m bis x = 2,900 m / von y = 0,000 m bis y = 4,200 m

erf. asx,u / asy,u [cm²/m]
$$\max.a_{sx,u} = 0,03 \text{ cm}^2/\text{m}, \quad \max.a_{sy,u} = 0,61 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Ausschnitt von $x = 0,000 \text{ m}$ bis $x = 2,900 \text{ m}$ / von $y = 0,000 \text{ m}$ bis $y = 4,200 \text{ m}$

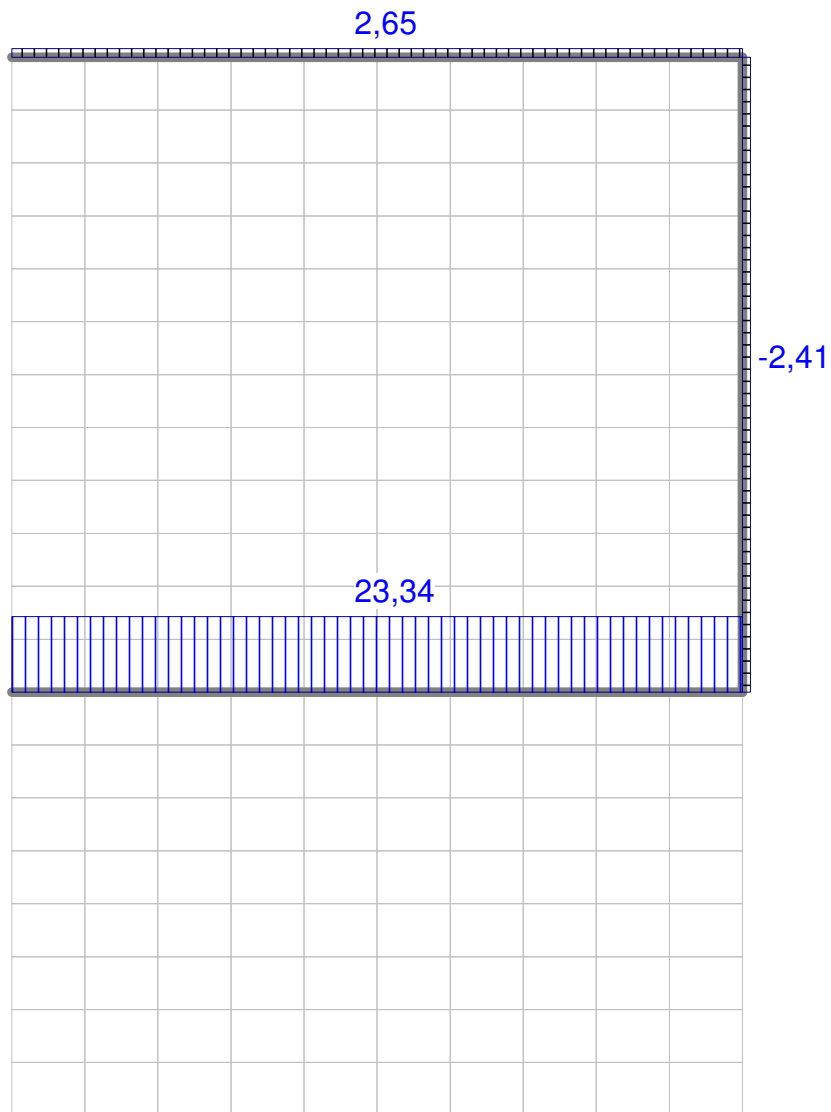
Lagerreaktionen

Projekt : Sanierung und Erweiterung Turnhalle Süd-West

Position : G-110

Lagerreaktionen (Punktlager und Linienlager als verteilte Gleichlasten) für Lastfall Nummer 2 in kN, kNm und kN/m

M 1:30,0



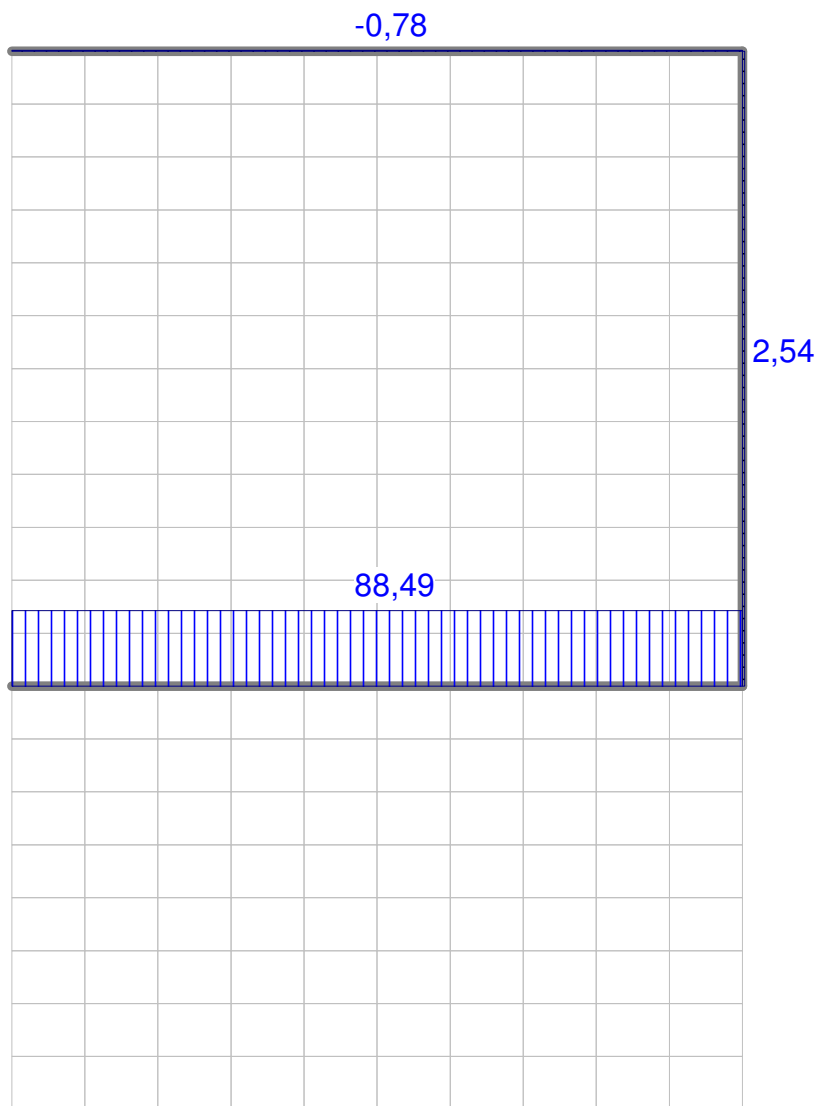
Lagerreaktionen

Projekt : Sanierung und Erweiterung Turnhalle Süd-West

Position : G-110

Lagerreaktionen (Punktlager und Linienlager als verteilte Gleichlasten) für Lastfall Nummer 1 in kN, kNm und kN/m

M 1:30,0



Verhältnis $v_{ed} / v_{Rd,max}$

0,012	0,012	0,012	0,012	0,011	0,010	0,009	0,010	0,012	0,013
0,016	0,016	0,016	0,019	0,016	0,017	0,016	0,013	0,009	0,011
0,025	0,025	0,026	0,026	0,026	0,026	0,024	0,021	0,017	0,012
0,036	0,036	0,037	0,038	0,038	0,038	0,037	0,034	0,028	0,018
0,047	0,047	0,048	0,049	0,050	0,051	0,051	0,050	0,043	0,031
0,060	0,059	0,060	0,061	0,062	0,064	0,067	0,069	0,064	0,048
0,075	0,072	0,073	0,073	0,074	0,077	0,084	0,093	0,095	0,078
0,093	0,089	0,087	0,085	0,084	0,090	0,102	0,119	0,139	0,129
0,116	0,109	0,104	0,096	0,093	0,102	0,122	0,158	0,202	0,221
0,150	0,141	0,122	0,110	0,101	0,109	0,138	0,197	0,337	0,402
0,174	0,178	0,143	0,122	0,107	0,114	0,145	0,225	0,527	0,678
0,184	0,203	0,168	0,132	0,109	0,126	0,180	0,302	0,643	1,391
0,262	0,247	0,191	0,140	0,107	0,107	0,147	0,249	0,567	1,558
0,270	0,244	0,155	0,122	0,101	0,107	0,145	0,225	0,344	1,228
0,229	0,211	0,151	0,115	0,097	0,102	0,126	0,168	0,269	0,435
0,194	0,170	0,135	0,107	0,091	0,091	0,104	0,140	0,219	0,272
0,150	0,138	0,114	0,094	0,081	0,079	0,091	0,126	0,175	0,196
0,120	0,110	0,092	0,077	0,067	0,064	0,078	0,104	0,137	0,153
0,092	0,087	0,072	0,061	0,053	0,048	0,060	0,079	0,103	0,118
0,084	0,063	0,051	0,044	0,038	0,032	0,042	0,056	0,077	0,084

Ausschnitt von $x = 0,000$ m bis $x = 2,900$ m / von $y = 0,000$ m bis $y = 4,200$ m

Erforderliche Bewehrung [cm²/m] nach EC2

max.asx oben = 9,62 cm²/m

max.asx unten = 0,03 cm²/m

max.asy oben = 27,86 cm²/m

max.asy unten = 0,61 cm²/m

Bei allen Werten ist die ggfs. vorhandene Grundbewehrung bereits abgezogen!

Element	asx oben	asx unten	asy oben	asy unten
1	0,90	0,00	0,45	0,61
2	1,29	0,00	0,55	0,14
3	1,58	0,00	0,68	0,01
4	1,71	0,00	0,70	0,01
5	1,68	0,00	0,62	0,01
6	1,52	0,00	0,45	0,01
7	1,61	0,00	0,55	0,01
8	1,61	0,00	0,63	0,01
9	1,39	0,00	0,56	0,04
10	0,97	0,00	0,38	0,50
11	1,14	0,00	0,67	0,61
12	1,44	0,00	0,96	0,14
13	1,63	0,00	1,14	0,00
14	1,70	0,00	1,20	0,00
15	1,63	0,00	1,14	0,00
16	1,44	0,00	0,97	0,00
17	1,55	0,00	1,08	0,00
18	1,62	0,00	1,19	0,00
19	1,50	0,00	1,14	0,04
20	1,24	0,00	0,93	0,50
21	1,44	0,00	1,40	0,47
22	1,66	0,00	1,66	0,02
23	1,75	0,00	1,84	0,00
24	1,74	0,00	1,91	0,00
25	1,62	0,00	1,85	0,00
26	1,41	0,00	1,68	0,00
27	1,51	0,00	1,79	0,00
28	1,66	0,00	1,99	0,00
29	1,67	0,00	2,02	0,00
30	1,52	0,00	1,91	0,24
31	1,73	0,00	2,41	0,11
32	1,90	0,00	2,61	0,00
33	1,90	0,00	2,77	0,00
34	1,82	0,00	2,80	0,00
35	1,64	0,00	2,74	0,00
36	1,40	0,00	2,60	0,00
37	1,46	0,00	2,72	0,00

Fortsetzung Bewehrung :

38	1,69	0,00	3,00	0,00
39	1,81	0,00	3,20	0,00
40	1,80	0,00	3,25	0,00
41	2,03	0,00	3,67	0,00
42	2,13	0,00	3,79	0,00
43	2,05	0,00	3,88	0,00
44	1,89	0,00	3,85	0,00
45	1,67	0,00	3,77	0,00
46	1,42	0,00	3,68	0,00
47	1,39	0,00	3,86	0,00
48	1,64	0,00	4,32	0,00
49	1,87	0,00	4,65	0,00
50	2,03	0,00	4,99	0,00
51	2,32	0,00	5,18	0,00
52	2,34	0,00	5,21	0,00
53	2,19	0,00	5,14	0,00
54	1,96	0,00	4,98	0,00
55	1,70	0,00	4,86	0,00
56	1,46	0,00	4,85	0,00
57	1,28	0,00	5,07	0,00
58	1,57	0,00	5,97	0,00
59	1,86	0,00	6,91	0,00
60	2,17	0,00	7,26	0,00
61	2,67	0,00	7,38	0,00
62	2,54	0,00	6,98	0,00
63	2,28	0,00	6,64	0,00
64	2,00	0,00	6,21	0,00
65	1,73	0,00	5,92	0,00
66	1,54	0,00	5,98	0,00
67	1,42	0,00	6,40	0,00
68	1,45	0,00	7,53	0,00
69	1,84	0,00	10,19	0,00
70	2,22	0,00	10,58	0,00
71	2,74	0,00	9,66	0,00
72	2,74	0,00	9,66	0,00
73	2,39	0,00	8,45	0,00
74	2,06	0,00	7,55	0,00
75	1,81	0,00	7,00	0,00
76	1,71	0,00	6,95	0,00
77	1,94	0,00	7,64	0,00
78	2,56	0,00	9,31	0,00
79	5,34	0,00	14,74	0,00
80	9,62	0,00	27,86	0,00
81	2,65	0,00	9,57	0,00

Fortsetzung Bewehrung :

82	2,47	0,00	9,38	0,00
83	2,14	0,00	8,19	0,00
84	1,90	0,00	7,38	0,00
85	1,75	0,00	6,93	0,00
86	1,80	0,00	7,04	0,00
87	2,14	0,00	7,85	0,00
88	2,93	0,00	9,59	0,00
89	6,08	0,00	14,74	0,00
90	9,62	0,00	27,86	0,00
91	2,06	0,00	8,43	0,00
92	1,72	0,00	7,12	0,00
93	1,54	0,00	6,53	0,00
94	1,46	0,00	6,10	0,00
95	1,49	0,00	5,86	0,00
96	1,68	0,00	5,84	0,00
97	2,10	0,00	6,16	0,00
98	2,93	0,00	6,68	0,00
99	4,47	0,00	7,13	0,00
100	4,66	0,00	6,30	0,00
101	1,05	0,00	5,85	0,00
102	1,16	0,00	5,45	0,00
103	1,14	0,00	5,14	0,00
104	1,18	0,00	4,92	0,00
105	1,31	0,00	4,78	0,00
106	1,55	0,00	4,72	0,00
107	1,94	0,00	4,74	0,00
108	2,47	0,00	4,66	0,00
109	2,72	0,00	4,05	0,00
110	2,64	0,00	2,58	0,00
111	0,63	0,00	4,38	0,00
112	0,80	0,00	4,14	0,00
113	0,86	0,00	3,96	0,00
114	0,95	0,00	3,82	0,00
115	1,09	0,00	3,70	0,00
116	1,30	0,00	3,57	0,00
117	1,56	0,00	3,37	0,00
118	1,76	0,00	2,97	0,00
119	1,71	0,00	2,25	0,00
120	1,55	0,00	1,33	0,00
121	0,47	0,00	3,34	0,00
122	0,53	0,00	3,08	0,00
123	0,63	0,00	2,95	0,00
124	0,72	0,00	2,83	0,00
125	0,84	0,00	2,70	0,00

Fortsetzung Bewehrung :

126	0,98	0,00	2,51	0,00
127	1,11	0,00	2,22	0,00
128	1,18	0,00	1,84	0,00
129	1,40	0,00	1,54	0,00
130	1,25	0,00	1,08	0,00
131	0,44	0,00	2,57	0,00
132	0,48	0,00	2,35	0,00
133	0,51	0,00	2,18	0,00
134	0,55	0,00	2,03	0,00
135	0,63	0,00	1,88	0,00
136	0,76	0,00	1,72	0,00
137	0,93	0,00	1,57	0,00
138	1,08	0,00	1,40	0,00
139	1,21	0,00	1,20	0,00
140	1,04	0,00	0,92	0,00
141	0,41	0,00	1,92	0,00
142	0,44	0,00	1,76	0,00
143	0,48	0,00	1,62	0,00
144	0,53	0,00	1,50	0,00
145	0,62	0,00	1,39	0,00
146	0,73	0,00	1,28	0,00
147	0,85	0,00	1,19	0,00
148	0,97	0,00	1,09	0,00
149	1,02	0,00	0,98	0,00
150	0,88	0,01	0,83	0,00
151	0,39	0,00	1,44	0,00
152	0,41	0,00	1,33	0,00
153	0,45	0,00	1,23	0,00
154	0,51	0,00	1,16	0,00
155	0,59	0,00	1,09	0,00
156	0,68	0,00	1,02	0,00
157	0,76	0,00	0,96	0,00
158	0,85	0,00	0,89	0,01
159	0,87	0,00	0,82	0,03
160	0,78	0,01	0,75	0,03
161	0,37	0,00	1,09	0,00
162	0,39	0,00	1,00	0,00
163	0,43	0,00	0,94	0,00
164	0,49	0,00	0,89	0,00
165	0,56	0,00	0,85	0,00
166	0,63	0,00	0,81	0,01
167	0,70	0,00	0,77	0,07
168	0,75	0,00	0,73	0,09
169	0,76	0,01	0,71	0,09

Fortsetzung Bewehrung :

170	0,70	0,01	0,68	0,07
171	0,35	0,00	0,80	0,00
172	0,36	0,00	0,74	0,00
173	0,40	0,00	0,71	0,00
174	0,46	0,00	0,68	0,01
175	0,52	0,00	0,66	0,05
176	0,57	0,00	0,65	0,09
177	0,63	0,00	0,62	0,12
178	0,66	0,00	0,61	0,12
179	0,66	0,03	0,61	0,12
180	0,62	0,03	0,61	0,08
181	0,33	0,01	0,57	0,00
182	0,34	0,01	0,54	0,01
183	0,37	0,00	0,53	0,03
184	0,42	0,00	0,53	0,05
185	0,47	0,00	0,53	0,07
186	0,52	0,00	0,53	0,09
187	0,56	0,00	0,53	0,12
188	0,59	0,01	0,53	0,12
189	0,58	0,03	0,56	0,12
190	0,54	0,03	0,56	0,08
191	0,31	0,01	0,41	0,01
192	0,31	0,01	0,40	0,01
193	0,34	0,00	0,40	0,03
194	0,38	0,00	0,41	0,05
195	0,42	0,00	0,44	0,07
196	0,47	0,00	0,46	0,09
197	0,51	0,00	0,49	0,10
198	0,52	0,01	0,52	0,10
199	0,52	0,03	0,53	0,10
200	0,51	0,03	0,53	0,07

Erforderliche Querkraftbewehrung [cm²/m²] nach EC2

-1 !! bedeutet $v_{ed} > v_{Rd,max}$ --> unzulässig!

Element	asq [cm ² /m ²]
1	0,00
2	0,00
3	0,00
4	0,00
5	0,00
6	0,00
7	0,00
8	0,00

Fortsetzung Querkraftbewehrung :

9	0,00
10	0,00
11	0,00
12	0,00
13	0,00
14	0,00
15	0,00
16	0,00
17	0,00
18	0,00
19	0,00
20	0,00
21	0,00
22	0,00
23	0,00
24	0,00
25	0,00
26	0,00
27	0,00
28	0,00
29	0,00
30	0,00
31	0,00
32	0,00
33	0,00
34	0,00
35	0,00
36	0,00
37	0,00
38	0,00
39	0,00
40	0,00
41	0,00
42	0,00
43	0,00
44	0,00
45	0,00
46	0,00
47	0,00
48	0,00
49	0,00
50	0,00
51	0,00
52	0,00

Fortsetzung Querkraftbewehrung :

53	0,00
54	0,00
55	0,00
56	0,00
57	0,00
58	0,00
59	0,00
60	12,97
61	0,00
62	0,00
63	0,00
64	0,00
65	0,00
66	0,00
67	0,00
68	0,00
69	6,25
70	-1 !!
71	0,00
72	0,00
73	0,00
74	0,00
75	0,00
76	0,00
77	0,00
78	0,00
79	14,29
80	-1 !!
81	0,00
82	0,00
83	0,00
84	0,00
85	0,00
86	0,00
87	0,00
88	0,00
89	15,66
90	-1 !!
91	0,00
92	0,00
93	0,00
94	0,00
95	0,00
96	0,00

Fortsetzung Querkraftbewehrung :

97	0,00
98	0,00
99	7,61
100	18,44
101	0,00
102	0,00
103	0,00
104	0,00
105	0,00
106	0,00
107	0,00
108	0,00
109	0,00
110	0,00
111	0,00
112	0,00
113	0,00
114	0,00
115	0,00
116	0,00
117	0,00
118	0,00
119	0,00
120	0,00
121	0,00
122	0,00
123	0,00
124	0,00
125	0,00
126	0,00
127	0,00
128	0,00
129	0,00
130	0,00
131	0,00
132	0,00
133	0,00
134	0,00
135	0,00
136	0,00
137	0,00
138	0,00
139	0,00
140	0,00

Fortsetzung Querkraftbewehrung :

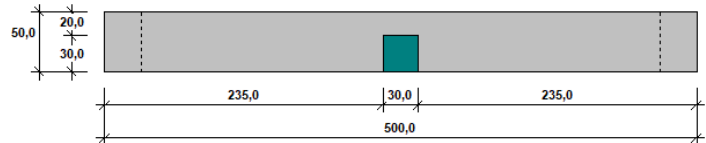
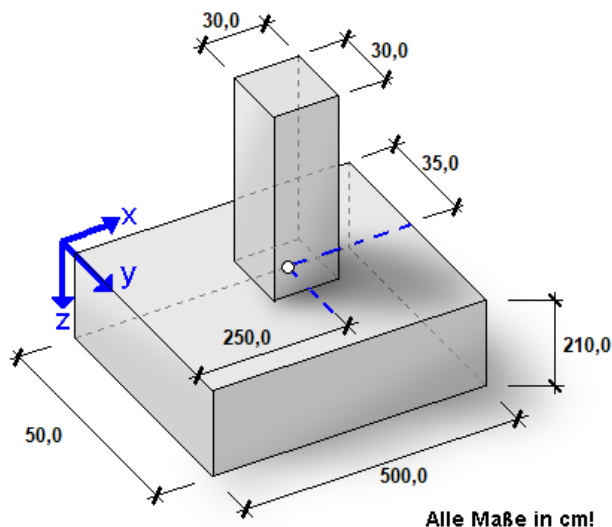
141	0,00
142	0,00
143	0,00
144	0,00
145	0,00
146	0,00
147	0,00
148	0,00
149	0,00
150	0,00
151	0,00
152	0,00
153	0,00
154	0,00
155	0,00
156	0,00
157	0,00
158	0,00
159	0,00
160	0,00
161	0,00
162	0,00
163	0,00
164	0,00
165	0,00
166	0,00
167	0,00
168	0,00
169	0,00
170	0,00
171	0,00
172	0,00
173	0,00
174	0,00
175	0,00
176	0,00
177	0,00
178	0,00
179	0,00
180	0,00
181	0,00
182	0,00
183	0,00
184	0,00

Fortsetzung Querkraftbewehrung :

185	0,00
186	0,00
187	0,00
188	0,00
189	0,00
190	0,00
191	0,00
192	0,00
193	0,00
194	0,00
195	0,00
196	0,00
197	0,00
198	0,00
199	0,00
200	0,00

Position: G-401-1 Streifenfundament

Einzelfundament (V.31.1) nach EC2 / EC7 + NA Deutschland



Das Stützenmoment von 21,3 kNm und das Moment aus Exzentrizität Stütze Fundament wird durch Einspannung Bodenplatte, passiver Erddruck aufgenommen Hinweis am Ende

Systemwerte :

$b_x = 500,0$ cm (Fundamentbreite x - Richtung)

$b_y = 50,0$ cm (Fundamentbreite y - Richtung)

$a_x = 250,0$ cm (Achsabstand Stütze in x - Richtung)

$a_y = 35,0$ cm (Achsabstand Stütze in y - Richtung)

$b_{sx} = 30,0$ cm (Stützenbreite in x - Richtung)

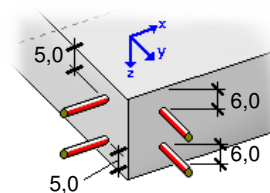
$b_{sy} = 30,0$ cm (Stützenbreite in y - Richtung)

$t_f = 210,0$ cm (Fundamentdicke)

$\sigma_{Rk} = 180,00$ kN/m² (zul. Bodenpressung, charakt. Wert)

$\Phi = 25,0^\circ$ (Sohlereibungswinkel)

Bewehrungsabstände:



Belastungen : Lasten übernommen aus Position E-401

N , H_x , H_y , M_x und M_y sind charakt. Lasten (ohne Sicherheitsbeiwerte)!

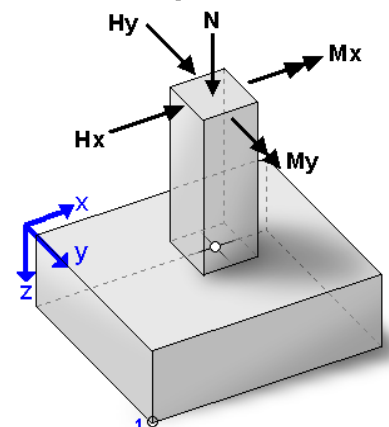
Das Eigengewicht vom Fundament wird mit 25,0 kN/m³ berücksichtigt!

Positive Momente M_x und M_y erzeugen in Punkt 1 Druckspannungen (s. nebenstehendes Bild)!

Momente aus Theorie II.Ordnung werden nicht angesetzt!

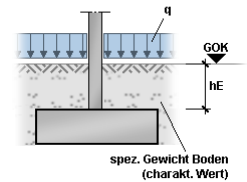
Lasten aus Anprall für Nachweis Lagesicherheit nach EC0 (nicht für Ausmitten nach DIN 1054)!

Alle Kräfte / Momente greifen an OK Fundament an!



Lastfall	N [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
ständig g	70,61	0,00	0,00	0,00	0,00
Schnee	9,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind +x	0,00	3,50	0,00	0,00	-4,50
Wind -x	0,00	3,50	0,00	0,00	4,50
Wind +y	0,00	0,00	7,27	0,00	0,00
Wind -y	0,00	0,00	7,27	0,00	0,00
veränderlich q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdbeben	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

veränderl. Last q auf GOK [kN/m²]	Höhe Boden [cm]	Gamma Boden [kN/m³]
2,00 (charakt. Wert)	210	19,00



Nachweis Erdbeben:

$\Psi_{2,Q} = 0,30$ [-] (Nutzlasten)

$\Psi_{2,S} = 0,50$ [-] (Schneelasten)

$\Psi_{2,W} = 0,00$ [-] (Windlasten)

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: $\max.(e_x/b_x)^2 + (e_y/b_y)^2 = 0,023 \leq 0,111 \rightarrow$ 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 $\eta = 11,58 \geq 1,00 \rightarrow$ zulässig

Grundbruchnachweis GEO-2:

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

Kohäsion $c_{u,k}$ (undränirt) = $0,00 \text{ kN/m}^2$

Scherwinkel $\Phi_{u,k}$ (undränirt) = $30,00^\circ$

Einbindetiefe / Bodenüberdeckung s. bei Lasteingaben!

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

$\max. V_{d,d} = 423,36 \text{ [kN]}$

$R_{v,d} = 1896,62 \text{ [kN]}$

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

$v_c / v_d / v_b = 1,04 / 1,04 / 0,98$

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

$\max. \text{Ausnutzung } \eta = 0,22 \leq 1,00 \rightarrow$ zulässig

Nachweis der Lagesicherheit nach EC0:

Sicherheit gegen Abheben:

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

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

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

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

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

Ausmitten (Kippen):

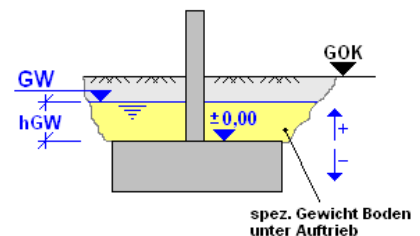
$$\max.ex = 0,07 \text{ m} \leq \text{zul.ex} = 2,50 \text{ m}$$

$$\max.ey = 0,11 \text{ m} \leq \text{zul.ey} = 0,25 \text{ m}$$

Nachweis der Sicherheit gegen Auftrieb/Aufschwimmen:

Kote Wasser hGW = -1000,000 m

Wasserkote liegt unter UK Fundament --> kein Auftrieb!



Nachweis Bodenpressungen:

Werte für Bodenpressung in [kN/m²]; $\sigma_{m,k} = N_k / (a' \times b')$ zum Vergleich mit zul. $\sigma_{m,k}$
Bodenpressungen sind charakt. Werte (ohne Sicherheitsfaktoren)

$$\max.\sigma_{m,k} = 177,804 \text{ kN/m}^2 \leq 180,000 \text{ kN/m}^2 \text{ --> zulässig}$$

Bemessung für Biegung:

Beton : C25/30

Betonstahl : B500 (A,B)

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

Bemessungsmomente: (max. Werte aus allen LFK)

$$\max.M_{x,Ed} = 0,524 \text{ kNm}$$

$$\max.M_{y,Ed} = 65,117 \text{ kNm}$$

Bemessung für Biegung / erf. Längsbewehrung:

$$\text{erf.}A_{sx,\text{unten}} = 0,7 \text{ cm}^2$$

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

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

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

Anschlussbewehrung in Stütze:

$$\text{erf.}A_s = 0,00 \text{ cm}^2 \text{ (}\mu_e = 0,00\%, \text{ min.}A_s = 0,38 \text{ cm}^2\text{)}$$

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

Durchstanznachweis:

**Aufgrund der Abmessungen wird durch den kritischen Rundschnitt das Fundament abgeschnitten!
Es wird jedoch ein separater Querkraftnachweis geführt!**

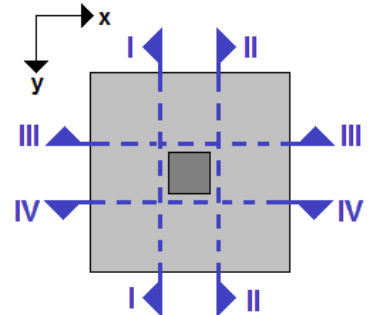
☑ Querkraftbemessung jeweils im Abstand d vom Stützenrand

Schnitt I-I: $V_{ed} = 3,60 \text{ kN} \rightarrow \text{erf. } a_{s,v} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

Schnitt II-II: $V_{ed} = 4,39 \text{ kN} \rightarrow \text{erf. } a_{s,v} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

Schnitt III-III: Fundamentüberstand $< d \rightarrow$ keine Querkraftbewehrung erforderlich!

Schnitt IV-IV: Fundamentüberstand $< d \rightarrow$ keine Querkraftbewehrung erforderlich!



Gewählte Längsbewehrung:

Grundmatte: Q257A

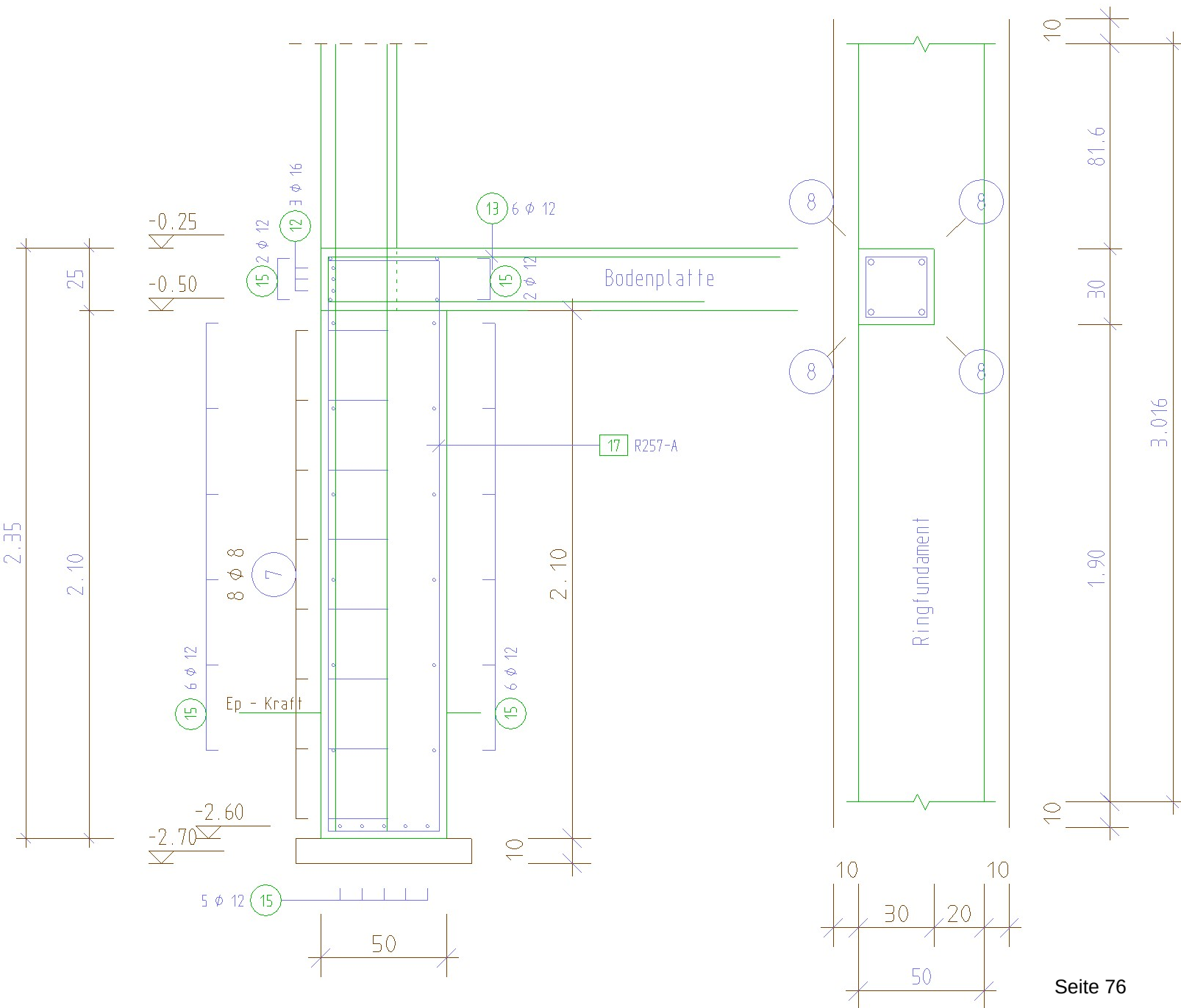
Es entsteht keine klaffende Fuge. Zusätzlich zu dem Windmoment von $21,3 \text{ kNm}$ (E-401-2) wird das Exentritätsmoment $\text{ca. } 80 \text{ kN} \cdot 0,1 \text{ m} = 8 \text{ kNm}$ in Summe $\text{ca. } 29,3 \text{ kNm}$ durch den Hebelarm Einspannung Bodenplatten zu passiven Erddruck aufgenommen. Gegenmoment beträgt $37,5 \text{ kN} \times 1,80 \text{ m} = 67,6 \text{ kNm}$. Der Sicherheitsfaktor ist $67,6 / 29,3 = 2,3$.

Sofern dieses Moment nur durch Einspannung in die Bodenplatte aufgenommen werden würde, würde sich eine erforderliche Bewehrung ergeben von:

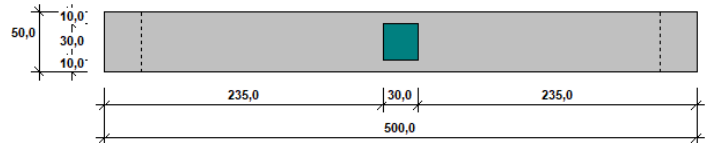
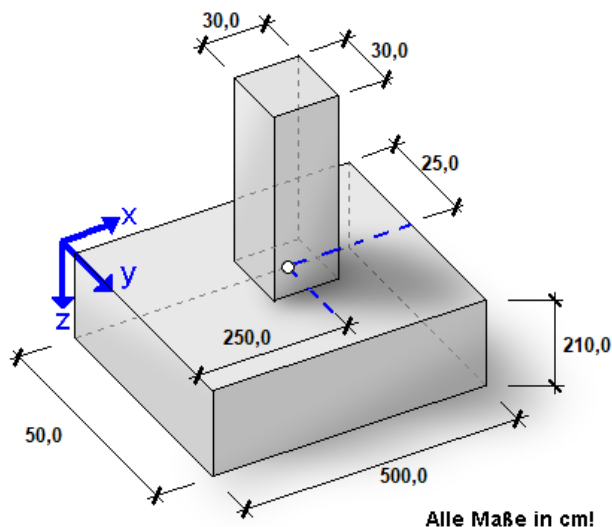
$29,3 \text{ kNm} / 0,19 \text{ m}$ (innerer Hebelarm der Platte) = 154 kN (Zugkraft)

$a_s = 154 / 286 = 0,54 \text{ cm}^2$

Beachte auch die Systemskizze auf der folgenden Seite.



Position: G-402-1 Streifenfundament Längsseite
Einzelfundament (V.31.1) nach EC2 / EC7 + NA Deutschland



Das Stützenmoment von 21,3 kNm und das Moment aus Exzentrizität Stütze Fundament wird durch Einspannung Bodenplatte, passiver Erddruck aufgenommen Hinweis am Ende

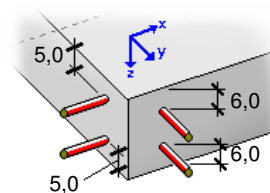
Systemwerte :

bx = 500,0 cm (Fundamentbreite x - Richtung)
by = 50,0 cm (Fundamentbreite y - Richtung)
ax = 250,0 cm (Achsabstand Stütze in x - Richtung)
ay = 25,0 cm (Achsabstand Stütze in y - Richtung)
bsx = 30,0 cm (Stützenbreite in x - Richtung)
bsy = 30,0 cm (Stützenbreite in y - Richtung)
tf = 210,0 cm (Fundamentdicke)

$\sigma_{Rk} = 180,00 \text{ kN/m}^2$ (zul. Bodenpressung, charakt. Wert)

$\Phi = 25,0^\circ$ (Sohlreibungswinkel)

Bewehrungsabstände:



Belastungen : Lasten übernommen aus Position E-401

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

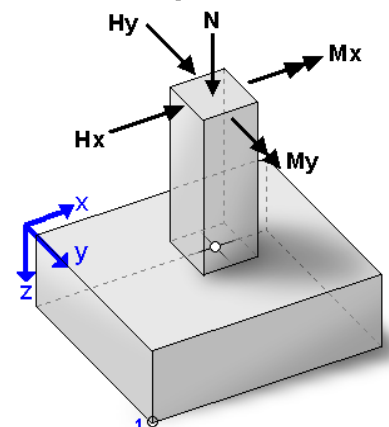
Das Eigengewicht vom Fundament wird mit $25,0 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt!

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

Momente aus Theorie II.Ordnung werden nicht angesetzt!

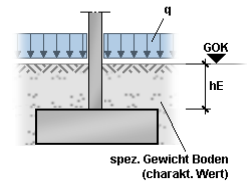
Lasten aus Anprall für Nachweis Lagesicherheit nach EC0 (nicht für Ausmitten nach DIN 1054)!

Alle Kräfte / Momente greifen an OK Fundament an!



Lastfall	N [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
ständig g	106,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Schnee	27,70	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind +x	0,00	3,50	0,00	0,00	-4,50
Wind -x	0,00	3,50	0,00	0,00	4,50
Wind +y	0,00	0,00	7,27	0,00	0,00
Wind -y	0,00	0,00	7,27	0,00	0,00
veränderlich q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdbeben	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

veränderl. Last q auf GOK [kN/m²]	Höhe Boden [cm]	Gamma Boden [kN/m³]
2,00 (charakt. Wert)	210	19,00



Nachweis Erdbeben:

$\Psi_{2,Q} = 0,30$ [-] (Nutzlasten)

$\Psi_{2,S} = 0,50$ [-] (Schneelasten)

$\Psi_{2,W} = 0,00$ [-] (Windlasten)

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: $\max.|e_x|/b_x + |e_y|/b_y = 0,000 \leq 0,166 \rightarrow$ keine bzw. zul. klaffende Fuge

klaffende Fuge Gesamtlast: $\max.(e_x/b_x)^2 + (e_y/b_y)^2 = 0,008 \leq 0,111 \rightarrow$ 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 $\eta = 12,96 \geq 1,00 \rightarrow$ zulässig

Grundbruchnachweis GEO-2:

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

Kohäsion $c_{u,k}$ (undränirt) = $0,00 \text{ kN/m}^2$

Scherwinkel $\Phi_{u,k}$ (undränirt) = $30,00^\circ$

Einbindetiefe / Bodenüberdeckung s. bei Lasteingaben!

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

$\max. V_{d,d} = 498,88 \text{ [kN]}$

$R_{v,d} = 2297,58 \text{ [kN]}$

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

$v_c / v_d / v_b = 1,04 / 1,04 / 0,98$

$i_c / i_d / i_b = 0,96 / 0,96 / 0,94$

max. Ausnutzung $\eta = 0,22 \leq 1,00 \rightarrow$ zulässig

Nachweis der Lagesicherheit nach EC0:

Sicherheit gegen Abheben:

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

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

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

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

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

Ausmitten (Kippen):

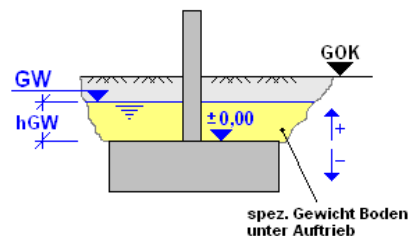
$$\max.ex = 0,06 \text{ m} \leq \text{zul.ex} = 2,50 \text{ m}$$

$$\max.ey = 0,08 \text{ m} \leq \text{zul.ey} = 0,25 \text{ m}$$

Nachweis der Sicherheit gegen Auftrieb/Aufschwimmen:

Kote Wasser hGW = -1000,000 m

Wasserkote liegt unter UK Fundament --> kein Auftrieb!



Nachweis Bodenpressungen:

Werte für Bodenpressung in [kN/m²]; $\sigma_{m,k} = N_k / (a' \times b')$ zum Vergleich mit zul. $\sigma_{m,k}$
Bodenpressungen sind charakt. Werte (ohne Sicherheitsfaktoren)

$$\max.\sigma_{m,k} = 175,692 \text{ kN/m}^2 \leq 180,000 \text{ kN/m}^2 \text{ --> zulässig}$$

Bemessung für Biegung:

Beton : C25/30

Betonstahl : B500 (A,B)

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

Bemessungsmomente: (max. Werte aus allen LFK)

$$\max.M_{x,Ed} = 4,020 \text{ kNm}$$

$$\max.M_{y,Ed} = 106,543 \text{ kNm}$$

Bemessung für Biegung / erf. Längsbewehrung:

$$\text{erf.}A_{sx,\text{unten}} = 1,1 \text{ cm}^2$$

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

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

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

Anschlussbewehrung in Stütze:

$$\text{erf.}A_s = 0,00 \text{ cm}^2 \text{ (}\mu_e = 0,00\%, \text{ min.}A_s = 0,64 \text{ cm}^2\text{)}$$

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

Durchstanznachweis:

**Aufgrund der Abmessungen wird durch den kritischen Rundschnitt das Fundament abgeschnitten!
Es wird jedoch ein separater Querkraftnachweis geführt!**

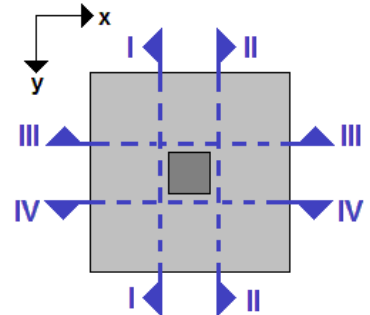
☑ Querkraftbemessung jeweils im Abstand d vom Stützenrand

Schnitt I-I: $V_{ed} = 11,08 \text{ kN} \rightarrow \text{erf. } a_{s,v} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

Schnitt II-II: $V_{ed} = 11,08 \text{ kN} \rightarrow \text{erf. } a_{s,v} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

Schnitt III-III: Fundamentüberstand $< d \rightarrow$ keine Querkraftbewehrung erforderlich!

Schnitt IV-IV: Fundamentüberstand $< d \rightarrow$ keine Querkraftbewehrung erforderlich!



Gewählte Längsbewehrung:

Grundmatte: Q257A

Es entsteht keine klaffende Fuge. Zusätzlich zu dem Windmoment von $21,3 \text{ kNm}$ (E-402-2) wird das Exentritätsmoment $\text{ca. } 133 \text{ kN} \cdot 0,1 \text{ m} = 13,3 \text{ kNm}$ in Summe $\text{ca. } 34,6 \text{ kNm}$ durch den Hebelarm Einspannung Bodenplatten zu passiven Erddruck aufgenommen.

Gegenmoment beträgt $37,5 \text{ kN} \times 1,80 \text{ m} = 67,6 \text{ kNm}$. Der Sicherheitsfaktor ist $67,7 / 29,3 = 2,3$.

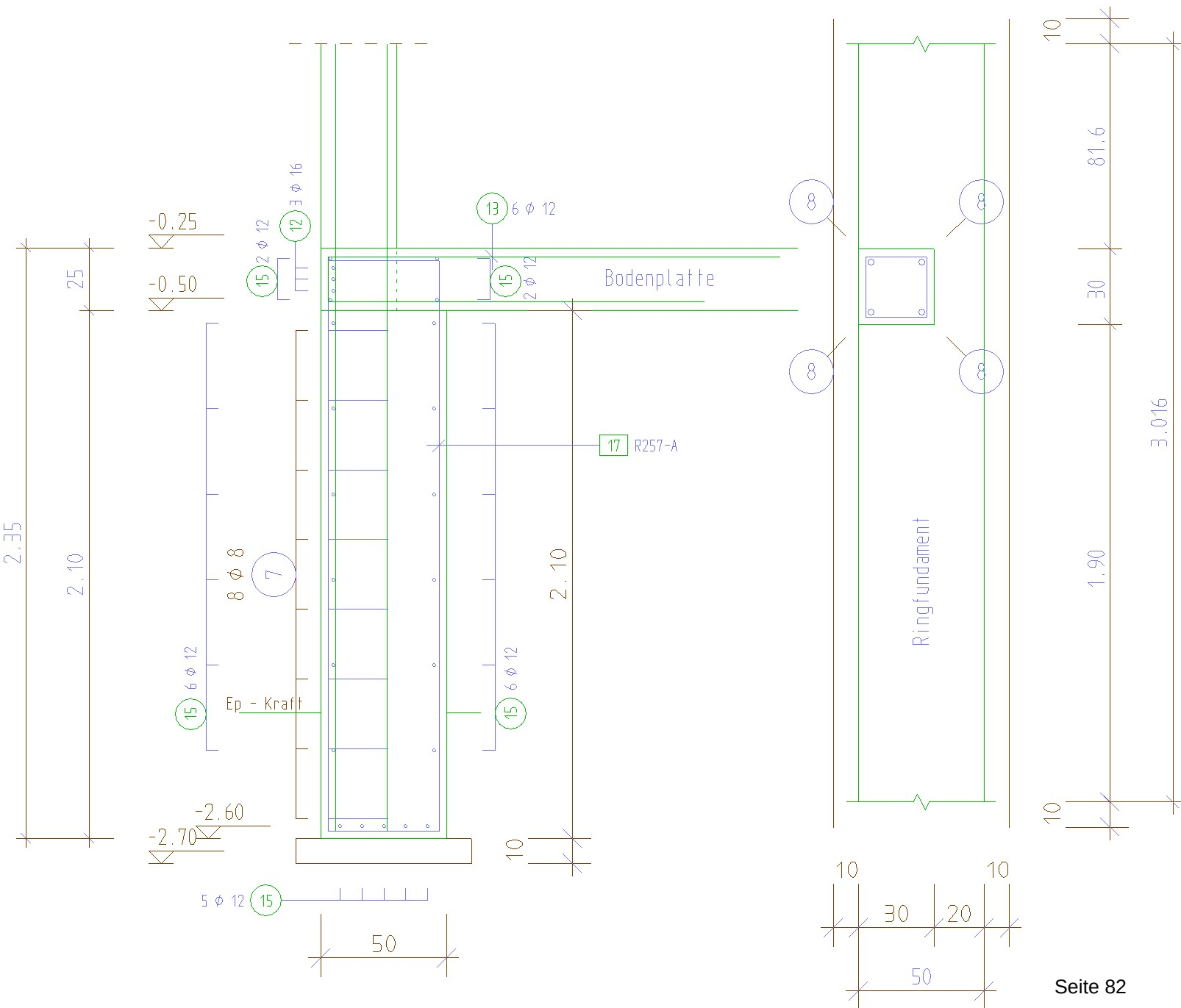
Sofern dieses Moment nur durch Einspannung in die Bodenplatte aufgenommen werden würde, würde sich eine erforderliche Bewehrung ergeben von:

$29,3 \text{ kNm} / 0,19 \text{ m}$ (innerer Hebelarm der Platte) = 154 kN (Zugkraft)

$a_s = 154 / 286 = 0,54 \text{ cm}^2$

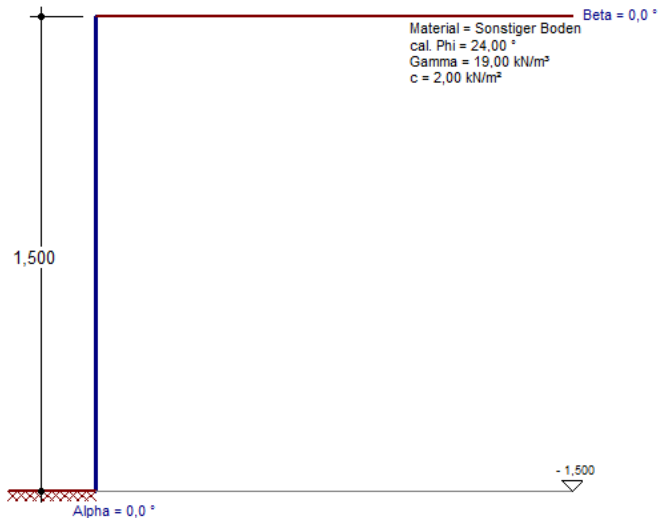
Beachte auch die Systemskizze auf der folgenden Seite.





Position: 1

Erddruckberechnung für passiven Erddruck bei Fußpunktdrehung (V.31.1)



Höhe der Wand = 1,500 m
 Anzahl Bodenschichten = 1
 Wandneigung Alpha = 0.00°
 Geländeneigung Beta = 0.00°
 Kein Grundwasser vorhanden (kein Wasserdruck)!
 Bei Kohäsion wird der Mindesterdrruck mit berücksichtigt!

Schicht	Dicke [m]	Material	ϕ [°]	γ [kN/m³]	c [kN/m²]	δ [°]
1	1,500	Sonstiger Boden	24,00	19,00	2,00	23,00

Schicht	K_{pgh}	K_{pch}	K_{pph}
1	4,482	6,260	4,482

Erddruckwerte getrennt nach Einwirkung und Überlagerung:

Index: g = ständig, d = Delta wg. Mindesterdrruck, q = veränderlich, c = Kohäsion, w = Wasserdruck, res = Überlagerung

Schicht Nummer 1

z [m]	e,g [kN/m²]	e,d [kN/m²]	e,q [kN/m²]	e,c [kN/m²]	e,w [kN/m²]	e,res [kN/m²]
0,000	0,00	12,52	0,00	-12,52	0,00	0,00
0,150	12,77	0,27	0,00	-12,52	0,00	0,52
0,300	25,55	0,00	0,00	-12,52	0,00	13,02
0,450	38,32	0,00	0,00	-12,52	0,00	25,80
0,600	51,09	0,00	0,00	-12,52	0,00	38,57
0,750	63,86	0,00	0,00	-12,52	0,00	51,34
0,900	76,64	0,00	0,00	-12,52	0,00	64,12

Fortsetzung:

1,050	89,41	0,00	0,00	-12,52	0,00	76,89
1,200	102,18	0,00	0,00	-12,52	0,00	89,66
1,350	114,95	0,00	0,00	-12,52	0,00	102,43
1,500	127,73	0,00	0,00	-12,52	0,00	115,21

Resultierende horizontale Last aus Erddruck (g) = 77,97 kN/m bei h = 0,451 m vom Wandfuß.

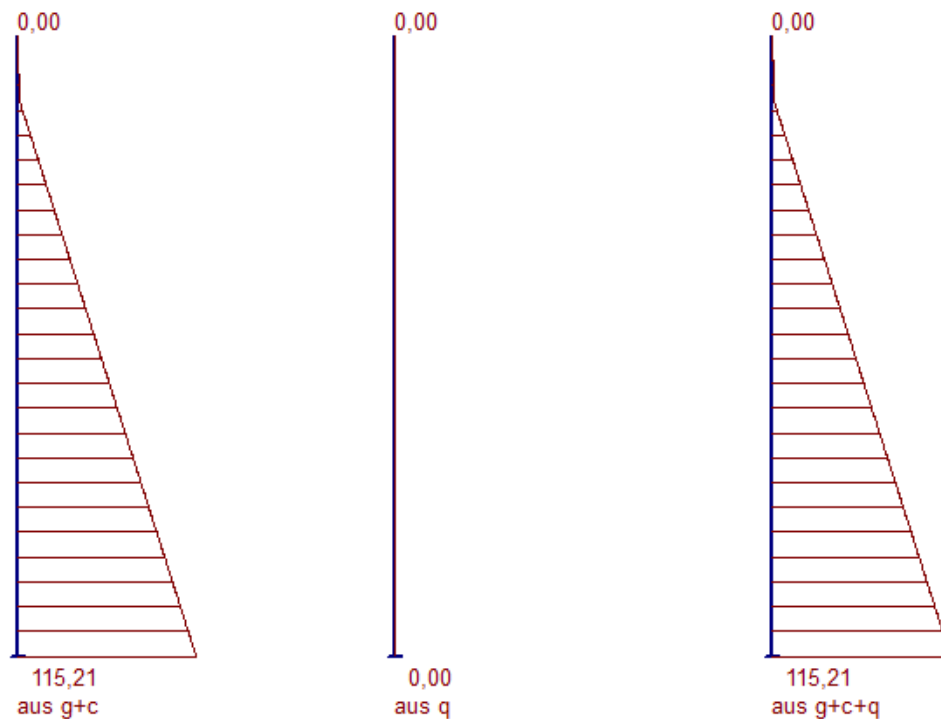
Resultierende vertikale Last aus Erddruck (g) = 33,10 kN/m.

Resultierende horizontale Last aus Erddruck (q) = 0,00 kN/m bei h = 0,000 m vom Wandfuß.

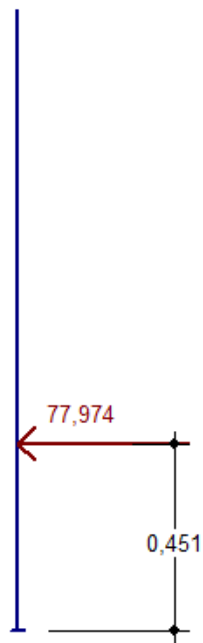
Resultierende vertikale Last aus Erddruck (q) = 0,00 kN/m.

Resultierende horizontale Last (g+q) = 77,97 kN/m bei h = 0,451 m vom Wandfuß.

Erddruckverläufe (horizontale Komponente, nach Einwirkungen + Überlagerung) [kN/m²]
(bei Kohäsion unter Berücksichtigung des Mindesterdldrucks)



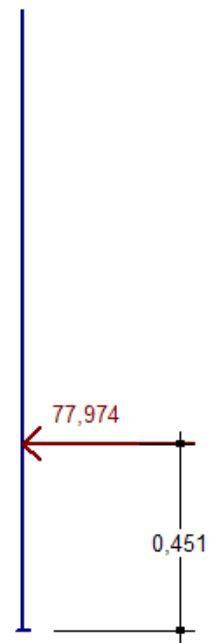
Resultierende Erddrücke (horizontale Komponente, nach Einwirkungen + Überlagerung) [kN/m]
(bei Kohäsion unter Berücksichtigung des Mindesterdruks)



aus g+c



aus q



aus g+c+q

Position: G-601 Erddruck Passiv h=140cm

Erddruckberechnung für passiven Erddruck bei Fußpunktdrehung (V.31.1)

Der Reibungswinkel δ wird auf der sicheren Seite liegend nicht berücksichtigt. Dieser würde den passiven Erddruck um ca. 25kN/m erhöhen.

Höhe der Wand = 1,400 m

Anzahl Bodenschichten = 1

Wandneigung Alpha = 0,00 °

Geländeneigung Beta = 0,00 °

Kein Grundwasser vorhanden (kein Wasserdruck)!

Bei Kohäsion wird der Mindesterdruk mit berücksichtigt!

Schicht	Dicke [m]	Material	α Phi [°]	Gamma [kN/m³]	c [kN/m²]	Delta [°]
1	1,400	Ton/Schluff OU/OT	25,00	19,00	2,00	0,00

Schicht	Kpgh	Kpch	Kpph
1	2,464	3,139	2,464

Erddruckwerte getrennt nach Einwirkung und Überlagerung:

Index: g = ständig, d = Delta wg. Mindesterdruk, q = veränderlich, c = Kohäsion, w = Wasserdruck, res = Überlagerung

Schicht Nummer 1

z [m]	e,g [kN/m²]	e,d [kN/m²]	e,q [kN/m²]	e,c [kN/m²]	e,w [kN/m²]	e,res [kN/m²]
0,000	0,00	6,28	0,00	-6,28	0,00	0,00
0,140	6,55	0,30	0,00	-6,28	0,00	0,58
0,280	13,11	0,00	0,00	-6,28	0,00	6,83
0,420	19,66	0,00	0,00	-6,28	0,00	13,38
0,560	26,22	0,00	0,00	-6,28	0,00	19,94
0,700	32,77	0,00	0,00	-6,28	0,00	26,49
0,840	39,32	0,00	0,00	-6,28	0,00	33,05
0,980	45,88	0,00	0,00	-6,28	0,00	39,60
1,120	52,43	0,00	0,00	-6,28	0,00	46,15
1,260	58,99	0,00	0,00	-6,28	0,00	52,71
1,400	65,54	0,00	0,00	-6,28	0,00	59,26

Resultierende horizontale Last aus Erddruck (g) = 37,55 kN/m bei h = 0,423 m vom Wandfuß.

Resultierende vertikale Last aus Erddruck (g) = 0,00 kN/m.

Resultierende horizontale Last aus Erddruck (q) = 0,00 kN/m bei h = 0,000 m vom Wandfuß.

Resultierende vertikale Last aus Erddruck (q) = 0,00 kN/m.

Resultierende horizontale Last (g+q) = 37,55 kN/m bei h = 0,423 m vom Wandfuß.

Position: G-602 Erddruck Passiv h=210cm unter Bodenplatte

Erddruckberechnung für passiven Erddruck bei Fußpunktdrehung (V.31.1)

Die Bodenplattenhöhe wird zur Baugrundhöhe hinzuaddiert, da eine separate Ausweisung nicht möglich ist.

Höhe der Wand = 2,350 m

Anzahl Bodenschichten = 1

Wandneigung Alpha = 0,00 °

Geländeneigung Beta = 0,00 °

Kein Grundwasser vorhanden (kein Wasserdruck)!

Bei Kohäsion wird der Mindesterdruk mit berücksichtigt!

Schicht	Dicke [m]	Material	cal Phi [°]	Gamma [kN/m³]	c [kN/m²]	Delta [°]
1	2,350	Kies GU, GT	35,00	20,00	0,00	0,00

Schicht	Kpgh	Kpch	Kpph
1	3,690	3,842	3,690

Erddruckwerte getrennt nach Einwirkung und Überlagerung:

Index: g = ständig, d = Delta wg. Mindesterdruk, q = veränderlich, c = Kohäsion, w = Wasserdruck, res = Überlagerung

Schicht Nummer 1

z [m]	e,g [kN/m²]	e,d [kN/m²]	e,q [kN/m²]	e,c [kN/m²]	e,w [kN/m²]	e,res [kN/m²]
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,235	17,34	0,00	0,00	0,00	0,00	17,34
0,470	34,69	0,00	0,00	0,00	0,00	34,69
0,705	52,03	0,00	0,00	0,00	0,00	52,03
0,940	69,38	0,00	0,00	0,00	0,00	69,38
1,175	86,72	0,00	0,00	0,00	0,00	86,72
1,410	104,06	0,00	0,00	0,00	0,00	104,06
1,645	121,41	0,00	0,00	0,00	0,00	121,41
1,880	138,75	0,00	0,00	0,00	0,00	138,75
2,115	156,09	0,00	0,00	0,00	0,00	156,09
2,350	173,44	0,00	0,00	0,00	0,00	173,44

Resultierende horizontale Last aus Erddruck (g) = 203,79 kN/m bei h = 0,783 m vom Wandfuß.

Resultierende vertikale Last aus Erddruck (g) = 0,00 kN/m.

Resultierende horizontale Last aus Erddruck (q) = 0,00 kN/m bei h = 0,000 m vom Wandfuß.

Resultierende vertikale Last aus Erddruck (q) = 0,00 kN/m.

Resultierende horizontale Last (g+q) = 203,79 kN/m bei h = 0,783 m vom Wandfuß.

Position: G-603 Erddruck Passiv h=185cm

Erddruckberechnung für passiven Erddruck bei Fußpunktdrehung (V.31.1)

Der Reibungswinkel ϕ wird auf der sicheren Seite liegend nicht berücksichtigt. Dieser würde den passiven Erddruck um ca. 25kN/m erhöhen.

Höhe der Wand = 1,850 m

Anzahl Bodenschichten = 1

Wandneigung Alpha = 0,00 °

Geländeneigung Beta = 0,00 °

Kein Grundwasser vorhanden (kein Wasserdruck)!

Bei Kohäsion wird der Mindesterdruk mit berücksichtigt!

Schicht	Dicke [m]	Material	ϕ [°]	Gamma [kN/m³]	c [kN/m²]	Delta [°]
1	1,850	Ton/Schluff OU/OT	25,00	19,00	2,00	0,00

Schicht	Kpgh	Kpch	Kpph
1	2,464	3,139	2,464

Erddruckwerte getrennt nach Einwirkung und Überlagerung:

Index: g = ständig, d = Delta wg. Mindesterdruk, q = veränderlich, c = Kohäsion, w = Wasserdruck, res = Überlagerung

Schicht Nummer 1

z [m]	e,g [kN/m²]	e,d [kN/m²]	e,q [kN/m²]	e,c [kN/m²]	e,w [kN/m²]	e,res [kN/m²]
0,000	0,00	6,28	0,00	-6,28	0,00	0,00
0,185	8,66	0,00	0,00	-6,28	0,00	2,38
0,370	17,32	0,00	0,00	-6,28	0,00	11,04
0,555	25,98	0,00	0,00	-6,28	0,00	19,70
0,740	34,64	0,00	0,00	-6,28	0,00	28,36
0,925	43,30	0,00	0,00	-6,28	0,00	37,02
1,110	51,96	0,00	0,00	-6,28	0,00	45,69
1,295	60,62	0,00	0,00	-6,28	0,00	54,35
1,480	69,29	0,00	0,00	-6,28	0,00	63,01
1,665	77,95	0,00	0,00	-6,28	0,00	71,67
1,850	86,61	0,00	0,00	-6,28	0,00	80,33

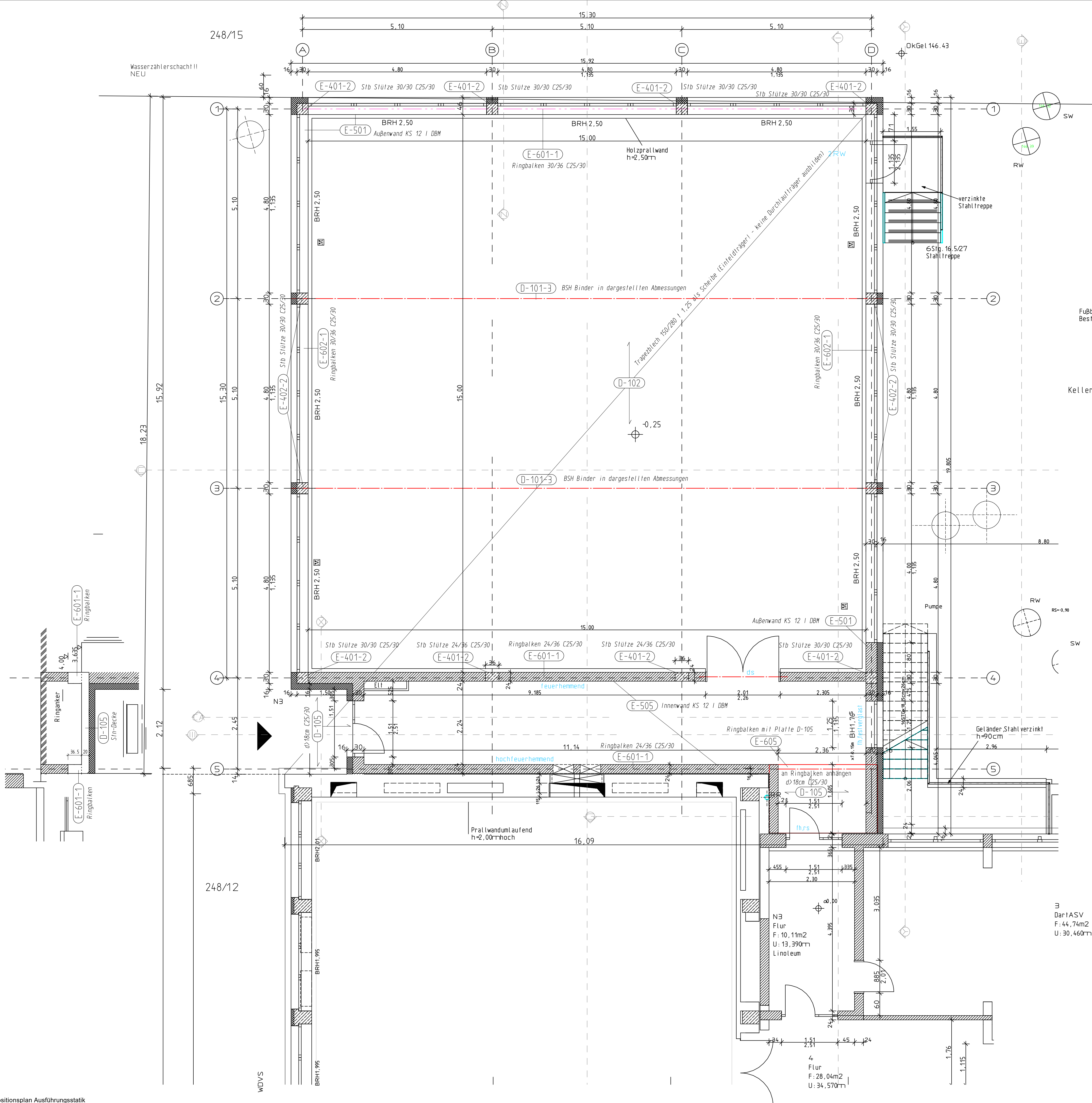
Resultierende horizontale Last aus Erddruck (g) = 68,96 kN/m bei h = 0,573 m vom Wandfuß.

Resultierende vertikale Last aus Erddruck (g) = 0,00 kN/m.

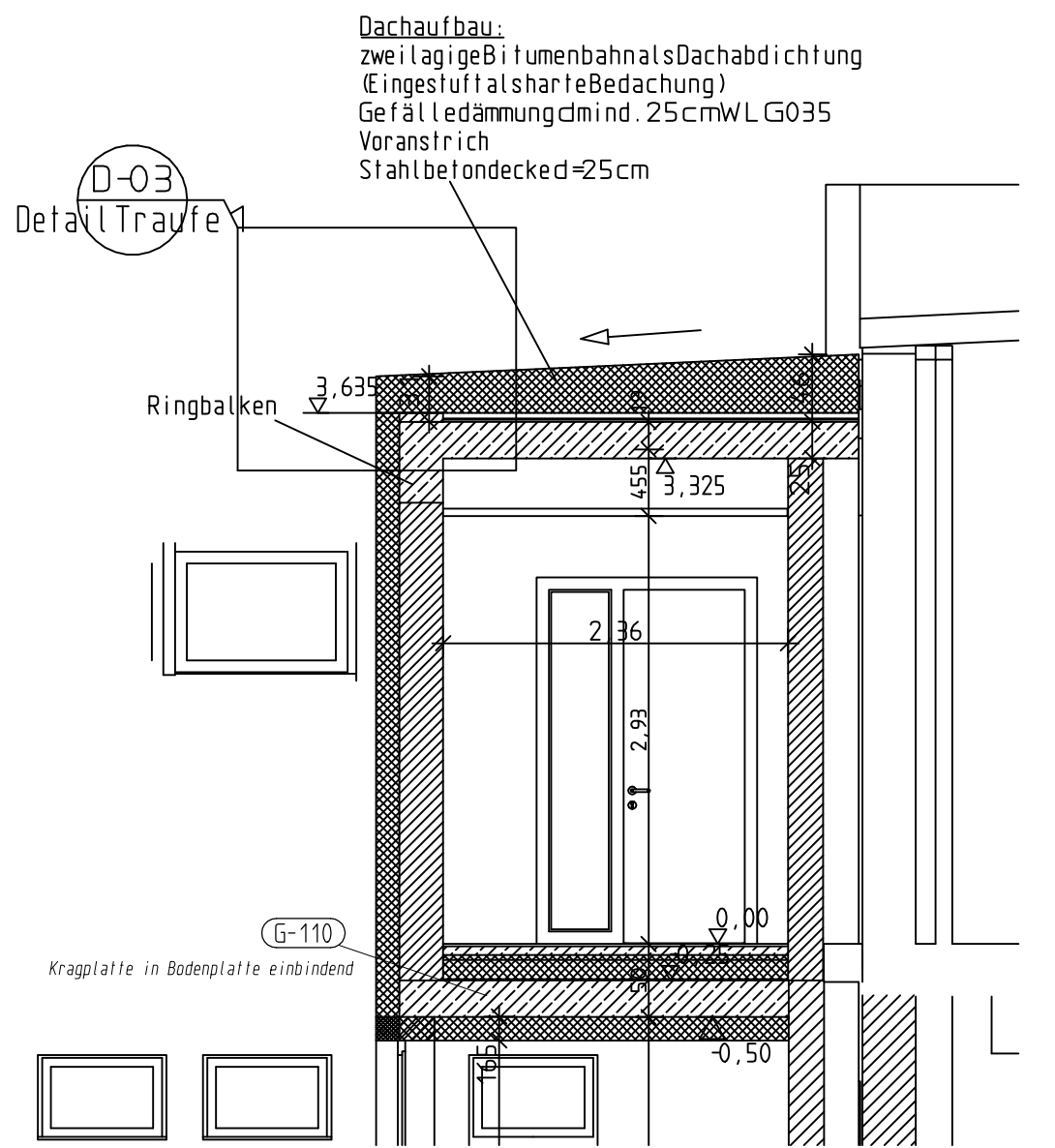
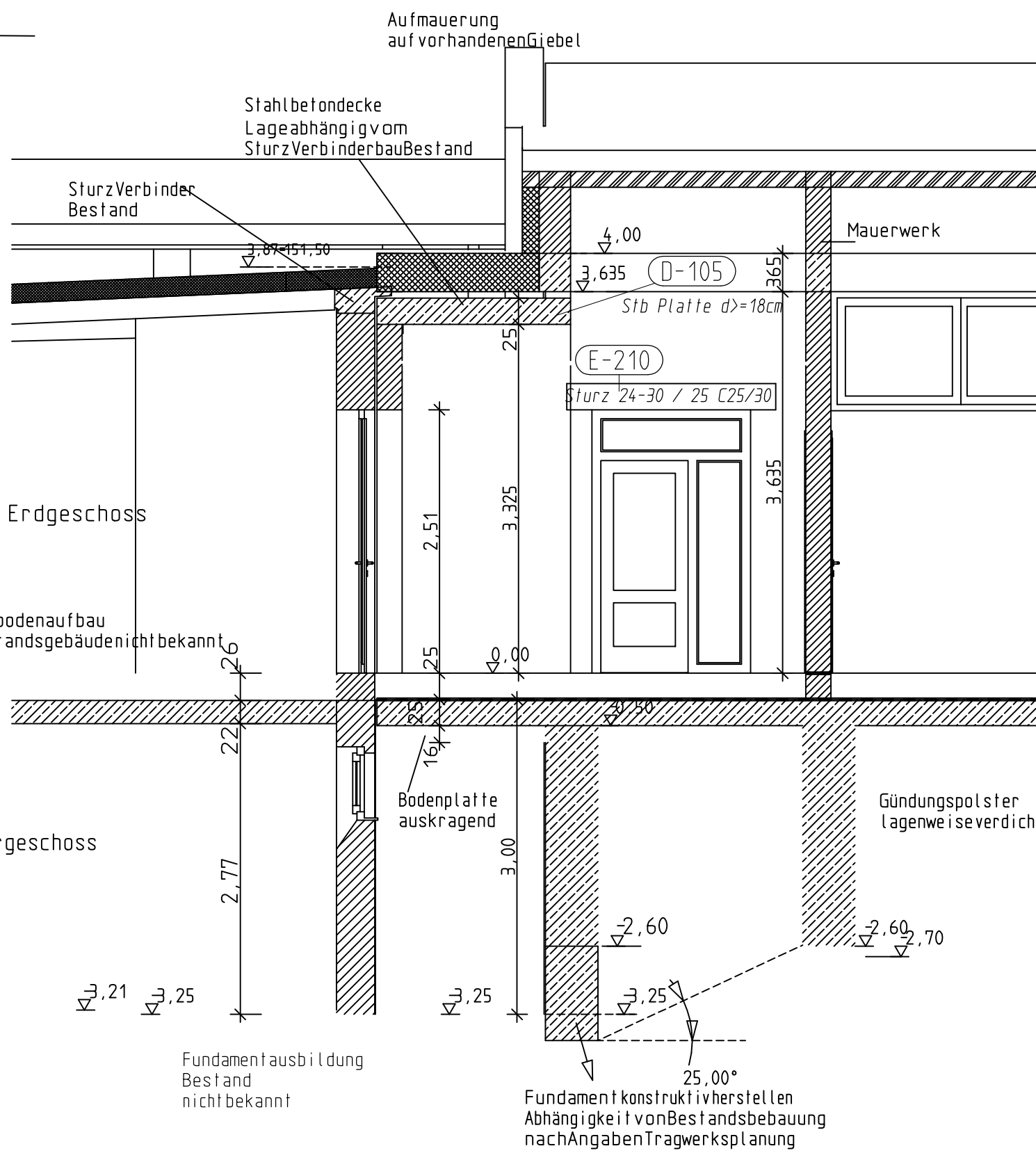
Resultierende horizontale Last aus Erddruck (q) = 0,00 kN/m bei h = 0,000 m vom Wandfuß.

Resultierende vertikale Last aus Erddruck (q) = 0,00 kN/m.

Resultierende horizontale Last (g+q) = 68,96 kN/m bei h = 0,573 m vom Wandfuß.



3
Dart ASV
F: 44,74m²
U: 30,460m



e-con
energie concepte, beratung, planung, service

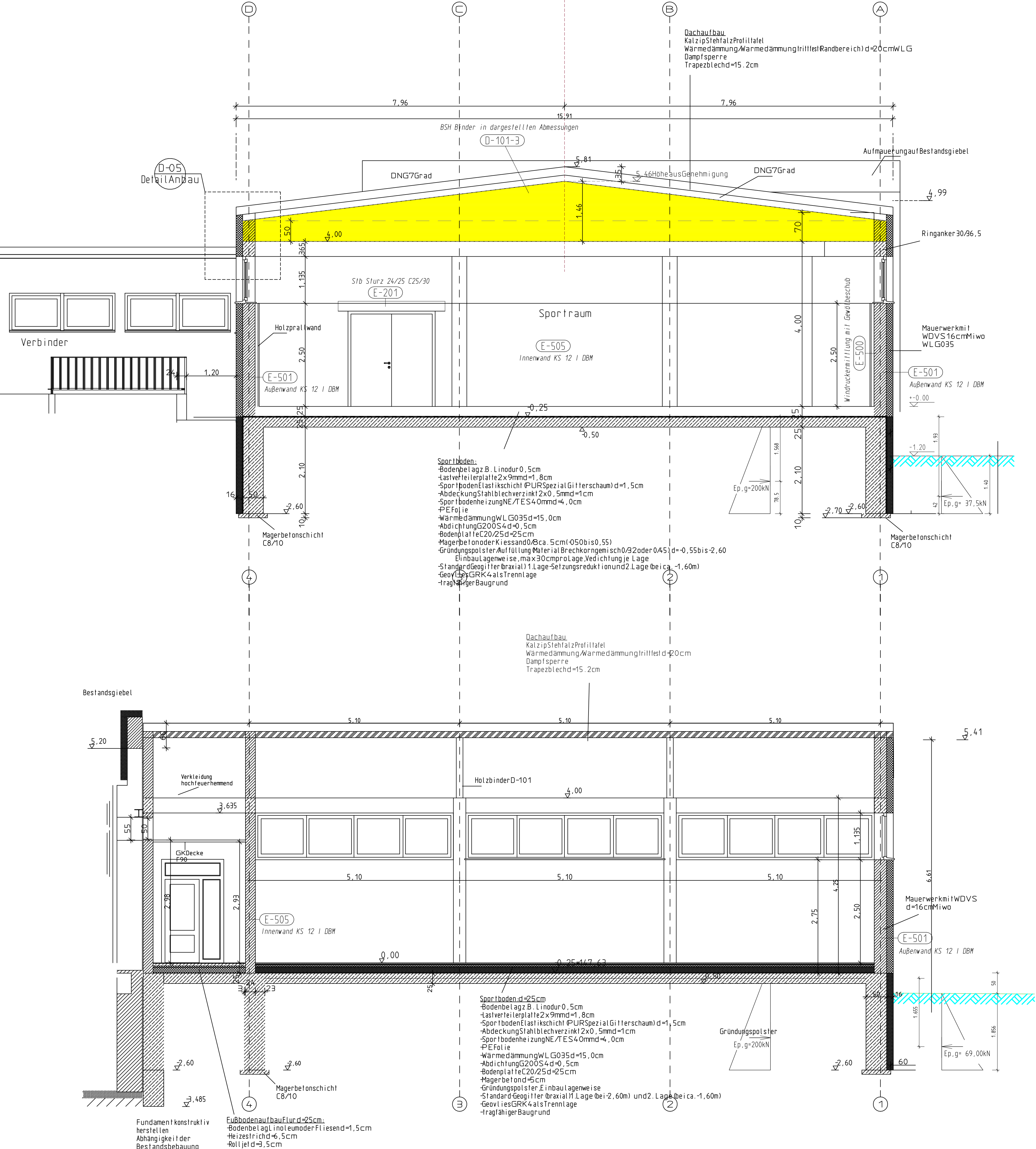
Stolberger Straße 28 06536 Berga info@e-con.de www.e-con.de
+49 1577 1913440

Bauvorhaben:
035JK0699-SGH Sanierung und Erweiterung der Turnhalle an der Grundschule Südwest
Wilhelm Koenen Str. 33, 06526 Sangerhausen

Bauteil(e):
Positionenplan zur Ausführungsstatik

Beton: C25/30	Betonstahl: BSI 500 A	Datum:	Name:	Maßstab:
Betonoberd.: 3,0cm (XC1, XC2) 3,5cm (XC4)	Walzstahl:	gez.	30.12.2025 Schönhardt	Plan-Nr.:
Blattgröße:	Mauerwerk:	gepr.		P-01
A0				

841 x 594 10.01.26
1/3BCAD



e-con

energie concepte, beratung, planung, service

Stolberger Straße 28 06536 Berga info@e-con.de www.e-con.de

+49 1577 1913440

Bauvorhaben:

03JSK0699-SGH Sanierung und Erweiterung der Turnhalle an der Grundschule Südwest

Wilhelm Koenen Str. 33, 06526 Sangerhausen

Bauteil(e):

Positionsplan zur Ausführungsstatik

Beton: C25/30	Betonstahl: BSI 500 A	Datum:	Name:	Maßstab: 1:50, 1:25
Betonoberd: 3,0cm (XC1, XC2) 3,5cm (XC4)	Wahlstahl:	gez. 05.11.2025	Schönhardt	Plan-Nr.: P-02
Blattgröße: A0	Mauerwerk:	gepr.		

Weitere Nachweise erübrigen sich!
Untergeordnete Bauteile sind
konstruktiv nach den anerkannten
Regeln der Technik auszubilden,
bzw. vergleiche Angaben im Positionsplan!

Die in der Statischen Berechnung angegebenen
Maße sind Systemmaße, die für die Ausführung
nicht bindend sind. Die angegebenen Maße sind
vom Vorarbeiter auf die Ausführbarkeit hin zu
prüfen, gegebenenfalls zu ändern und mit dem
Aufsteller der Statischen Berechnung abzustimmen.

Bezüglich der Wahl der Verbindungsmittel, der
Bauanschlüsse, der Verbindungstechnik und aller
nichttragenden Profile untergeordneter Bedeutung
werden keine Vorgaben gemacht, so daß diese von
der ausführenden Firma frei gewählt und in
bewährter handwerklicher Durchbildung ausgeführt
werden kann.

AUFGESTELLT: Berga, am 30.12.25

Geotechnischer Untersuchungsbericht

Baugrunduntersuchung für den Anbau eines Sportraumes an die Turnhalle

GS Südwest in Sangerhausen, Wilhelm- Koenen- Straße 33

Auftraggeber: **Stadt Sangerhausen**
 Markt 7a
 06526 Sangerhausen

Auftrags-Nr.: **02/07/025**

PDF- Ausfertigung

Inhalt	Seite
Anlagen	3
Unterlagen	3
1 Bauvorhaben, Veranlassung	5
2 Baugrund	5
2.1 <i>Morphologie, Bebauung, Bestand</i>	5
2.2 <i>Geologie</i>	5
2.3 <i>Hydrogeologie/ Hydrologie</i>	6
2.4 <i>Besonderheiten</i>	6
3 Durchgeführte Arbeiten	6
4 Untersuchungsergebnisse	7
4.1 <i>Baugrundstruktur (s. Anlage 4)</i>	7
4.2 <i>Eigenschaften und Klassifizierung der Bodenschichten</i>	8
4.3 <i>Einteilung und Kennwerte der Homogenbereiche</i>	9
4.4 <i>Grundwasserverhältnisse</i>	10
4.5 <i>Berechnungskennwerte</i>	10
4.6 <i>Zur Wiederverwertbarkeit von Aushubmaterial</i>	11
5 Bewertung der Ergebnisse	11
5.1 <i>Allgemeine Baugrundeinschätzung</i>	11
5.2 <i>Gründungstechnische Konsequenzen</i>	12
5.3 <i>Sicherung der Bestandsbebauung</i>	12
5.4 <i>Herstellung von Verkehrsflächen</i>	13
5.5 <i>Versickerung von Niederschlagswasser</i>	14
6 Bautechnische Hinweise	14
6.1 <i>Zur Herstellung von Baugruben/Leitungsgräben</i>	14
6.2 <i>Zur Herstellung des Gründungspolsters</i>	14
6.3 <i>Zum Wiedereinbau der Aushubböden im Rahmen der Baumaßnahme</i>	14
6.4 <i>Zur Nachbarsicherung</i>	14
7 Schlussbemerkungen	15

Anlagen

- 1 Übersichtsplan, M 1:5 000**
- 2 Aufschlussplan, M 1:250**
- 3 Schichtenverzeichnisse (4 Blätter)**
- 4 Baugrundschnitt, M 1:100**
- 5 Ergebnisse der bodenphysikalischen Untersuchungen (3 Blätter)**
- 6 Chemische Analytik (USH- Untersuchungsbericht und Probenahmeprotokoll)
(8 Blätter)**
- 7 Fundamentdiagramme (2 Blätter)**

Unterlagen

- /1/ Auftragsbestätigung vom 02.07.2025
- /2/ digitale Planungsunterlagen Genehmigungsplanung (Übersichtsplan, Lageplan, Grundrisse, Schnitte), Stand 04./07.07.2025, erstellt und übergeben von Architekturbüro Otte
- /3/ Geologische Karte Blatt Sangerhausen, M 1:25 000
- /4/ Digitale geowissenschaftliche Landesübersichtskarten von Sachsen- Anhalt, M 1:400 000
- /5/ Karte Subrosionsgefährdung und Baugrund Kreis Sangerhausen, M 1:50 000, Geologisches Landesamt Sachsen- Anhalt
- /6/ Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik- Teil 1 und Teil 2 einschl. der Nationalen Anhänge
- /7/ DIN 1054 Baugrund- Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau-
Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- /8/ DIN 1055 Lastannahmen für Bauten, Bodenkenngößen
- /9/ DIN 4020 Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke-
Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2
- /10/ DIN 4022 T1 Baugrund und Grundwasser;
Benennen und Beschreiben von Boden und Fels
- /11/ DIN 4124 Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau
- /12/ DIN 4123 Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude

- /13/ DIN 4149-1 Bauten in Erdbebengebieten; Lastannahmen
- /14/ DIN 18 196 Erd- und Grundbau; Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
- /15/ DIN 18300 (2012)
- /16/ DIN VOB/C 2016
- /17/ ZTVE- StB 17
- /18/ RStO 12
- /19/ Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (ErsatzbaustoffV- EBV) 2023
- /20/ Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis- Verordnung - AAV), Stand 2020
- /21/ Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, EA- Pfähle, Verlag Ernst & Sohn 2012

1 Bauvorhaben, Veranlassung

Die Stadt Sangerhausen beabsichtigt im Rahmen der Sanierung des Turnhallenbestandes der Grundschule Südwest in der Wilhelm- Koenen- Straße 33 in Sangerhausen den Anbau eines eingeschossigen Sportraumes an die kleine Turnhalle.

Der Neubau besitzt Abmessungen von ca. 16,0m x 18,2m und schließt auf der Westseite an die kleine Turnhalle und auf kurzer Länge auch an den Verbinderbau an.

Konkrete Lastangaben liegen derzeit nicht vor. Die Höhenanordnung orientiert sich am Bestand.

Zur Feststellung der Baugrundsichtung und der daraus resultierenden gründungstechnischen Konsequenzen wurden wir mit den entsprechenden Untersuchungen beauftragt.

2 Baugrund

2.1 Morphologie, Bebauung, Bestand

Die Grundschule Südwest liegt im südwestlichen Teil des Stadtgebietes von Sangerhausen.

Das Baufeld befindet sich auf einer Wiesenfläche, die von den Bestandsbauten im Norden und Osten, der Wilhelm- Koenen- Straße im Westen und der Zufahrt zum Schulgelände im Süden umgeben ist.

Die Wiese fällt um einen knappen Meter von Ost nach West ein. Eine Vielzahl an Leitungen und Kanälen queren und tangieren das Baufeld.

Der Bestand ist unterkellert. Die OK FFB EG Bestand und Neubau liegt bei 147,63m NHN. Die OK Kellerfußboden betragen 144,53m NHN (kleine Turnhalle) und 144,38m NHN (Verbinder). Die Art und Tiefe der Bestandsgründung sind uns nicht bekannt.

2.2 Geologie

Nach den Unterlagen /3, 4/ bilden den Baugrund Gesteine des Unteren Buntsandsteins, welche einer teils sehr tief reichenden Verwitterung unterzogen wurden und vom Zechstein unterlagert werden. Erfahrungsgemäß überlagern geringmächtige holozäne und pleistozäne Ablagerungen die Festgesteine. Durch die bestehende Bebauung und Geländeregulierungen werden Auffüllungen erwartet.

2.3 Hydrogeologie/ Hydrologie

Die hydrologischen Verhältnisse werden durch die Morphologie und Geologie sowie das Niederschlagsaufkommen bestimmt. Großräumig entwässert das Untersuchungsgebiet in südwestliche Richtung zur Helme. Grundwasser ist erst im Festgestein im tieferen Baugrund zu erwarten. Mit dem Auftreten von Stau- und Schichtenwasser im oberen Baugrund infolge versickernder Niederschlagswässer ist insbesondere nach starken Niederschlagsereignissen zu rechnen.

2.4 Besonderheiten

Erdfälle können aufgrund der geologischen Situation ausgeschlossen werden. Es ist nach /5/ mit weiträumigen, gleichmäßigen Senkungen infolge von Subrosion der tiefliegenden Zechsteinsedimente zu rechnen, die jedoch baupraktisch ohne Relevanz sind. Eine Beeinflussung des Standortbereiches durch die Folgen des Kupferschieferbergbaus (Abbausenkungen, Tagesbrüchen) kann ausgeschlossen werden.

Der Standort befindet sich in keiner Erdbebenzone gemäß /13/. Sangerhausen ist nach /18/ der Frosteinwirkzone II zuzuordnen.

Die Baumaßnahme ist in die geotechnische Kategorie 2 einzuordnen.

3 Durchgeführte Arbeiten

Zur Baugrunderkundung wurden am 09.07.2025 vier Kleinbohrungen (BS, RKS- System) und zwei schwere Rammsondierungen (DPH) mit Tiefen von 6,0m ausgeführt.

Die Lage der Aufschlusspunkte orientiert sich an der geplanten Bebauung, wurde dem Leitungsbestand angepasst und ist aus der Anlage 2 ersichtlich. Die Ansatzpunkte wurden durch uns lage- und höhenmäßig mittels GPS (EMLID Reach 2) eingemessen.

Die Koordinaten und Ansatzhöhen der Aufschlüsse veranschaulicht die nachfolgende Tabelle:

Tab.1

Aufschluss	Rechtswert LS489	Hochwert LS489	Ansatzhöhe m NHN (HS170)
BS/DPH1	659023,57	5703406,89	147,12
BS2	659029,38	5703393,57	147,10
BS/DPH3	659016,61	5703386,12	146,35
BS4	659010,21	5703397,55	146,35

Das Bohrgut wurde beprobt und gemäß /10/ überprüft. An repräsentativen Bodenproben wurden bodenphysikalische Untersuchungen durchgeführt (1 x Korngrößenverteilung, 1 x Fließ- und Ausrollgrenzen, 4 x Wassergehalt).

Eine Mischprobe aus den potenziellen Aushubböden wurde in der CLU GmbH Halle/S. nach den Vorgaben aus /19/ chemisch analysiert und deklariert.

4 Untersuchungsergebnisse

4.1 Baugrundstruktur (s. Anlage 4)

Mit den Baugrundaufschlüssen wurde ein Baugrundaufbau aus:

Schicht I	Auffüllungen,
Schicht II	Mutterboden,
Schicht III	Löß,
Schicht IV	Fließerde und
Schicht V	Tertiärsand

erkundet.

Im gesamten Baufeld sind **Auffüllungen** (Schicht I) verbreitet, die in der Regel bis 0,8...1,3m unter GOK reichen. Davon abweichend wurden neben dem Kellerzugang in der BS1 3,4m mächtige Auffüllungen angetroffen, die die Hinterfüllung des Kellergeschosses darstellen.

Unter den Auffüllungen folgt ein bindiges Schichtpaket aus **Mutterboden** (Schicht II), **Löß** (Schicht III) und **Fließerde** (Schicht IV), wobei die oberen Böden in der BS1 durch die Auffüllungen ersetzt sind.

Die Fließerde wurde in den BS1 und BS2 bis zur Endtiefe in 6,0m nicht durchörtert. In den anderen Bohrungen wurde ab 5,4...5,9 **Tertiärsand** (Schicht V) angetroffen.

Die Schichtenverzeichnisse und der Baugrundschnitt sind aus den Anlagen 3 und 4 ersichtlich.

4.2 Eigenschaften und Klassifizierung der Bodenschichten

Die angetroffenen Schichten lassen sich folgendermaßen beschreiben:

Schicht I Auffüllungen

Schluff, sandig bis stark sandig, schwach kiesig, teils schwach kiesig, steif, halbfest;

Sand, stark kiesig, schluffig, dicht gelagert;

Kies, stark sandig, schwach schluffig, mitteldicht gelagert;

Schicht II Mutterboden

Schluff, sandig, schwach tonig, schwach organisch durchsetzt, halbfest;

Schicht III Löß

Schluff, stark sandig, steif;

Schicht IV Fließerde

Schluff, sandig, schwach tonig bis tonig, schwach kiesig, steif, untergeordnet steif bis halbfest;

Schicht V Tertiärsand

Sand, schluffig bis tonig, teils sehr schwach kiesig, dicht;

Die wichtigsten Klassifikationen nach den einschlägigen Vorschriften wurden nachfolgend tabellarisch zusammengestellt:

Tab.2

Klassifikation	Gruppe (DIN 18196)	Bodenklasse (DIN 18300-2012)	Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB)	Verdichtbarkeit (ZTVA-StB)	Leitungsverlegung (ATV-A127)
Schicht					
I Auffüllungen	[GU, SU*, TL]	3, 4	F2, F3	V1, V2, V3	G2, G3, G4
II Mutterboden	OU	4	F3	V3	G4
III Löß	UL, SU*	4	F3	V2, V3	G3
IV Fließerde	TL	4	F3	V3	G4
V Tertiärsand	SU*, ST*	4	F3	V2	G3

4.3 Einteilung und Kennwerte der Homogenbereiche

Wir empfehlen alle erkundeten Schichten zum Homogenbereich Erd- A (Erdarbeiten ATV DIN 18300) bzw. Verbau- A (ATV DIN 18303) zusammenzufassen.

Der Mutterboden, der in der Regel einen eigenen Homogenbereich darstellt, wurde bewusst in den Homogenbereich integriert, da seine selektive Gewinnung und Weiterverwendung aufgrund der geringen Mächtigkeit und Überlagerung durch die Auffüllungen als nicht praktikabel angesehen wird.

Die Eigenschaften und Kennwerte des Homogenbereiches wurden auf der Grundlage des angetroffenen Bohrgutes abgeschätzt bzw. mit Laborversuchen ermittelt, woraus sich allerdings gewisse Unsicherheiten ergeben. Insbesondere der Anteil von Steinen, Blöcken und großen Blöcken ist mit den eingesetzten Aufschlussverfahren nicht feststellbar.

Im Rahmen der weiteren Planung sind in Abstimmung mit dem Planer ggf. Anpassungen und Erweiterungen für weitere Gewerke vorzunehmen.

Tab. 3

Kennwert/ Eigenschaft	Homogenbereich Erd- A (ATV DIN 18300) Homogenbereich Verbau- A (ATV DIN 18303)
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen, Mutterboden, Löß, Fließerde, Tertiärsand
Korngrößenverteilung T/U/S/G [%]	0- 20/ 5- 80/ 10- 70/ 0- 70
Anteil Steine / Blöcke / große Blöcke [%]	0- 10/ 0- 5/ 0- 1
Dichte, feucht [g/cm³]	1,8- 2,2
undränierete Scherfestigkeit [kN/m²]	50- 200 (nur bindige Böden)
Wassergehalt w	0,05- 0,25
Plastizitätszahl I _P	0,04- 0,25 (nur bindige Böden)
Konsistenzzahl I _C	0,5- 1,2 (nur bindige Böden)
Lagerungsdichte I _D	0,3- 0,8 (nur nichtbindige Böden)
organischer Anteil [%]	0- 5
Bodengruppe nach DIN 18196	GU, SU, ST, GU*, SU*, ST*, UL, TL, OU

4.4 Grundwasserverhältnisse

Wasser wurde zum Untersuchungszeitpunkt in drei Kleinbohrungen angetroffen. Folgende Wasseranschnitte und Wasserruhen unmittelbar nach Bohrende wurden eingemessen.

Tab. 4

Bohrung	Wasseranschnitt in m u. GOK/ m NHN	Wasserruhe in m u. GOK/ m NHN
BS1	-	nicht messbar, da Bohrloch instabil
BS2	4,5/ 142,60	4,10/ 143,00
BS3	-	3,5/ 142,85
BS4	4,0/ 142,35	-

Wasser wurde in den Bohrungen BS2 bis BS4 in ähnlicher Tiefe angetroffen. In der BS3 war der Anschnitt nicht eindeutig. In der BS1 war keine Wasserführung nachweisbar.

Es handelt sich um Stau-/ Schichtenwasser, das an dünne Sandzonen gebunden ist, die in der Fließerde eingelagert sind.

Mit dem temporären Auftreten von Stau- und Schichtenwasser auch oberhalb des erkundeten Wasserspiegels ist insbesondere nach starken Niederschlagsereignissen zu rechnen.

4.5 Berechnungskennwerte

Für erdstatische Berechnungen können die folgenden charakteristischen Kennwerte angesetzt werden. Zu den Berechnungskennwerten sei bemerkt, dass diese nach Erfahrungswerten aus dem Untersuchungsgebiet, den Ergebnissen der Laborversuche und in Anlehnung an /8/ formuliert worden sind.

Tab. 5

Schicht	Wichte γ in kN/m ³	Wichte u. A. γ' in kN/m ³	Reibungs- winkel ϕ' in °	Kohäsion c' in kN/m ²	Steifemodul E_s in MN/m ²
I Auffüllungen	19	9	25	2	5
Schluff	20	10	32	-	10
Sand/Kies					
II Mutterboden	18	8	24	2	2
III Löß	19	9	27	2	6
IV Fließerde	19	9	27	5	8
V Tertiärsand	19	9	32	5	30
Gründungspolster	21	11	35	0	50

4.6 *Zur Wiederverwertbarkeit von Aushubmaterial*

Die Auffüllungen (Schicht I) führen Fremdmaterialien in Form von Beton, Ziegel, Gips und Schlacke. Darüber hinaus ergab die organoleptische Begutachtung des Bohrgutes keine weiteren Hinweise auf umweltrelevante Verunreinigungen.

Zur Beurteilung der Verwertungsmöglichkeiten der zur Abgabe an Dritte vorgesehenen Aushubböden wurde die repräsentative Mischprobe **MP 1/25** gebildet und gemäß /19/ chemisch analysiert und bewertet. Das Labor- und das Probenahmeprotokoll sind als Anlage 6 angefügt.

Die Mischprobe umfasst die Auffüllungen und den Mutterboden, der aufgrund der fehlenden Praktikabilität einer separaten Gewinnung bewusst in die Probe integriert wurde.

Die Böden halten die Materialwerte der Materialklasse BM-F3. Zuordnungsrelevant ist der Parameter Kupfer im Feststoff, der vermutlich auf den Schlackeanteil zurückzuführen ist. Einsatzmöglichkeiten von Boden der Klasse BM-F3 sind in /19/, Anlage 2, Tabelle 8 aufgeführt.

Der empfohlene Abfallschlüssel gemäß /20/ lautet **170504 Boden und Steine**.

Die ausgeführten chemischen Analysen haben aufgrund der punktuellen Beprobung lediglich orientierenden Charakter und sind bauseits zu bestätigen.

5 *Bewertung der Ergebnisse*

5.1 *Allgemeine Baugrundeinschätzung*

Die Auffüllungen (Schicht I) sind überwiegend gut tragfähig und mäßig setzungsempfindlich. Sie bergen jedoch die Gefahr von Eigenkonsolidierungen (Sackungen) insbesondere bei Schadwasserzutritten.

Der Mutterboden (Schicht II) ist gering tragfähig und stark kompressibel. Damit scheiden die beiden oberen Schichten als Gründungsträger für Bauwerkslasten aus.

Löß, Fließerde und Tertiärsand (Schichten III bis V) sind mäßig tragfähig und mäßig zusammendrückbar. Sie eignen sich zur Lastaufnahme geringer bis mittlerer Bauwerkslasten.

Die Grundwasserverhältnisse sind als günstig einzuschätzen.

5.2 Gründungstechnische Konsequenzen

Nach dem Untersuchungsbefund und in Abstimmung mit dem Statiker ist eine Flachgründung des Anbaus möglich.

Der Lastabtrag kann über bewehrte Einzel-/Streifenfundamente in den tragfähigen Baugrund (Schichtpaket III bis V) erfolgen. Die Auffüllungen (Schicht I) und der Mutterboden (Schicht II) sind grundsätzlich zu durchfahren. Eine frostsichere Mindesteinbindung der Fundamente von 1,0m ist zu gewährleisten.

Unter der Bodenplatte, die kraftschlüssig mit den Fundamenten zu verbinden ist, ist ein 1m dickes Gründungspolster anzuordnen.

Der Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohldruckwiderstandes (nach EC7) und die resultierenden Setzungen in Abhängigkeit von den Fundamentabmessungen können aus den Fundamentdiagrammen in Anlage 7.1 (Einzelfundamente) und 7.2 (Streifenfundamente) entnommen werden. Sie stellen den ungünstigsten Fall für eine frostsichere Mindesteinbindetiefe von 1,0m dar.

Die Bettungsmoduln für die maximal zulässigen Sohldruckbeanspruchungen sind aus der jeweiligen Tabelle in Anlage 7 ersichtlich. Der tatsächliche Bettungsmodul ist aus der auftretenden Sohldruckbeanspruchung und der resultierenden Setzung nach der Beziehung $k_s = \sigma/s$ zu ermitteln.

5.3 Sicherung der Bestandsbebauung

Bei Neugründungen neben Bestandsbauwerken sind die Vorgaben der DIN 4123 /12/ umzusetzen. Danach sind die neuen Fundamente auf dem gleichen Niveau wie der angrenzende Bestand abzusetzen, um einen schädlichen Lastabtrag auf die Kellerwände zu vermeiden.

Nach den Ergebnissen der BS1 und BS2 kann man davon ausgehen, dass die Bestandsfundamente in die Fließerde einbinden. Die Lasten müssen im Anschlussbereich zum Keller bis auf dieses tiefe Gründungsniveau geführt werden. Vor Baubeginn sind Suchschachtungen zur Fundamenterkundung erforderlich!

Eine mögliche Variante stellt ein tiefes Streifenfundament dar, das im Schachtgreiferverfahren abschnittsweise herzustellen ist. Aufgrund der Tieflage der Fundamentsohle ist die Ausführung baupraktisch aufwändig und erfordert ggf. einen Voraushub. Ausgehend vom tief geführten Streifen unmittelbar vor dem Keller können die angrenzenden Fundamente unter max. 30° nach oben abgetrept werden, wobei immer ein Absetzen in den tragfähigen Schichten III und IV zu gewährleisten ist.

Als weitere Variante kann der Lastabtrag vor dem Bestand mittels verpresster Mikropfähle in den tragfähigen Untergrund eingeschätzt werden. Vom Statiker ist zu bewerten, ob der Übergang von Tief- zu Flachgründung bauwerksverträglich möglich ist.

Zur Vorbemessung der Pfähle können folgende charakteristische Werte für die Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ in Anlehnung an /21/, Abs. 5.4.9.4./5., Tab. 5.29-32 für Typ „GEWI“ oder System „TITAN-Ischebeck“ in Ansatz gebracht werden.

Tab. 5

Schicht	Bezeichnung	Spitzendruck q_c [MN/m ²]	undr. Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]	GEWI $q_{s,k}$ [kN/m ²]	Ischebeck $q_{s,k}$ [kN/m ²]
III und IV	Löß, Fließerde	-	100	75	90

Für die Auffüllungen (Schicht I) und den Mutterboden (Schicht II) ist ein Ansatz der Mantelreibung nicht zulässig.

Kommen Mikropfähle zum Einsatz, ist zur Feststellung der Baugrundsichtung unterhalb der bisherigen Aufschlusstiefen eine **Nacherkundung mit einem tieferen Aufschluss** erforderlich.

5.4 Herstellung von Verkehrsflächen

Es ist vorgesehen, die Zugänge zu Treppen und Eingängen zu pflastern. Im Planum der Gehwege stehen frostempfindliche Auffüllungen guter Tragfähigkeit an, so dass der erforderliche Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ vermutlich erreicht wird. Werden lokal gering tragfähige Böden angetroffen, empfiehlt sich ein Bodenaustausch mit grob- bis gemischtkörnigen Böden (Bodengruppe GW bzw. GU nach DIN 18196) mit einer Minstdicke von 25cm.

Die Minstdicke des frostsicheren Oberbaus für Gehwege beträgt nach /18/ $d = 30 \text{ cm}$.

5.5 *Versickerung von Niederschlagswasser*

Die relevanten oberflächennahen Baugrundsichten (Schichten II bis IV) sind als schwach wasserdurchlässig ($k_f < 1 \times 10^{-6} \text{m/s}$) einzustufen. Damit ist nach ATV A138 eine konzentrierte Versickerung von gefassten Niederschlagsabflüssen in Versickerungsanlagen nicht möglich.

6 Bautechnische Hinweise

6.1 *Zur Herstellung von Baugruben/Leitungsgräben*

Begehbare Baugruben mit einer Tiefe $\geq 1,25\text{m}$ sind nach /12/ mit abgeböschten Wänden oder mit Verbau herzustellen. Es ist ein Böschungswinkel $\beta \leq 60^\circ$ für mindestens steife bindige Böden bzw. $\beta \leq 45^\circ$ für grob- und gemischtkörnige Böden sowie weiche bindige Böden einzuhalten.

Für die Ableitung anfallender Oberflächen- und Niederschlagswässer (bei erhöhtem Niederschlagsaufkommen) sowie potenzieller Stau-/Schichtenwässer ist eine offene Wasserhaltung vorzuhalten.

Die in den Aushubsohlen anstehenden Böden sind stark wasserempfindlich und neigen zu Aufweichungen. Diesem Umstand sollte bei der Bauausführung Rechnung getragen werden, indem ein längeres Offenstehen der Arbeitsräume vermieden wird. Aufgeweichte Böden sind auszutauschen.

6.2 *Zur Herstellung des Gründungspolsters*

Für das Gründungspolster unter der Bodenplatte sind vorzugsweise Brechkorngemische der Lieferkörnung 0/32, 0/45 zu verwenden. Das Schüttgut ist lagenweise ($d = 30\text{cm}$) einzubauen und zu verdichten. Ein Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 98\%$ ($E_{V2} \geq 80\text{MN/m}^2$, $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5$, $E_{Vd} \geq 40\text{MN/m}^2$) ist nachzuweisen. An der Basis des Bodenaustauschs ist ein Geovlies (GRK 4) als Trennmittel zu verlegen.

6.3 *Zum Wiedereinbau der Aushubböden im Rahmen der Baumaßnahme*

Die Aushubböden sind für einen Wiedereinbau mit Qualitätsanforderungen nicht geeignet. Für seitliche Andeckungen ohne Oberflächenlasten können diese Böden aber verwendet werden.

6.4 *Zur Nachbarsicherung*

Leitungen im Baufeld sind zu sichern oder umzuverlegen.

Bei Abschachtungen am Bestand sind die Vorgaben aus /12/ zu berücksichtigen. Vor Baubeginn ist eine Beweissicherung an den angrenzenden Bestandsgebäuden zu empfehlen.

7 Schlussbemerkungen

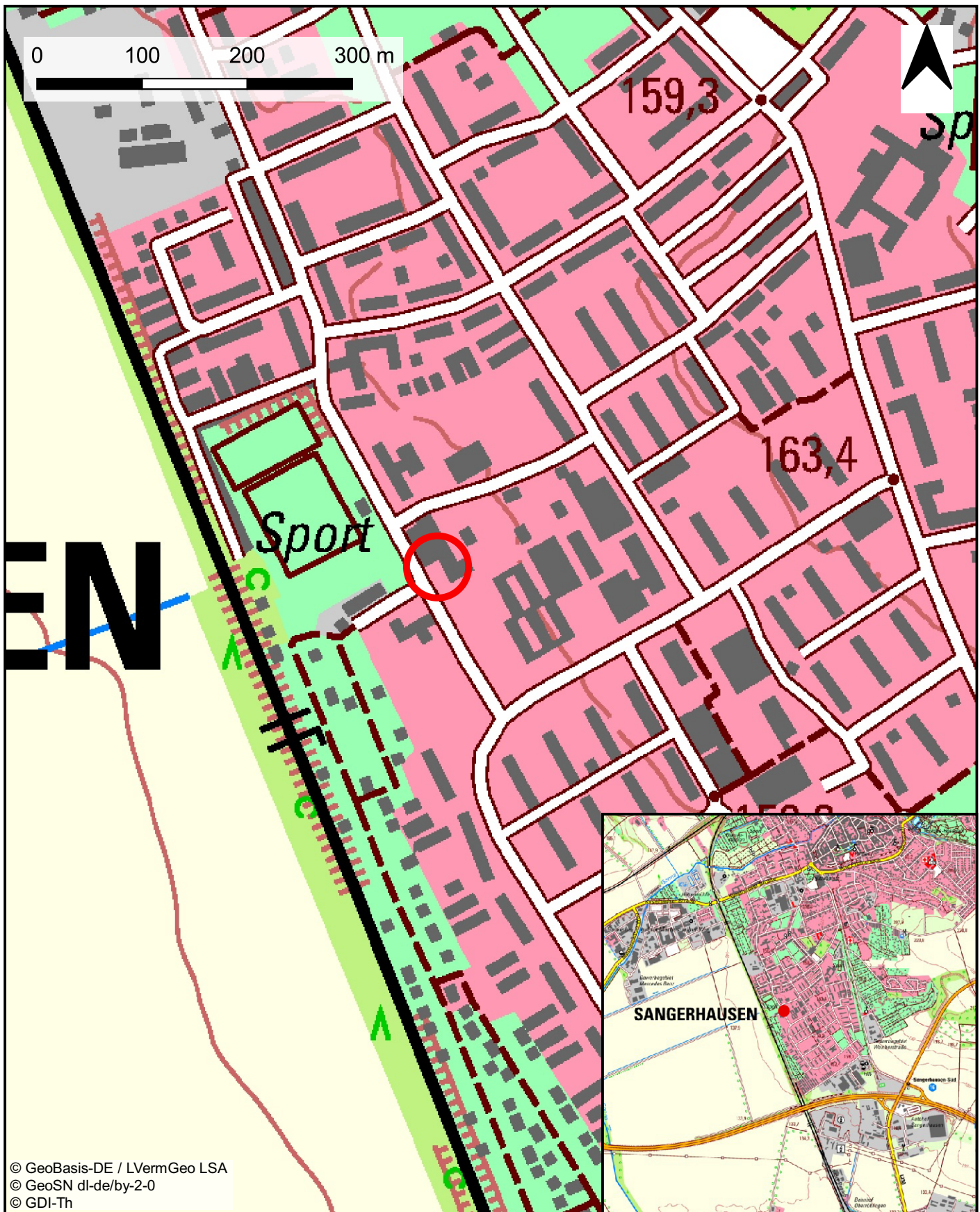
Kommen Verpresspfähle zum Einsatz, ist eine Nacherkundung mit einem tieferen Baugrundaufschluss erforderlich.

Wir stehen zur Lösung der sich weiterhin ergebenden Probleme und Fragestellungen zum Baugrund beratend zur Verfügung.

Sollten während der Bauausführung Baugrundverhältnisse angetroffen werden, die von den bisherigen Untersuchungsergebnissen bzw. Annahmen abweichen, sind wir umgehend zu verständigen.

Die Aushub- bzw. Gründungssohlen sind vor der Betonage bzw. vor dem Einbau des Gründungspolsters durch die Bearbeiterin abzunehmen.

Sangerhausen, 05.08.2025



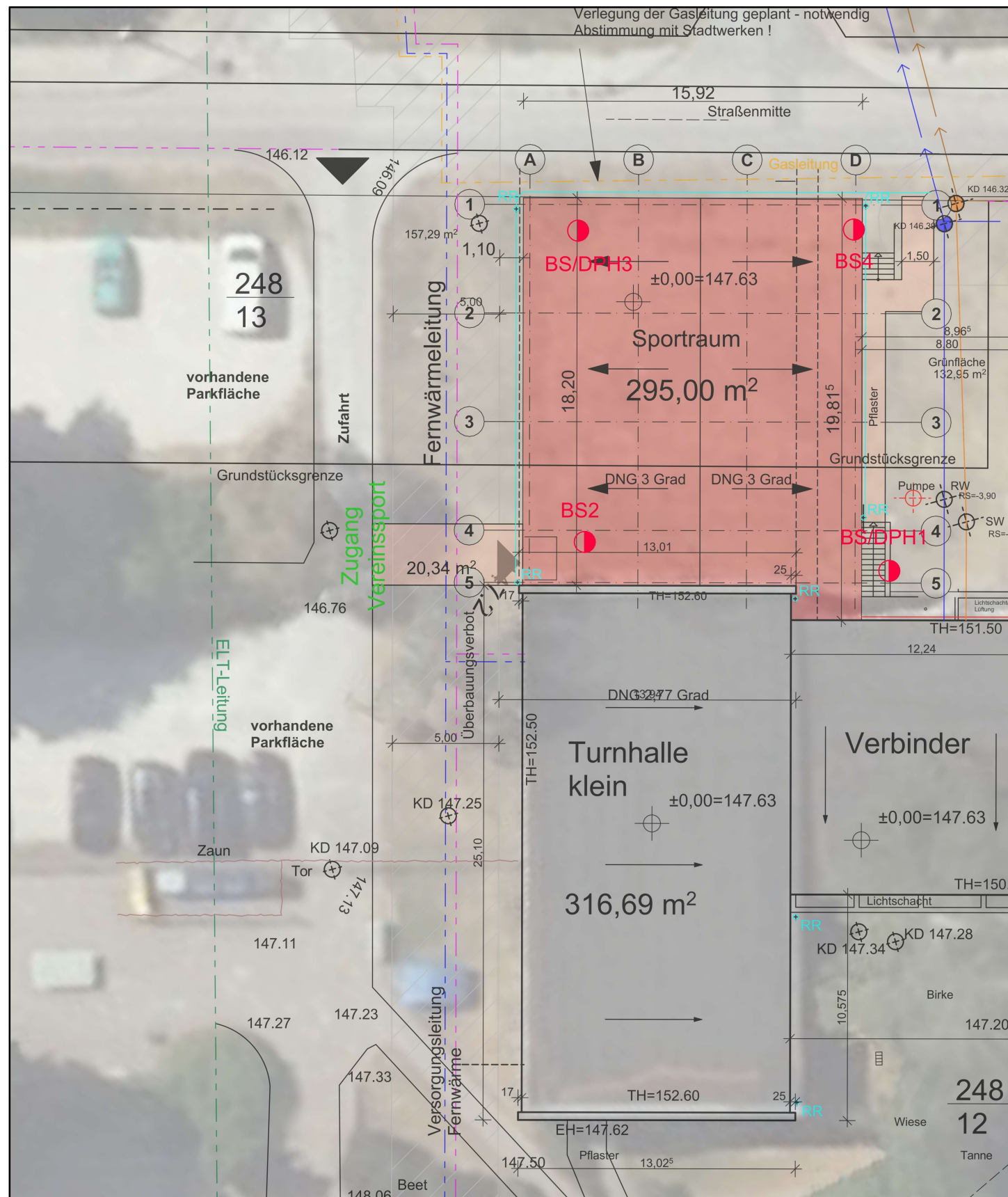
Auftraggeber: Stadt Sangerhausen, Markt 7a, 06526 Sangerhausen

Übersichtsplan

Baugrunduntersuchung für den Anbau eines Sportraumes an die Turnhalle
GS Südwest in Sangerhausen, Wilhelm- Koenen- Straße 33

Maßstab: 1:5 000

Bericht Nr.: 02/07/025
Anlage Nr.: 1



		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Bericht Nr.: 02/07/025 Anlage Nr.: 3.1 Blatt 1			
Vorhaben: Anbau eines Sportraumes an die Turnhalle GS Südwest in Sangerhausen								
Bohrung BS1 / Blatt: 1						Höhe: 147,12 m		
						Datum: 09.07.2025		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk-gehalt				
1.50	a) Schluff, stark sandig, schwach kiesig				kein Wasser-anschnitt, keine Wasserruhe, Bohrloch instabil			
	b) 10cm Grasnarbe, eingelagerte Stücke aus Beton Ziegel, Glas und Schlacke							
	c) halbfest	d) mittelschwer bohrbar	e) hellgraubraun hellbraun					
	f) Auffüllung	g) Holozän	h) [TL]	i) ++				
3.00	a) Schluff, sandig, schwach tonig, schwach kiesig							
	b) eingelagerte Stücke aus Gips, Ziegel und Schlacke							
	c) steif - halbfest	d) mittelschwer bohrbar	e) braun					
	f) Auffüllung	g) Holozän	h) [TL]	i) ++				
3.40	a) Kies, stark sandig, schwach schluffig							
	b) mitteldicht gelagert							
	c) gerundet	d) mittelschwer bohrbar	e) graubraun					
	f) Auffüllung	g) Holozän	h) [GU]	i) ++				
6.00	a) Schluff, sandig, schwach tonig, schwach kiesig							
	b) eingelagerte Sandzonen							
	c) steif, ab 5.4 steif - halbfest	d) schwer bohrbar	e) braun gelbbraun					
	f) Fließerde	g) Pleistozän	h) TL	i) ++				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor								

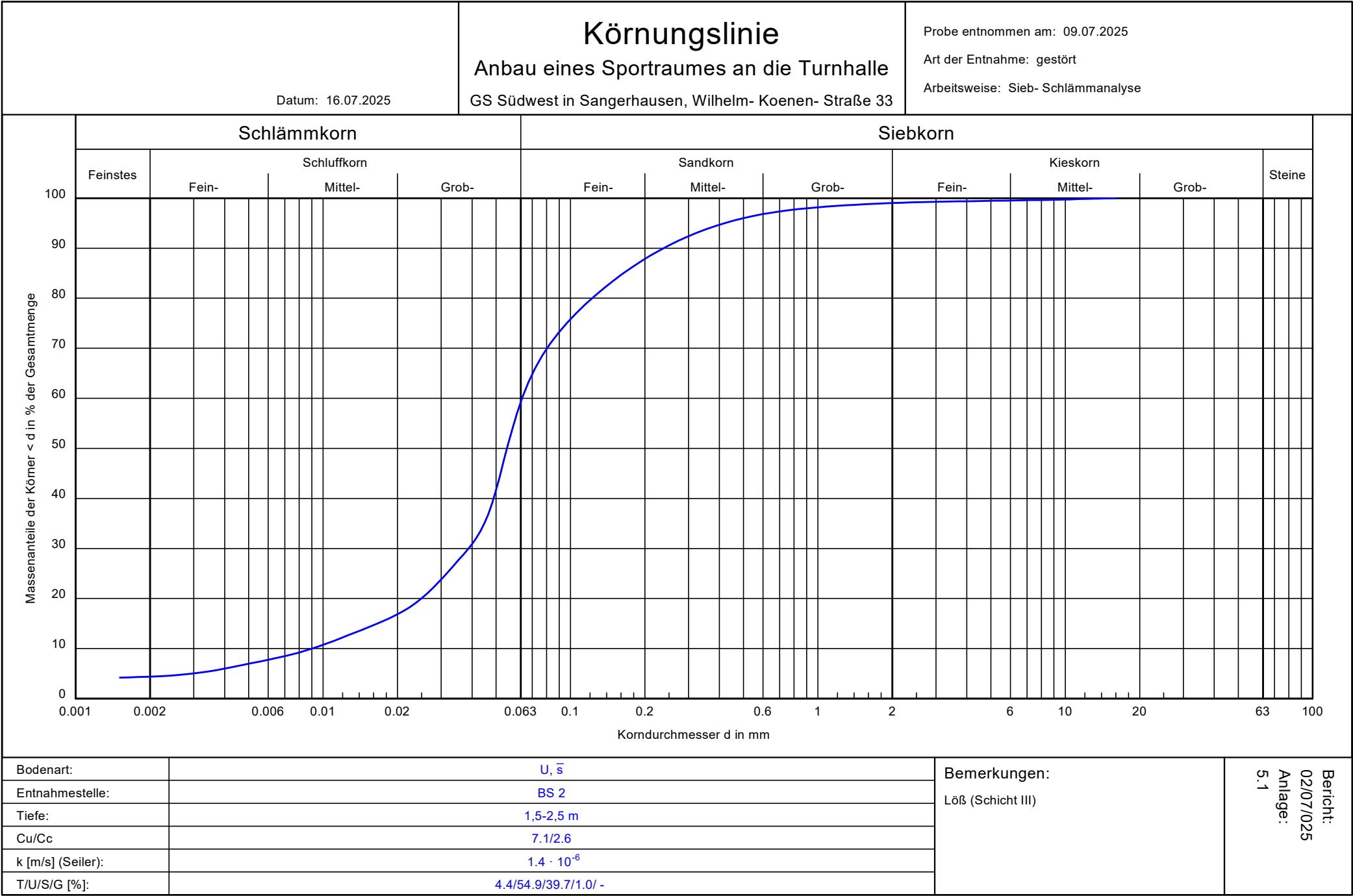
		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben				Bericht Nr.: 02/07/025 Anlage Nr.: 3.2 Blatt 1		
Vorhaben: Anbau eines Sportraumes an die Turnhalle GS Südwest in Sangerhausen								
Bohrung BS2 / Blatt: 1						Höhe: 147,10 m		Datum: 09.07.2025
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk-gehalt				
1.30	a) Schluff, stark sandig, schwach kiesig				GW angebohrt (4.5), GW nach BE (4.10)			
	b) 20cm Grasnarbe eingelagerte Stücke aus Gips, Ziegel und Schlacke							
	c) halbfest	d) mittelschwer bohrbar	e) hellgraubraun hellbraun					
	f) Auffüllung	g) Holozän	h) [TL]	i) ++				
1.50	a) Schluff, sandig, schwach tonig, schwach org. durchsetzt							
	b)							
	c) halbfest	d) mittelschwer bohrbar	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g) Holozän	h) OU	i) ++				
2.50	a) Schluff, stark sandig							
	b)							
	c) steif	d) mittelschwer bohrbar	e) hellbraun rotbraun					
	f) Löß	g) Holozän	h) UL, SU*	i) ++				
6.00	a) Schluff, sandig, schwach tonig - tonig, schwach kiesig							
	b) eingelagerte Sandzonen							
	c) steif	d) mittelschwer bohrbar	e) braun gelbbraun					
	f) Fließerde	g) Pleistozän	h) TL	i) ++				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben			Bericht Nr.: 02/07/025 Anlage Nr.: 3.3 Blatt 1			
Vorhaben: Anbau eines Sportraumes an die Turnhalle GS Südwest in Sangerhausen								
Bohrung BS3 / Blatt: 1						Höhe: 146,35 m		
						Datum: 09.07.2025		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.80	a) Schluff, stark sandig, schwach kiesig				kein Wasser- anschnitt, GW nach BE (3.50)			
	b) 20cm Grasnarbe eingelagerte Stücke aus Ziegel und Schlacke							
	c) halbfest	d) schwer bohrbar	e) hellgraubraun hellbraun					
	f) Auffüllung	g) Holozän	h) [TL]	i) ++				
1.00	a) Schluff, sandig, schwach tonig, schwach org. durchsetzt							
	b)							
	c) halbfest	d) schwer bohrbar	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g) Holozän	h) OU	i) ++				
2.40	a) Schluff, stark sandig							
	b)							
	c) steif	d) mittelschwer bohrbar	e) hellbraun rotbraun					
	f) Löß	g) Holozän	h) UL, SU*	i) ++				
5.40	a) Schluff, sandig, schwach tonig - tonig, schwach kiesig							
	b) eingelagerte Sandzonen							
	c) steif	d) mittelschwer bohrbar	e) braun gelbbraun					
	f) Fließerde	g) Pleistozän	h) TL	i) ++				
6.00	a) Sand, schluffig - tonig, sehr schwach kiesig							
	b) dicht gelagert							
	c) gerundet	d) schwer bohrbar	e) weißgrau gelbgrau					
	f) Tertiärsand	g) Tertiär	h) SU*,ST*	i) 0				
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor								

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben				Bericht Nr.: 02/07/025 Anlage Nr.: 3.4 Blatt 1		
Vorhaben: Anbau eines Sportraumes an die Turnhalle GS Südwest in Sangerhausen								
Bohrung BS4 / Blatt: 1						Höhe: 146,35 m		
						Datum: 09.07.2025		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.80	a) Sand, stark kiesig, schluffig				GW angebohrt (4.0) keine Wasserruhe messbar			
	b) 20cm Grasnarbe, dicht gelagert Kiessand mit Schlacke							
	c) gerundet, kantig	d) schwer bohrbar	e) hellbraun schwarzgrau					
	f) Auffüllung	g) Holozän	h) [SU*]	i) ++				
1.30	a) Schluff, sandig, schwach tonig, schwach org. durchsetzt							
	b)							
	c) halbfest	d) schwer bohrbar	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g) Holozän	h) OU	i) ++				
2.20	a) Schluff, stark sandig							
	b)							
	c) steif	d) mittelschwer bohrbar	e) hellbraun rotbraun					
	f) Löß	g) Holozän	h) UL, SU*	i) ++				
5.90	a) Schluff, sandig, schwach tonig - tonig, schwach kiesig							
	b)							
	c) steif	d) mittelschwer bohrbar	e) braun gelbbraun					
	f) Fließerde	g) Pleistozän	h) TL	i) ++				
6.00	a) Sand, schluffig - tonig							
	b) dicht gelagert							
	c) gerundet	d) schwer bohrbar	e) weißgrau gelbgrau					
	f) Tertiärsand	g) Tertiär	h) SU*,ST*	i) 0				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Anbau eines Sportraumes an die Turnhalle

GS Südwest in Sangerhausen, Wilhelm- Koenen- Straße 33

Bearbeiter: Herr Gödecke

Datum: 16.07.2025

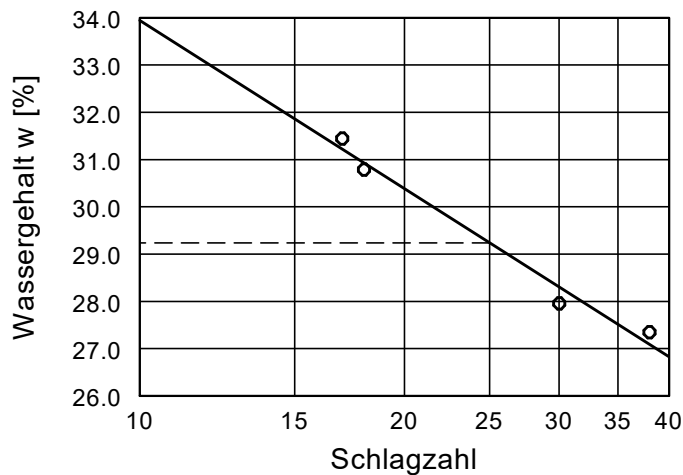
Entnahmestelle: BS3

Tiefe: 2,4-4,0 m

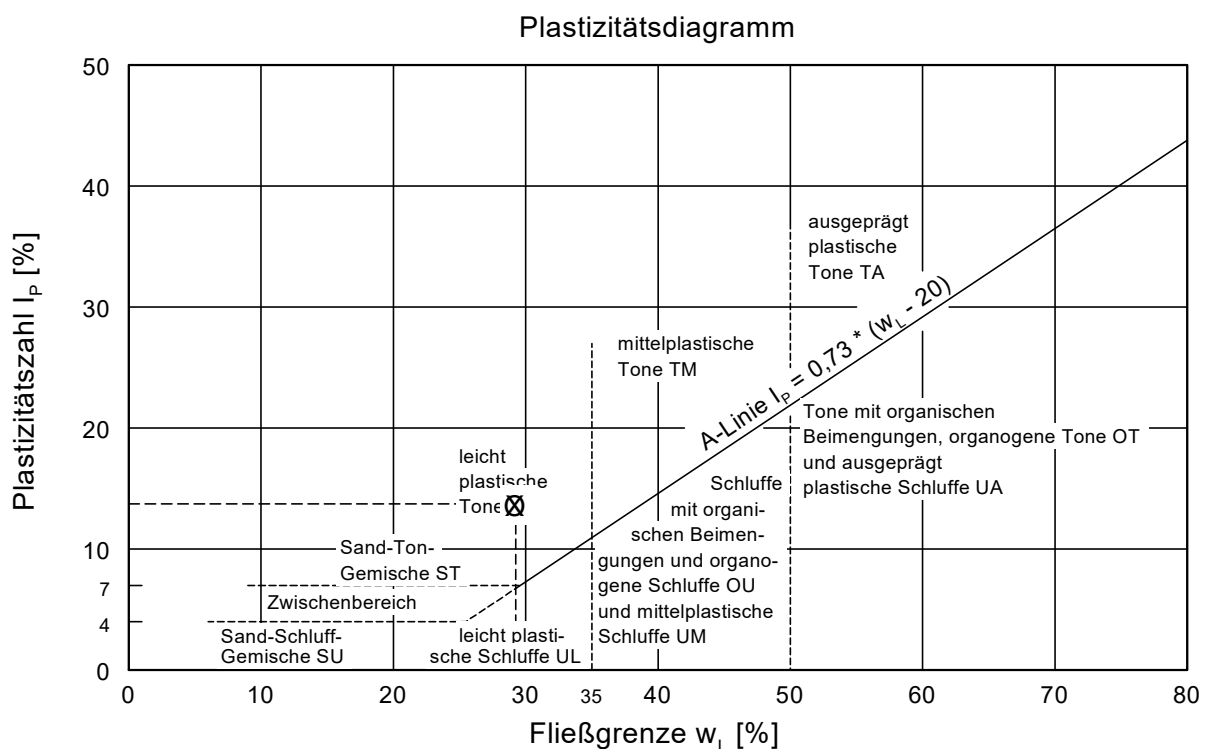
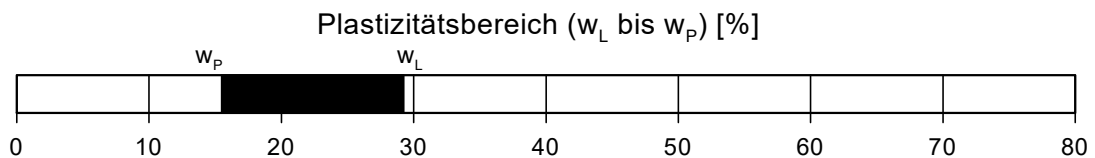
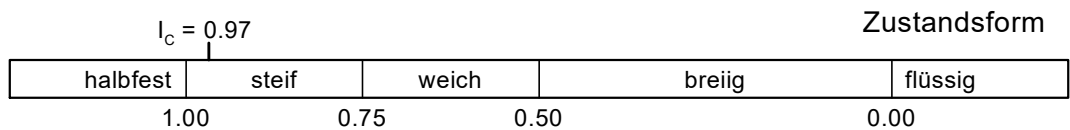
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Fließerde (Schicht IV)

Probe entnommen am: 09.07.2025



Wassergehalt w = 15.9 %
 Fließgrenze w_L = 29.2 %
 Ausrollgrenze w_P = 15.5 %
 Plastizitätszahl I_p = 13.7 %
 Konsistenzzahl I_c = 0.97



Bericht: 02/07/025

Anlage: 5.3

Wassergehalt nach DIN 18 121

Anbau eines Sportraumes an die Turnhalle

GS Südwest in Sangerhausen, Wilhelm- Koenen- Straße 33

Bearbeiter: Herr Gödecke

Datum: 16.07.2025

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Löß (Schicht III) und Fließerde (Schicht IV)

Probe entnommen am: 09.07.2025

Entnahmestelle/ -tiefe:	BS 1 / 5,4-6,0 m	BS 3 / 1,0-2,0 m	BS 4 / 1,3-2,2 m
Feuchte Probe + Behälter [g]:	271.83	226.85	505.37
Trockene Probe + Behälter [g]:	242.34	203.60	455.78
Behälter [g]:	42.22	45.04	140.66
Porenwasser [g]:	29.49	23.25	49.59
Trockene Probe [g]:	200.12	158.56	315.12
Wassergehalt [%]	14.74	14.66	15.74

Entnahmestelle/ -tiefe:	BS 4 / 2,2-4,0 m		
Feuchte Probe + Behälter [g]:	626.07		
Trockene Probe + Behälter [g]:	562.85		
Behälter [g]:	160.82		
Porenwasser [g]:	63.22		
Trockene Probe [g]:	402.03		
Wassergehalt [%]	15.73		

Entnahmestelle/ -tiefe:			
Feuchte Probe + Behälter [g]:			
Trockene Probe + Behälter [g]:			
Behälter [g]:			
Porenwasser [g]:			
Trockene Probe [g]:			
Wassergehalt [%]			

Chemische Analytik

CLU- Untersuchungsberichte

199420 EBV Boden (7 Blätter)

Probenahmeprotokoll

(1 Blatt)

Verwertbarkeitsprüfung Boden
Gutachten Nummer 199420

Auftraggeber:

Auftragnehmer:

Projekt:	Anbau Sportraum an Turnhalle GS Südwest Sangerhausen
Prüfauftrag:	Verwertbarkeitsprüfung von nicht aufbereitetem Bodenmaterial und Baggergut
Bewertungsbasis:	ErsatzbaustoffV, Materialwerte (Anl. 1, Tab. 3)
Probennummer(n):	88584
Probenehmer:	AG
Bearbeitungszeitraum:	14.07. – 30.07.2025

Anlage: Prüfbericht

Probenschlüssel

Proben-Nr.	Probenbezeichnung AG	Probenahme- datum	Zuordnung nach ErsatzbaustoffV	Bodenarten- Hauptgruppe
88584	MP 1/25	09.07.2025	Bodenmaterial mit <10 Vol.-% mineralischen Fremdbestand- teilen	Lehm/Schluff

Prüfergebnisse¹

Feststoffgehalte nach Anl. 1, Tab. 3 ErsatzbaustoffV

Parameter	Einheit	BM-F0* BG-F0*	BM-F1 BG-F1	BM-F2 BG-F2	BM-F3 BG-F3	88584 (MP 1/25)
Trockenrückstand	Ma-%					94,7
Arsen	mg/kg TM	40	40	40	150	8,1
Blei	mg/kg TM	140	140	140	700	76
Cadmium	mg/kg TM	2	2	2	10	0,34
Chrom, ges.	mg/kg TM	120	120	120	600	25
Kupfer	mg/kg TM	80	80	80	320	130
Nickel	mg/kg TM	100	100	100	350	18
Quecksilber	mg/kg TM	0,6	0,6	0,6	5	0,086
Thallium	mg/kg TM	2	2	2	7	0,18
Zink	mg/kg TM	300	300	300	1.200	130
TOC	Ma-% TM	5	5	5	5	0,4
MKW C10-C40	mg/kg TM	600	600	600	2.000	<100
MKW C10-C22	mg/kg TM	300	300	300	1.000	<100
PAK ₁₆ nach EPA	mg/kg TM	6	6	6	30	<0,3
Benzo(a)pyren	mg/kg TM					<0,3

¹ Messwerte, Bestimmungsgrenzen, Einzelverbindungs-nachweise und Methoden siehe Anlage

Eluatgehalte nach Anl. 1, Tab. 3 ErsatzbaustoffV

Parameter	Einheit	BM-F0* BG-F0*	BM-F1 BG-F1	BM-F2 BG-F2	BM-F3 BG-F3	88584 (MP 1/25)
pH-Wert ²		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 12,0	8,3
Leitfähigkeit ³	µS/cm	350	500	500	2.000	218,6
Sulfat	mg/l	250 ⁴	450	450	1.000	26
Arsen	µg/l	12	20	85	100	1,7
Blei	µg/l	35	90	250	470	<5,0
Cadmium	µg/l	3,0	3,0	10	15	<0,5
Chrom, ges.	µg/l	15	150	290	530	2,6
Kupfer	µg/l	30	110	170	320	8,4
Nickel	µg/l	30	30	150	280	<5,0
Quecksilber ⁵	µg/l					<0,1
Thallium ⁵	µg/l					<0,05
Zink	µg/l	150	160	840	1.600	<10
PAK ₁₅ ⁶	µg/l	0,3	1,5	3,8	20	<0,08
Die in Klammern genannten Werte gelten jeweils bei einem TOC-Gehalt von $\geq 0,5$ %.						

Bewertung:

Das durch die Probe repräsentierte Material unterschreitet in allen untersuchten Parametern die Materialwerte der Materialklasse BM-F3.

den 30.07.2025

² Stoffspezifischer Orientierungswert; bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen

³ Stoffspezifischer Orientierungswert; bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen

⁴ Bei Überschreitung der Materialwerte ist die Ursache zu prüfen. Handelt es sich um naturbedingt erhöhte Sulfatkonzentrationen, ist eine Verwertung innerhalb der betroffenen Gebiete möglich. Außerhalb dieser Gebiete ist über die Verwertungseignung im Einzelfall zu entscheiden.

⁵ Für die Klassifizierung in die Materialklassen BM-F0*/BG-F0* bis BM-F3/BG-F3 ist der angegebene Gesamtgehalt maßgeblich. Lediglich bei der Materialklasse BM-/BG-0* ist der Eluatwert einzuhalten. Dies bedeutet, dass möglicherweise dennoch vorliegende Ergebnisse von Eluat-Untersuchungen für BM-/BG-F0* bis BM-/BG-F3 außer Betracht zu ziehen sind, auch wenn die Eluatwerte für BM-/BG-0* überschritten wären. (Quelle: P. Dählmann, B. Susset „Einführung in die Mantelverordnung“, Beuth, 1. Auflage 2022)

⁶ PAK₁₅: PAK₁₆ ohne Naphthalin und Methylnaphthaline

Prüfbericht 88118	Probe 88584	Auftrag 199420	Datum Prüfbericht	30.07.2025	Seite 1 von 4
Auftraggeber			Bearbeitung	14.07.2025 bis 28.07.2025	
Bezeichnung	Projekt: Anbau Sportraum an Turnhalle GS Südwest, Sangerhausen Probe: MP 1/25				
Entnahmedatum	09.07.2025		Eingangsdatum	14.07.2025	
Entnahmestelle			Probennehmer	Auftraggeber	
Beschreibung					
Prüfauftrag	Materialwerte BM-F/BG-F, Anl. 1 Tab. 3 EBV:2023		Material	Boden 10-50 % min. FB	

Prüfergebnisse:

Allg. physikalische-chemische Eigenschaften									
Parameter	Ergebnis	Einheit							
Trockenrückstand	94,7	Masse-% OS							
Feststoffkriterien									
Parameter	Ergebnis	Einheit	BM-F0* BG-F0*	BM-F1 BG-F1	BM-F2 BG-F2	BM-F3 BG-F3			
Arsen	8,1	mg/kg TM	40	40	40	150			
Blei	76	mg/kg TM	140	140	140	700			
Cadmium	0,34	mg/kg TM	2	2	2	10			
Chrom, gesamt	25	mg/kg TM	120	120	120	600			
Kupfer	130	mg/kg TM	80	80	80	320			
Nickel	18	mg/kg TM	100	100	100	350			
Quecksilber	0,086	mg/kg TM	0,6	0,6	0,6	5			
Thallium	0,18	mg/kg TM	2	2	2	7			
Zink	130	mg/kg TM	300	300	300	1200			
TOC400	0,4	Masse-% TM	5	5	5	5			
MKW-Anteil (C10-C22)	< 100	mg/kg TM	300	300	300	1200			
MKW-Index (C10-C40)	< 100	mg/kg TM	600	600	600	2000			
Naphthalin	< 0,3	mg/kg TM							
Acenaphthylen	< 0,3	mg/kg TM							
Acenaphthen	< 0,3	mg/kg TM							
Fluoren	< 0,3	mg/kg TM							
Phenanthren	< 0,3	mg/kg TM							
Anthracen	< 0,3	mg/kg TM							
Fluoranthen	< 0,3	mg/kg TM							
Pyren	< 0,3	mg/kg TM							
Benz[a]anthracen	< 0,3	mg/kg TM							
Chrysen	< 0,3	mg/kg TM							
Benzo[b]fluoranthen	< 0,3	mg/kg TM							
Benzo[k]fluoranthen	< 0,3	mg/kg TM							
Benzo[a]pyren	< 0,3	mg/kg TM							
Indeno[1,2,3-c,d]-pyren	< 0,3	mg/kg TM							

Prüfbericht 88118	Probe 88584	Auftrag 199420	Datum Prüfbericht	30.07.2025	Seite 2 von 4
-------------------	-------------	----------------	-------------------	------------	---------------

Feststoffkriterien									
Parameter	Ergebnis	Einheit	BM-F0* BG-F0*	BM-F1 BG-F1	BM-F2 BG-F2	BM-F3 BG-F3			
Dibenzo[a,h]anthracen	< 0,3	mg/kg TM							
Benzo[g,h,i]perylen	< 0,3	mg/kg TM							
Summe PAK US EPA	< 0,3	mg/kg TM	6	6	9	30			
Eluatkriterien (Wasser/Feststoff: 2 L/kg)									
Parameter	Ergebnis	Einheit	BM-0* BG-0*	BM-F0* BG-F0*	BM-F1 BG-F1	BM-F2 BG-F2	BM-F3 BG-F3		
pH-Wert	8,3			6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 12,0		
elektrische Leitfähigkeit (25 °C)	218,6	µS/cm	350	350	500	500	2000		
Sulfat	26	mg/L	250	250	450	450	1000		
Arsen	1,7	µg/L	8 (13)	12	20	85	100		
Blei	< 5,0	µg/L	23 (43)	35	90	250	470		
Cadmium	< 0,5	µg/L	2 (4)	3	3	10	15		
Chrom, gesamt	2,6	µg/L	10 (19)	15	150	290	530		
Kupfer	8,4	µg/L	20 (41)	30	110	170	320		
Nickel	< 5,0	µg/L	20 (31)	30	30	150	280		
Quecksilber	< 0,1	µg/L	0,1						
Thallium	< 0,05	µg/L	0,2 (0,3)						
Zink	< 10	µg/L	100 (210)	150	160	840	1600		
Acenaphthylen	< 0,01	µg/L							
Acenaphthen	< 0,01	µg/L							
Fluoren	< 0,01	µg/L							
Phenanthren	< 0,01	µg/L							
Anthracen	< 0,01	µg/L							
Fluoranthen	< 0,01	µg/L							
Pyren	< 0,01	µg/L							
Benz[a]anthracen	< 0,01	µg/L							
Chrysen	< 0,01	µg/L							
Benzo[b]fluoranthen	< 0,01	µg/L							
Benzo[k]fluoranthen	< 0,01	µg/L							
Benzo[a]pyren	< 0,01	µg/L							
Indeno[1,2,3-c,d]-pyren	< 0,01	µg/L							
Dibenzo[a,h]anthracen	< 0,01	µg/L							
Benzo[g,h,i]perylen	< 0,01	µg/L							
Summe PAK(15)	< 0,08	µg/L	0,2	0,3	1,5	3,8	20		

Freigabe durch:

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die dem Prüflabor vorliegenden Prüfgegenstände. Die Veröffentlichung der Prüfergebnisse sowie deren auszugsweise Verwendung in sonstigen Fällen darf nicht ohne Genehmigung des Prüflaboratoriums erfolgen. Sofern die Probenahme nicht durch das Prüflabor erfolgte, wird die Verantwortung für deren Richtigkeit nicht übernommen.

Prüfbericht 88118	Probe 88584	Auftrag 199420	Datum Prüfbericht	30.07.2025	Seite 3 von 4
-------------------	-------------	----------------	-------------------	------------	---------------

Methoden und Bestimmungsgrenzen:

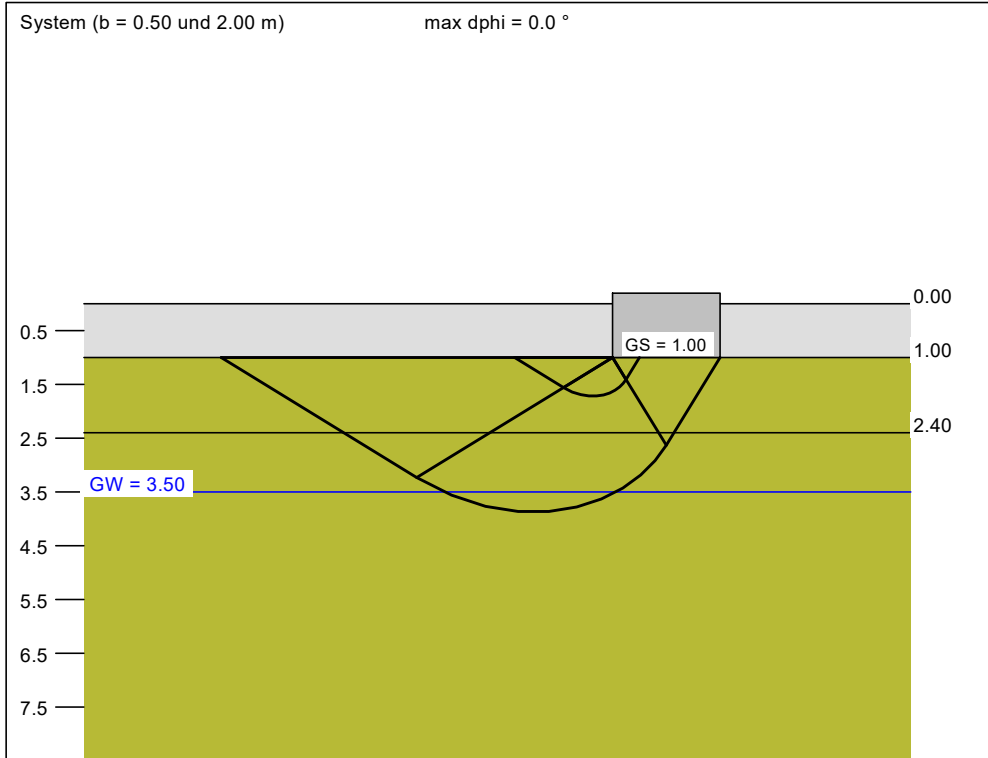
Probennahme / Probenvorbereitung			
Bestimmung der Trockenmasse	DIN EN 14346:2007-03 (*A)		
Eluatherstellung (W/F: 2 L/kg)	DIN 19529:2015-12 (*A)		
Königswasseraufschluss	DIN EN 13657:2003-01 (*A)		
Allg. physikalische-chemische Eigenschaften			
Parameter	Einheit	Methode	Bestimmungs- grenze
Trockenrückstand	Masse-% OS	DIN EN 14346:2007-03 (*A)	0,1
Feststoffkriterien			
Parameter	Einheit	Methode	Bestimmungs- grenze
Arsen	mg/kg TM	DIN EN 16171:2017-01 (*A)	0,1
Blei	mg/kg TM	DIN EN 16171:2017-01 (*A)	0,1
Cadmium	mg/kg TM	DIN EN 16171:2017-01 (*A)	0,1
Chrom, gesamt	mg/kg TM	DIN EN 16171:2017-01 (*A)	0,2
Kupfer	mg/kg TM	DIN EN 16171:2017-01 (*A)	0,2
Nickel	mg/kg TM	DIN EN 16171:2017-01 (*A)	0,2
Quecksilber	mg/kg TM	DIN EN ISO 12846:2012-08 (*A)	0,01
Thallium	mg/kg TM	DIN EN 16171:2017-01 (*A)	0,1
Zink	mg/kg TM	DIN EN 16171:2017-01 (*A)	0,2
TOC400	Masse-% TM	DIN 19539:2016-12 (*A)	0,1
MKW-Anteil (C10-C22)	mg/kg TM	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (*A)	100
MKW-Index (C10-C40)	mg/kg TM	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (*A)	100
Naphthalin	mg/kg TM	DIN ISO 18287:2006-05, Verfahren B (*A)	0,3
Acenaphthylen	mg/kg TM	DIN ISO 18287:2006-05, Verfahren B (*A)	0,3
Acenaphthen	mg/kg TM	DIN ISO 18287:2006-05, Verfahren B (*A)	0,3
Fluoren	mg/kg TM	DIN ISO 18287:2006-05, Verfahren B (*A)	0,3
Phenanthren	mg/kg TM	DIN ISO 18287:2006-05, Verfahren B (*A)	0,3
Anthracen	mg/kg TM	DIN ISO 18287:2006-05, Verfahren B (*A)	0,3
Fluoranthen	mg/kg TM	DIN ISO 18287:2006-05, Verfahren B (*A)	0,3
Pyren	mg/kg TM	DIN ISO 18287:2006-05, Verfahren B (*A)	0,3
Benz[a]anthracen	mg/kg TM	DIN ISO 18287:2006-05, Verfahren B (*A)	0,3
Chrysen	mg/kg TM	DIN ISO 18287:2006-05, Verfahren B (*A)	0,3
Benzo[b]fluoranthen	mg/kg TM	DIN ISO 18287:2006-05, Verfahren B (*A)	0,3
Benzo[k]fluoranthen	mg/kg TM	DIN ISO 18287:2006-05, Verfahren B (*A)	0,3
Benzo[a]pyren	mg/kg TM	DIN ISO 18287:2006-05, Verfahren B (*A)	0,3
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	mg/kg TM	DIN ISO 18287:2006-05, Verfahren B (*A)	0,3
Dibenzo[a,h]anthracen	mg/kg TM	DIN ISO 18287:2006-05, Verfahren B (*A)	0,3
Benzo[g,h,i]perylen	mg/kg TM	DIN ISO 18287:2006-05, Verfahren B (*A)	0,3
Summe PAK US EPA	mg/kg TM	berechnet	0,3
Eluatkriterien (Wasser/Feststoff: 2 L/kg)			
Parameter	Einheit	Methode	Bestimmungs- grenze
pH-Wert		DIN EN ISO 10523:2012-04 (*A)	1
elektrische Leitfähigkeit (25 °C)	µS/cm	DIN EN 27888:1993-11 (*A)	0,01
Sulfat	mg/L	DIN EN ISO 10304-1:2009-07 (*A)	1
Arsen	µg/L	DIN EN ISO 17294-2:2017-01 (*A)	1
Blei	µg/L	DIN EN ISO 17294-2:2017-01 (*A)	5
Cadmium	µg/L	DIN EN ISO 17294-2:2017-01 (*A)	0,5
Chrom, gesamt	µg/L	DIN EN ISO 17294-2:2017-01 (*A)	1
Kupfer	µg/L	DIN EN ISO 17294-2:2017-01 (*A)	5
Nickel	µg/L	DIN EN ISO 17294-2:2017-01 (*A)	5
Quecksilber	µg/L	DIN EN ISO 12846:2012-08 (*A)	0,1
Thallium	µg/L	DIN EN ISO 17294-2:2017-01 (*A)	0,05
Zink	µg/L	DIN EN ISO 17294-2:2017-01 (*A)	10
Acenaphthylen	µg/L	DIN 38407-39:2011-09 (*A)	0,01
Acenaphthen	µg/L	DIN 38407-39:2011-09 (*A)	0,01
Fluoren	µg/L	DIN 38407-39:2011-09 (*A)	0,01
Phenanthren	µg/L	DIN 38407-39:2011-09 (*A)	0,01
Anthracen	µg/L	DIN 38407-39:2011-09 (*A)	0,01
Fluoranthen	µg/L	DIN 38407-39:2011-09 (*A)	0,01
Pyren	µg/L	DIN 38407-39:2011-09 (*A)	0,01
Benz[a]anthracen	µg/L	DIN 38407-39:2011-09 (*A)	0,01
Chrysen	µg/L	DIN 38407-39:2011-09 (*A)	0,01
Benzo[b]fluoranthen	µg/L	DIN 38407-39:2011-09 (*A)	0,01
Benzo[k]fluoranthen	µg/L	DIN 38407-39:2011-09 (*A)	0,01
Benzo[a]pyren	µg/L	DIN 38407-39:2011-09 (*A)	0,01
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	µg/L	DIN 38407-39:2011-09 (*A)	0,01

Prüfbericht 88118	Probe 88584	Auftrag 199420	Datum Prüfbericht	30.07.2025	Seite 4 von 4
-------------------	-------------	----------------	-------------------	------------	---------------

Eluatkriterien (Wasser/Feststoff: 2 L/kg)			
Parameter	Einheit	Methode	Bestimmungs- grenze
Dibenzo[a,h]anthracen	µg/L	DIN 38407-39:2011-09 (*A)	0,01
Benzo[g,h,i]perylen	µg/L	DIN 38407-39:2011-09 (*A)	0,01
Summe PAK(15)	µg/L	berechnet	0,08

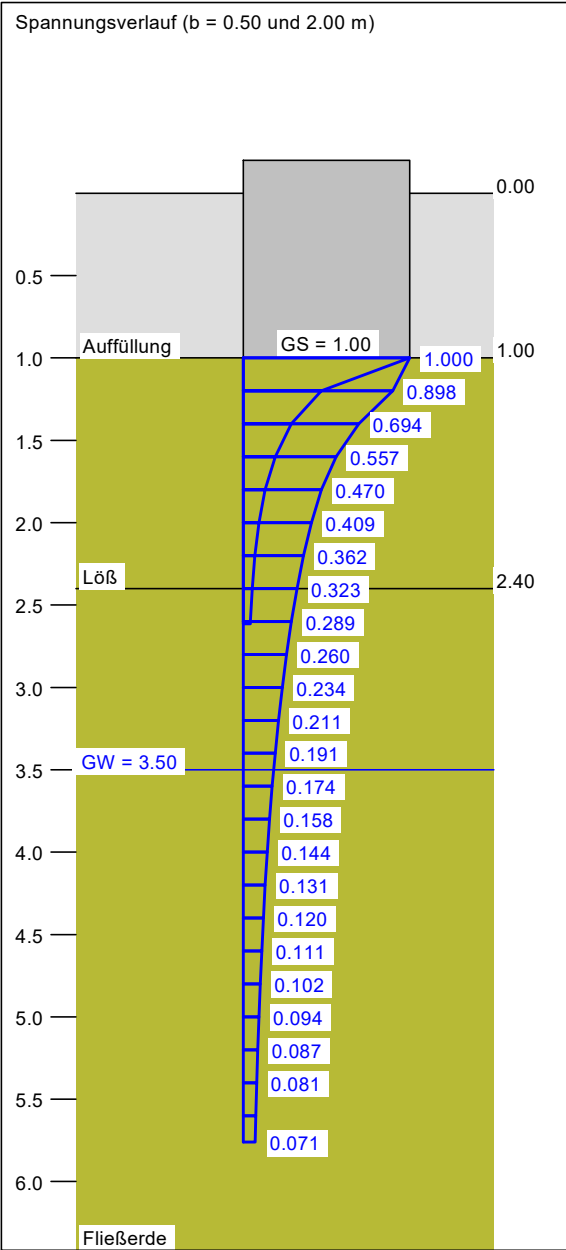
(*A) = Akkreditierte Prüfmethode

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.0	9.0	25.0	2.0	5.0	0.00	Auffüllung
	19.0	9.0	27.0	2.0	6.0	0.00	Löß
	19.0	9.0	27.0	5.0	8.0	0.00	Fließerde

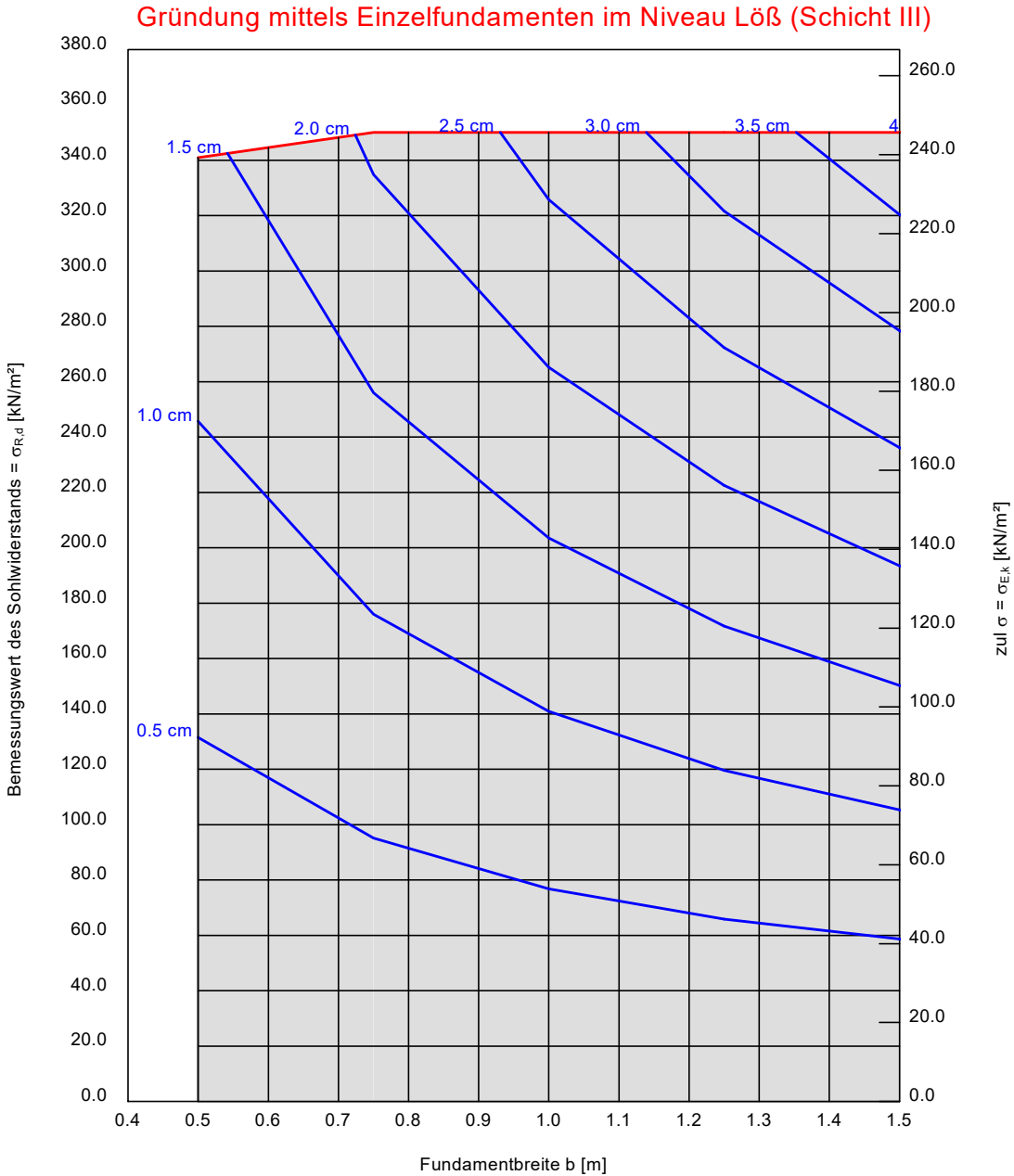


a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_g [m]	k_s [MN/m³]
0.50	0.50	341.0	85.2	239.3	1.42	27.0	2.00	19.00	19.00	2.61	16.9
0.75	0.75	350.0	196.9	245.6	2.10	27.0	2.00	19.00	19.00	3.20	11.7
1.00	1.00	350.0	350.0	245.6	2.70	27.0	2.36	19.00	19.00	3.73	9.1
1.25	1.25	350.0	546.9	245.6	3.29	27.0	3.14	19.00	19.00	4.28	7.5
1.50	1.50	350.0	787.5	245.6	3.86	27.0	3.47	19.00	19.00	4.80	6.4
1.75	1.75	350.0	1071.9	245.6	4.41	27.0	3.70	19.00	19.00	5.29	5.6
2.00	2.00	350.0	1400.0	245.6	4.94	27.0	3.86	18.54	19.00	5.76	5.0

$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

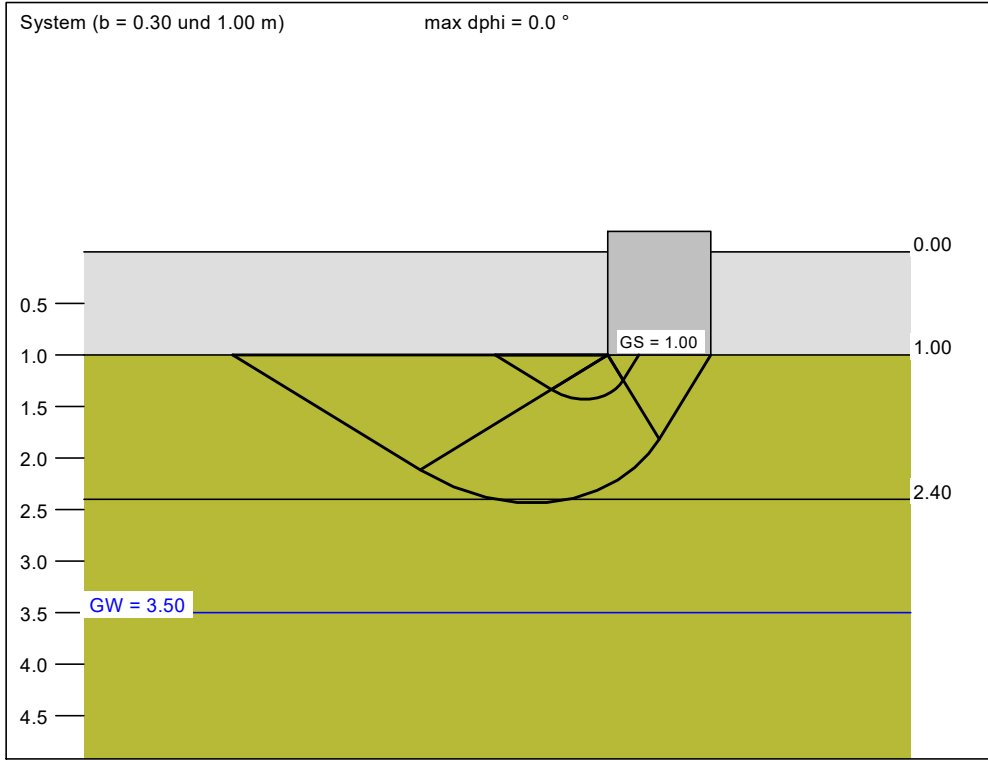


Berechnungsgrundlagen: Grundbruchformel nach DIN 4017:2006 Teilsicherheitskonzept (EC 7) Einzelfundament (a/b = 1.00) $\gamma_{R,v} = 1.40$ $\gamma_G = 1.35$ $\gamma_Q = 1.50$ Anteil Veränderliche Lasten = 0.500 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$	$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$ $\sigma_{R,d}$ auf 350.00 kN/m² begrenzt Gründungssohle = 1.00 m Grundwasser = 3.50 m Grenztiefe mit p = 20.0 % Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt — Sohldruck — Setzungen
--	--



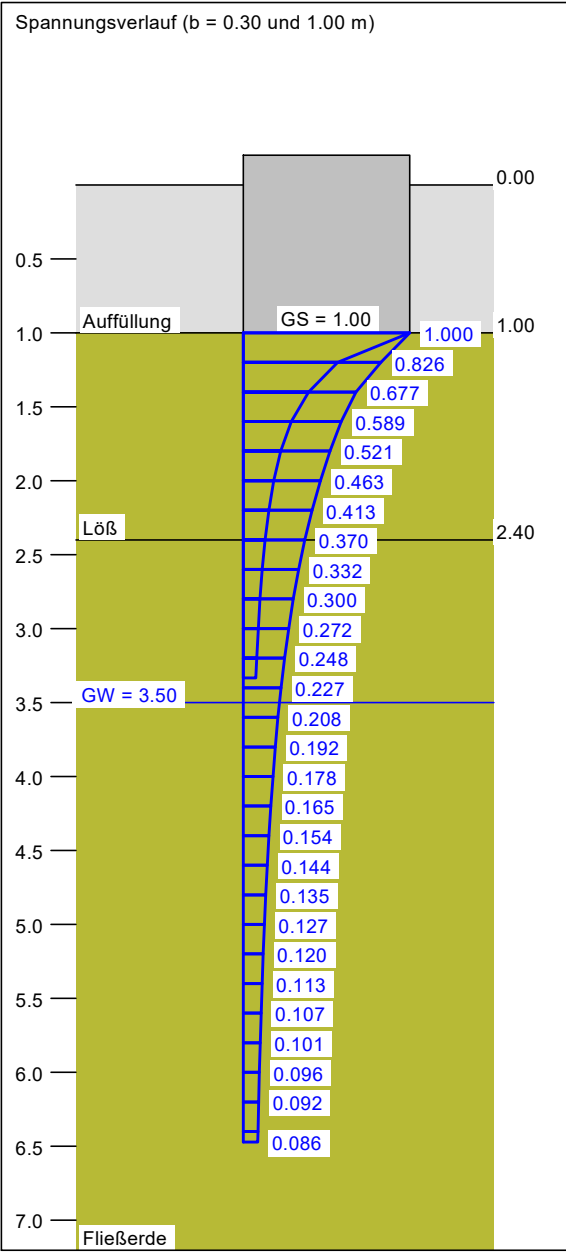
Auftraggeber: Stadt Sangerhausen, Markt 7a, 06526 Sangerhausen	
Fundamentdiagramm Einzelfundamente	
Baugrunduntersuchung für den Anbau eines Sportraumes an die Turnhalle GS Südwest in Sangerhausen, Wilhelm- Koenen- Straße 33	
Maßstab:	ohne
Bericht Nr.:	02/07/025
Anlage Nr.:	7.1

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.0	9.0	25.0	2.0	5.0	0.00	Auffüllung
	19.0	9.0	27.0	2.0	6.0	0.00	Löß
	19.0	9.0	27.0	5.0	8.0	0.00	Fließerde

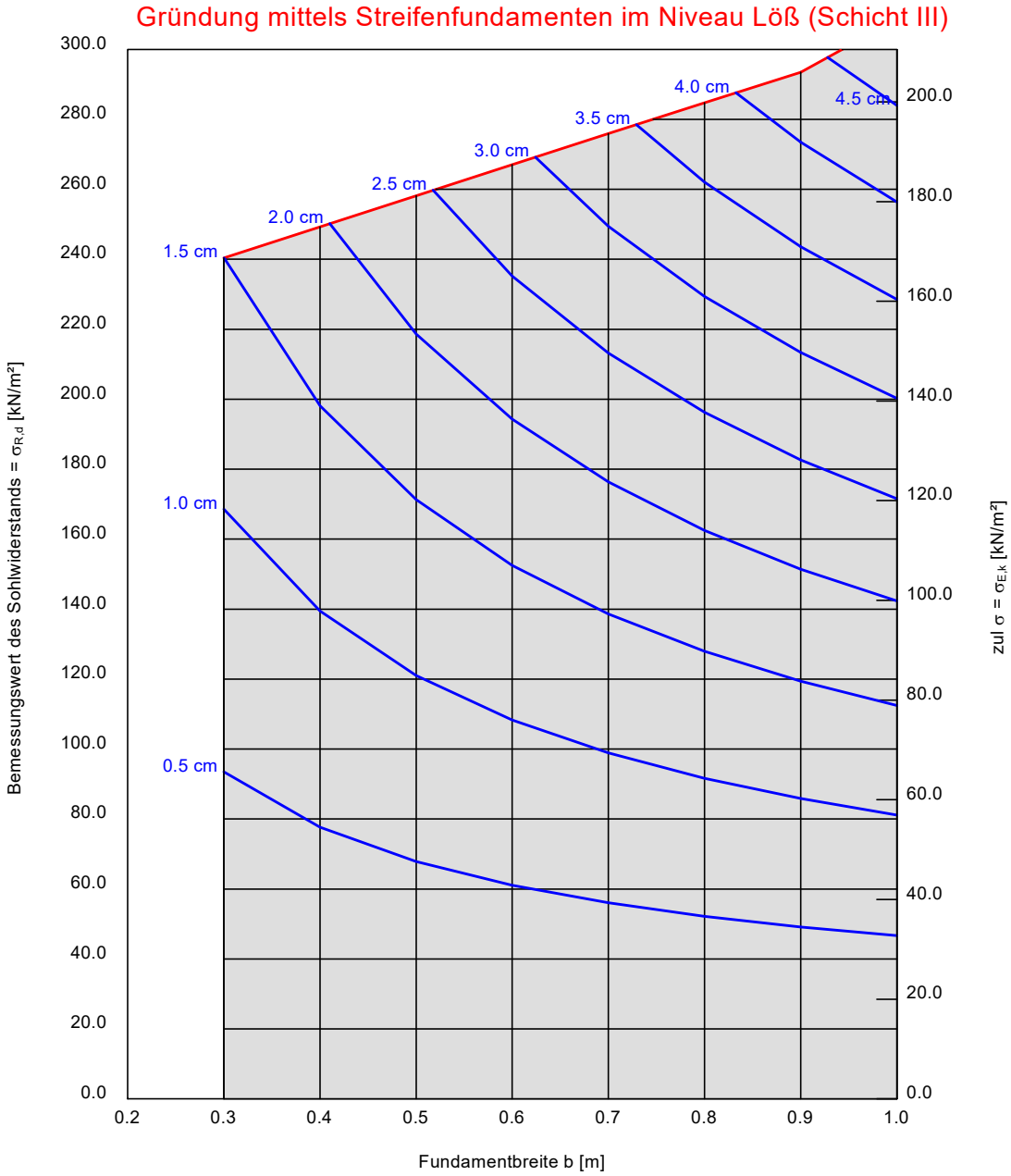


a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_g [m]	k_s [MN/m³]
16.00	0.30	240.3	72.1	168.7	1.50	27.0	2.00	19.00	19.00	3.33	11.3
16.00	0.40	249.3	99.7	174.9	1.96	27.0	2.00	19.00	19.00	3.83	8.9
16.00	0.50	258.2	129.1	181.2	2.43	27.0	2.00	19.00	19.00	4.32	7.5
16.00	0.60	267.1	160.2	187.4	2.90	27.0	2.00	19.00	19.00	4.78	6.5
16.00	0.70	275.9	193.1	193.6	3.37	27.0	2.00	19.00	19.00	5.21	5.7
16.00	0.80	284.7	227.8	199.8	3.85	27.0	2.00	19.00	19.00	5.62	5.2
16.00	0.90	293.5	264.1	206.0	4.34	27.0	2.00	19.00	19.00	6.02	4.7
16.00	1.00	308.6	308.6	216.5	4.95	27.0	2.36	19.00	19.00	6.47	4.4

$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Berechnungsgrundlagen: Grundbruchformel nach DIN 4017:2006 Teilsicherheitskonzept (EC 7) Streifenfundament (a = 16.00 m) $\gamma_{R,v} = 1.40$ $\gamma_G = 1.35$ $\gamma_Q = 1.50$ Anteil Veränderliche Lasten = 0.500 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$	$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$ $\sigma_{R,d}$ auf 350.00 kN/m² begrenzt Gründungssohle = 1.00 m Grundwasser = 3.50 m Grenztiefe mit p = 20.0 % Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt — Sohldruck — Setzungen
---	--



Auftraggeber: Stadt Sangerhausen, Markt 7a, 06526 Sangerhausen	
Fundamentdiagramm Streifenfundamente Baugrunduntersuchung für den Anbau eines Sportraumes an die Turnhalle GS Südwest in Sangerhausen, Wilhelm- Koenen- Straße 33	
Maßstab:	ohne
Bericht Nr.:	02/07/025
Anlage Nr.:	7.2