

Vorstatik

Bauvorhaben :	Sielsanierung Süderstraße
Auftragsnummer:	26A101
Bauherr :	Hamburger Stadtentwässerung AöRHochbau I25 Billhorner Deich 2 20539 Hamburg
Generalplaner :	Hamburger Stadtentwässerung AöR Planung und Bau Siele Ost I 56 Billhorner Deich 2 20539 Hamburg
Tragwerksplanung:	JBO Engineering Group GmbH Kaiser-Wilhelm-Str. 50 D-20355 Hamburg Tel.: 040 / 42 92 92-0 E-Mail: info@j-b-o.de

Inhalt

1.	Vorbemerkungen	5
1.1	Allgemeines	5
1.2	Belastung.....	5
1.3	Baustoffe.....	5
1.4	Grundlagen	6
1.5	Bodenverhältnisse	6
2	Trägerbohlverbau M1.....	8
2.1	Bemessung Spundwand	8
3	Spundwandbaugrube M2 Zwischenbaugrube DN 1600	9
3.1	Geometrie, Bodenprofil	9
3.2	Bemessung Spundwand	10
3.3	Gurtung.....	13
3.4	Auftriebsnachweis:.....	13
4	Spundwandbaugrube M3 - Zwischenbaugrube DN 1600	14
4.1	Geometrie, Bodenprofil	14
4.2	Bemessung Spundwand	15
4.3	Gurtung.....	18
4.4	Auftriebsnachweis:.....	18
5	Spundwandbaugrube M4 – Startbaugrube	19
5.1	Geometrie, Bodenprofil	19
5.2	Bemessung Spundwand	20
5.3	Gurtung.....	23
5.4	Auftriebsnachweis:.....	24
5.5	Bemessung Alternative Bohrpfahlwand	25
5.6	Gurtung.....	27
5.7	Auftriebsnachweis:.....	28
5.8	Vortriebe	29
6	Spundwandbaugrube M5 – Start und Zielbaugrube	31
6.1	Geometrie, Bodenprofil	31
6.2	Bemessung Spundwand	32
6.3	Gurtung.....	34
6.4	Auftriebsnachweis:.....	35
6.5	Vortrieb	36
7	Spundwandbaugrube M6 – Startbaugrube	37
7.1	Geometrie, Bodenprofil	37

7.2	Gurtung.....	41
7.3	Auftriebsnachweis:.....	42
7.4	Vortrieb	43
8	Spundwandbaugrube M7 - Zwischenbaugrube DN 1200	44
8.1	Geometrie, Bodenprofil	44
8.2	Bemessung Spundwand	45
8.3	Gurtung.....	48
8.4	Auftriebsnachweis:.....	48
9	Spundwandbaugrube M8 - Zielbaugrube DN 1200	49
9.1	Geometrie, Bodenprofil	49
9.2	Bemessung Spundwand	50
9.3	Gurtung.....	54
9.4	Auftriebsnachweis:.....	55
10	Spundwandbaugrube M9/11 – Zielbaugrube.....	56
10.1	Geometrie, Bodenprofil	56
10.2	Bemessung Spundwand	57
10.3	Gurtung.....	61
10.4	Auftriebsnachweis:.....	63
11	Spundwandbaugrube M10 – Zwischenbaugrube	64
11.1	Geometrie, Bodenprofil	64
11.2	Bemessung Spundwand	65
11.3	Gurtung.....	68
11.4	Auftriebsnachweis:.....	68
12	Senkschachtbaugrube M12 – Startbaugrube	69
12.1	Geometrie, Bodenprofil	69
12.2	Bemessung Senkschacht.....	70
12.3	Auftriebsnachweis:.....	72
12.4	Vortrieb	73
13	Senkschachtbaugrube M13 – Zielbaugrube (M4 – M13 DN400).....	77
13.1	Geometrie, Bodenprofil	77
13.2	Bemessung Senkschacht.....	78
13.3	Auftriebsnachweis:.....	79
14	Senkschachtbaugrube M17 – Zielbaugrube (M4 – M17 DN400).....	80
14.1	Geometrie, Bodenprofil	80
14.2	Bemessung Senkschacht.....	81
14.3	Auftriebsnachweis:.....	82
15	Senkschachtbaugrube S2– Startbaugrube DN 3200.....	83

15.1	Geometrie, Bodenprofil	83
15.2	Bemessung Senkschacht.....	84
15.3	Auftriebsnachweis:.....	85
15.4	Vortrieb	85
16	Spundwandbaugrube S3– Zielbaugrube DN 3200	86
16.1	Geometrie, Bodenprofil	86
16.2	Bemessung Spundwand	87
16.3	Gurtung.....	89
16.4	Auftriebsnachweis:.....	90
17	Senkschachtbaugrube DN 2400 S4 – Zielbaugrube	91
17.1	Geometrie, Bodenprofil	91
17.2	Bemessung Senkschacht.....	92
17.3	Auftriebsnachweis:.....	93
18	Schacht M4.....	94
19	Schacht M5.....	97
20	Schacht M6 und M10.....	100
21	Schacht M7.....	103
22	Schacht M8.....	106
23	Schacht M11	109
24	Schlussseite	112

1. Vorbemerkungen

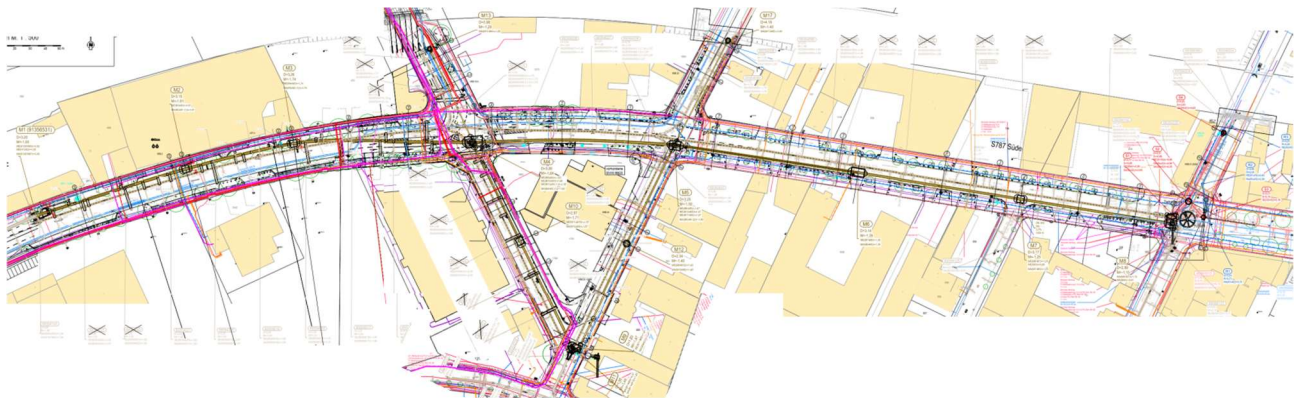
1.1 Allgemeines

Es sollen die Baugruben für diese Baumaßnahme im Bereich Süderstraße – Grevenweg vordimensioniert werden.

Die Baugrubenbemessungen erfolgen mit dem Programm GGU.

Die Berechnungsprotokolle werden als Anlagen beigefügt.

Gesamtübersicht:



1.2 Belastung

Für den Verkehr am Verbau ist ein 30 t Gerät mit 0,6 m Abstand zum Verbau angesetzt, dh. 40 kN/m² auf 2,0 m zusätzlich zur allgemeinen Flächenlast von 10 kN/m².

Straßenverkehr ohne Abstand zum Verbau ist mit diesem Lastansatz ebenfalls abgedeckt.

1.3 Baustoffe

Spundwand	S240 GP
Baustahl Gurtung u. Aussteifungen	S235
Unterwasserbetonsohle	C 25/30
Senkschächte	C 30/37
Bewehrte Pfähle	C 30/37
Unbewehrte Pfähle	C 20/25
Bewehrung	B500
Polymerbeton	
E-Modul Langzeit	23.300 N/mm ²
Biegezugfestigkeit (Langzeit)	10 N/mm ²
Biegezugfestigkeit in der Klebefuge bauseitig verklebt (Langzeit)	8 N/mm ²
Kleber Gremmler GI 165	

1.4 Grundlagen

Entwurfspläne mit dem Stand vom April 2026

1.5 Bodenverhältnisse

Entsprechend dem Bodengutachten von Fichtner vom 15.03.2023 liegen folgende Bodenverhältnisse vor: (Auszüge)

„Die Baugrundverhältnisse sind im Untersuchungsgebiet durch mehrere Meter mächtige anthropogene Auffüllungen oberhalb von organischen Weichböden der Elbmarsch und unterlagernd im Regelfall Sanden geprägt.

Bei einer Geländehöhe im betrachteten Bereich von rd. NHN +2,5 m bis NHN +3,5 m sowie einem mittleren Grundwasserstand von rd. NHN +0,25 m ist mit Grundwasser oberhalb der geplanten Sielsohlen bzw. innerhalb der zu erwartenden Tiefe der Baugruben (für z.B. Start- und Zielschächte) zu rechnen. Aufgrund der anstehenden organischen Weichböden, die zumeist nur sehr gering wasserdurchlässig sind ist zusätzlich mit Stauwasser zu rechnen.“

Bemessungsgrundwasserstand: NHN +1,1 m

Angesetzter Erddruck

Für Baugruben im Bereich einer Nachbarbebauung wurden aufgrund der Verformungsempfindlichkeit der Gebäude ein erhöht aktiver Erddruck mit 50 % oder 25 % Erdruchdruck angesetzt. Für alle anderen Baugruben, die sich nicht im Bereich von Nachbarbebauung befinden wurde aktiver Erddruck angesetzt. Der Erddruck wurde nach EAB umgelagert.

Widerlager Pressenvortrieb

Es wird der halbe räumliche Erdwiderstand über die volle Höhe des Verbaus ermittelt und die Gebrauchstauglichkeit mit charakteristischen Werten nachgewiesen. Dabei ist die Wirkungslinie des Erdwiderstands auf der gleichen Höhe wie die Wirkungslinie des Vortriebes.

Die Tabelle der Bodenkennwerte aus dem Bodengutachten:

Tab. 5-5: Bodenmechanische Kennwerte (charakteristisch)

Bodenart	Wichte	Steifemodul	Scherfestigkeit		
	γ/γ' [kN/m ³]	$E_{s,k}$ [MN/m ²]	φ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]
Auffüllungen					
Sande z.T. mit schluffigen, organischen und anthropogenen Bestandteilen, locker gelagert	17/10 bis 19/11	10 bis 20	27,5 bis 30	0	0
Klei / Schluff z.T. mit sandigen, organischen und anthropogenen Bestandteilen, weich	15/5 bis 18/8	1 bis 2	15	5	10
Geschiebemergel / Geschiebelehm breiig bis weich	20 / 10	5 bis 10	25	10	10 bis 20
Geschiebemergel / Geschiebelehm steif	21/11	10 bis 20	30	10	(60 bis 100)
Gewachsene Böden					
Sande (teils schwach org, teils schluffig) lockere bis mitteldichte Lagerung ($q_c < 7,5$ MPa)	18/10 bis 19/11	20 bis 30	30 bis 32,5	0	0
Sande ¹ (teils mit wenig organischen Einlagerungen) mind. mitteldichte Lagerung ($q_c \geq 7,5$ MPa)	19/11	≥ 30	35	0	0
Torf	11/1 bis 12/2	0,8 bis 1,5	15	5	15
Klei, $w \leq 70$ %	16/6 bis 17/7	1 bis 3	17,5	5	15 bis 20
Klei, 70 % $< w \leq 120$ %	15/5 bis 16/6	1 bis 3	17,5	5	15
Torfiger Klei, $w > 120$ %	13/3 bis 15/5	1 bis 2	17,5	5	10 bis 15
Schluff (Kalkmudde?)	15/5 bis 17/7	1 bis 3	17,5	5	15 bis 20

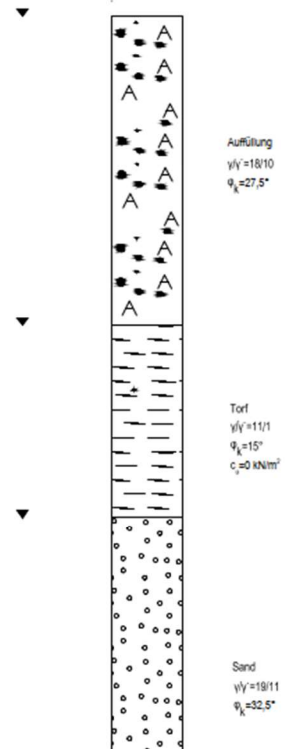
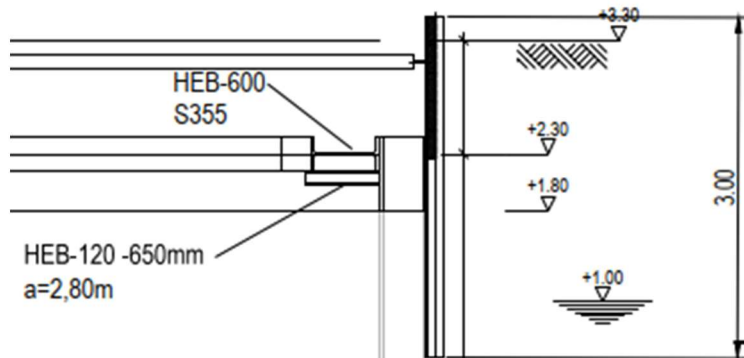
Verkehrslasten aus ZTV-Siele in Abhängigkeit der Tiefe

Tiefe [m]	gleichmäßig verteilte Flächenlast [kN/m ²]
1,00	58,2
1,10	54,3
1,20	50,7
1,30	47,5
1,40	44,5
1,50	41,8
1,60	39,3
1,80	35,0
2,00	31,3
2,50	24,2
3,00	19,2
4,00	12,6
5,00	10,0

2 Trägerbohlverbau M1

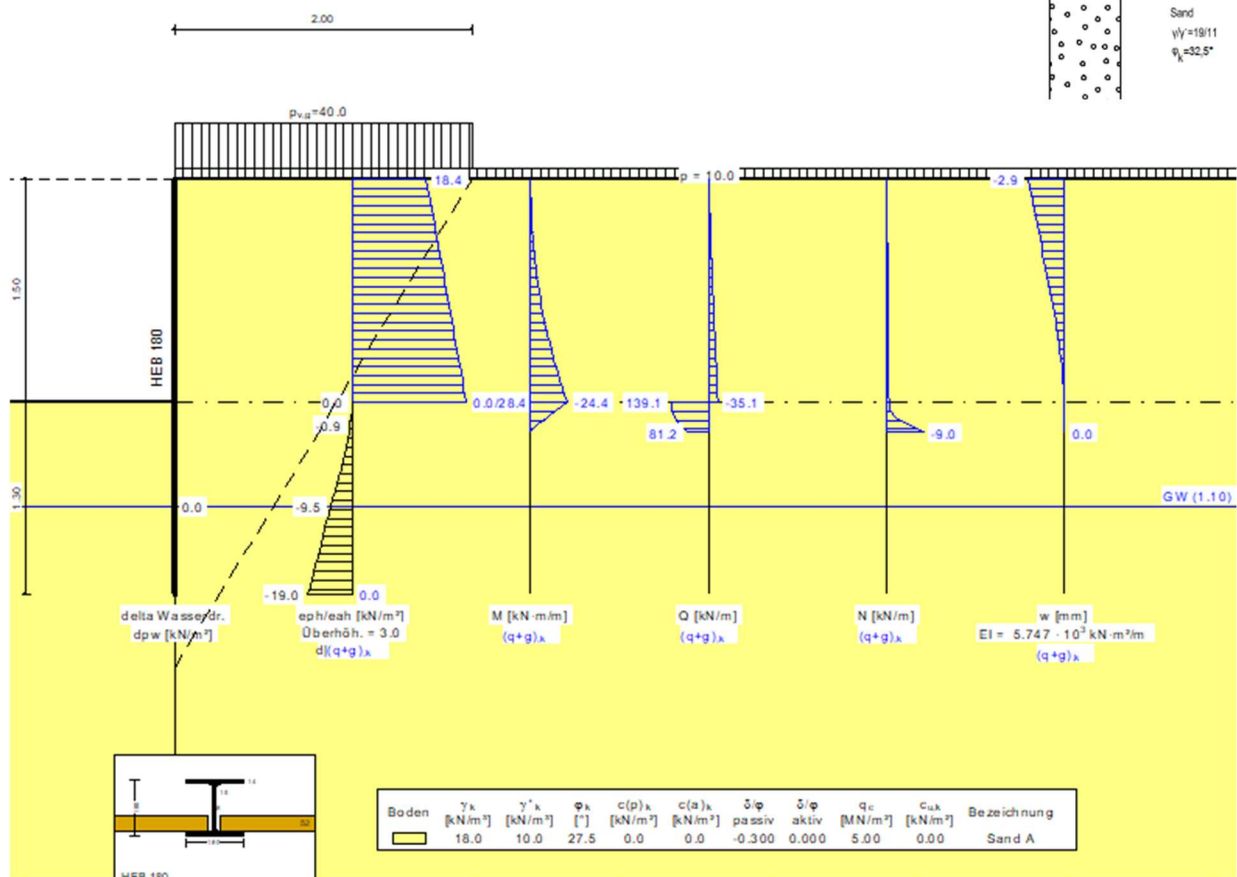
Ein Trägerbohlverbau hinter der vorhandenen Spundwand soll den Geländesprung von 1,5 m abfangen, um die Gurtung auszubauen und die Spundwand auf +1,8 m abzubrennen.

B 11 (2010)



2.1 Bemessung Trägerbohlwand

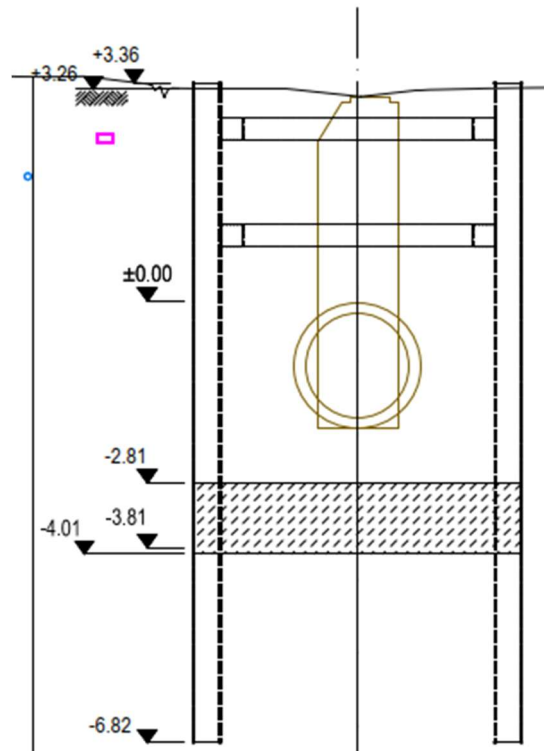
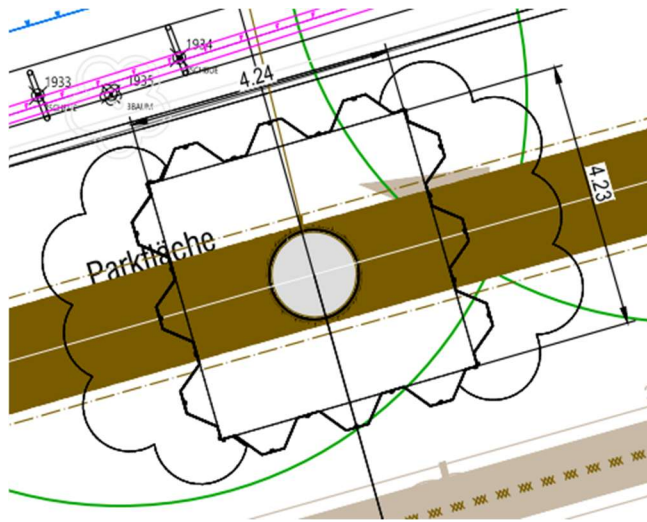
Profil: Trägerbohlwand, S 235, Länge 3 m
Holzbohlen: 6 cm
Erddruckansatz: aktiv



3 Spundwandbaugrube M2 Zwischenbaugrube DN 1600

3.1 Geometrie, Bodenprofil

zweifach gestützte Spundwandbaugrube mit
Unterwasserbetonsohle

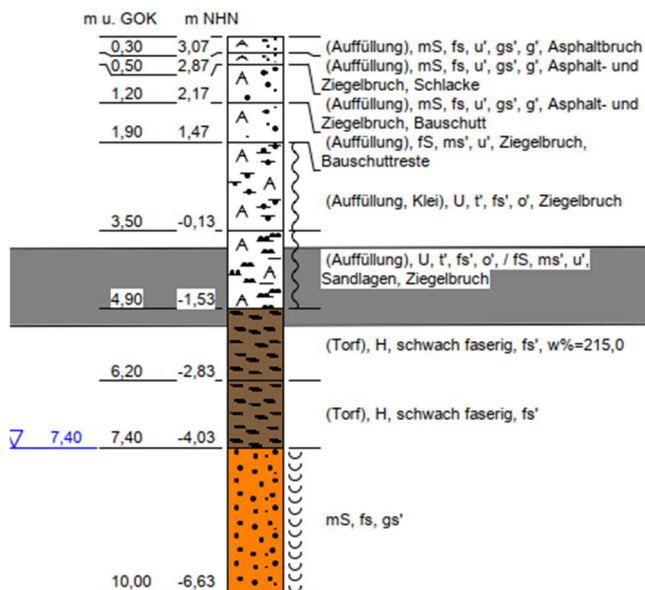


Grundriß: 4,25 x 4,25 m

Tiefe: $D = 3,15 \text{ m} + M = -1,81 \text{ m} \rightarrow 3,15 + 1,81 + 1,1 = 6,1 \text{ m}$

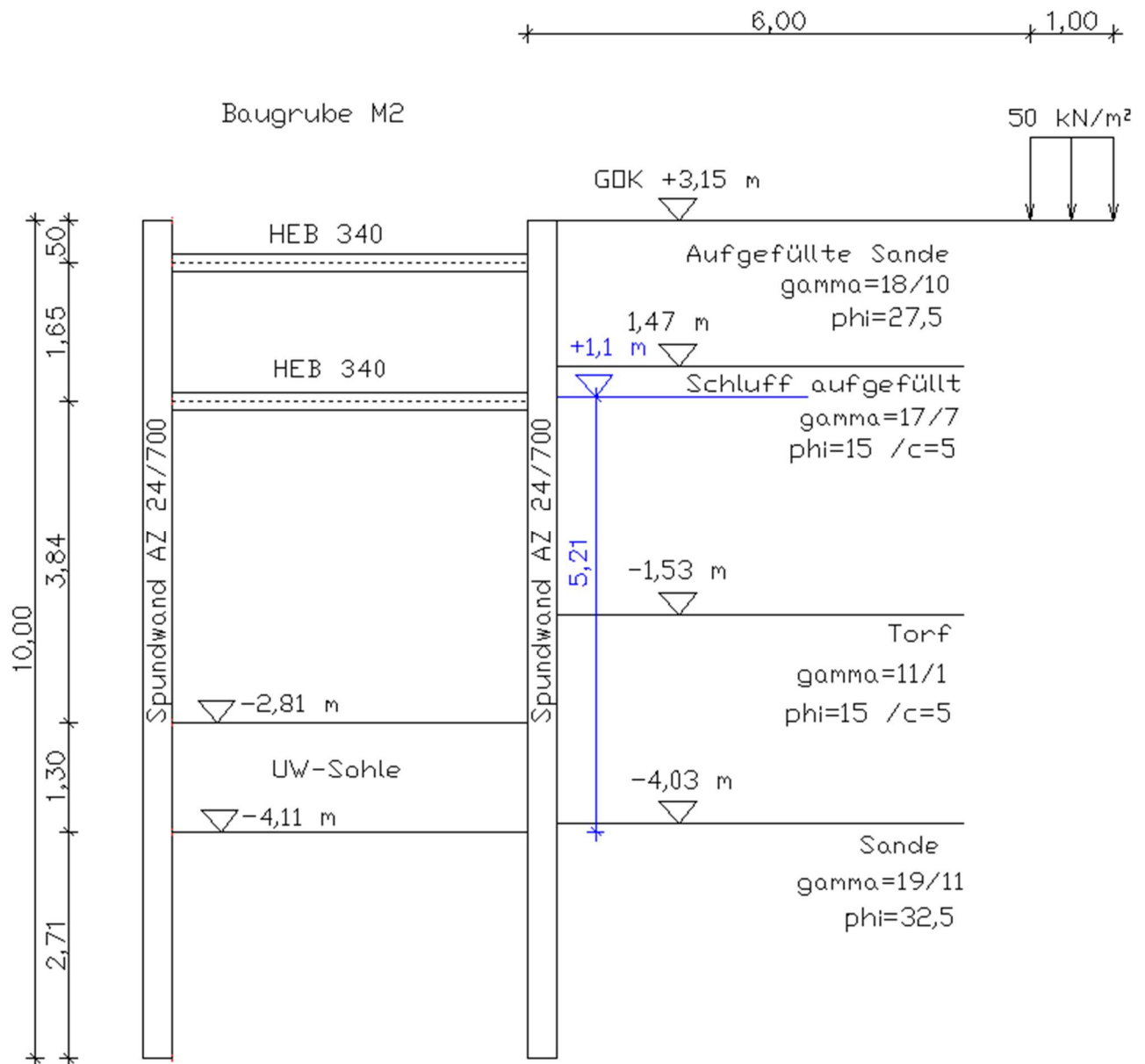
KRB 2

+3,37 m NHN



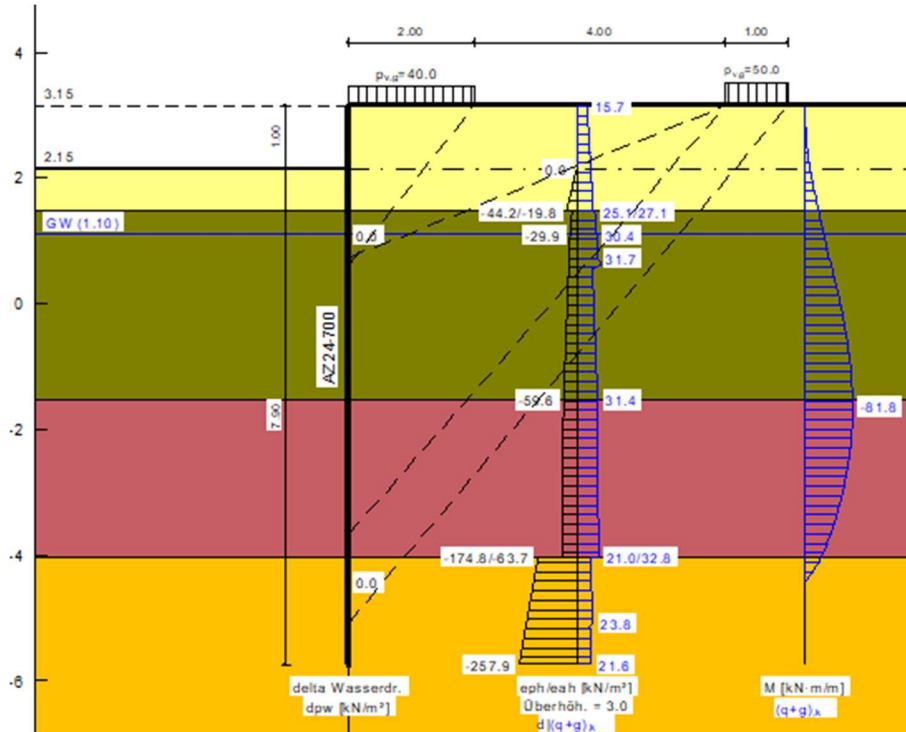
3.2 Bemessung Spundwand

- Profil: Spundwand AZ 24-700, S 240 GP, Länge 10,1 m
- Nachbarbebauung: 6 m hohe und 12 breite Halle in 6 m Entfernung zur Baugrube
Annahme Streifenfundament 1 m Breite mit 50 kN/m²
- Erddruckansatz: erhöht aktiv 50 %, um wegen der Nachbarbebauung die Verformung klein zu halten



Bauzustand 1:

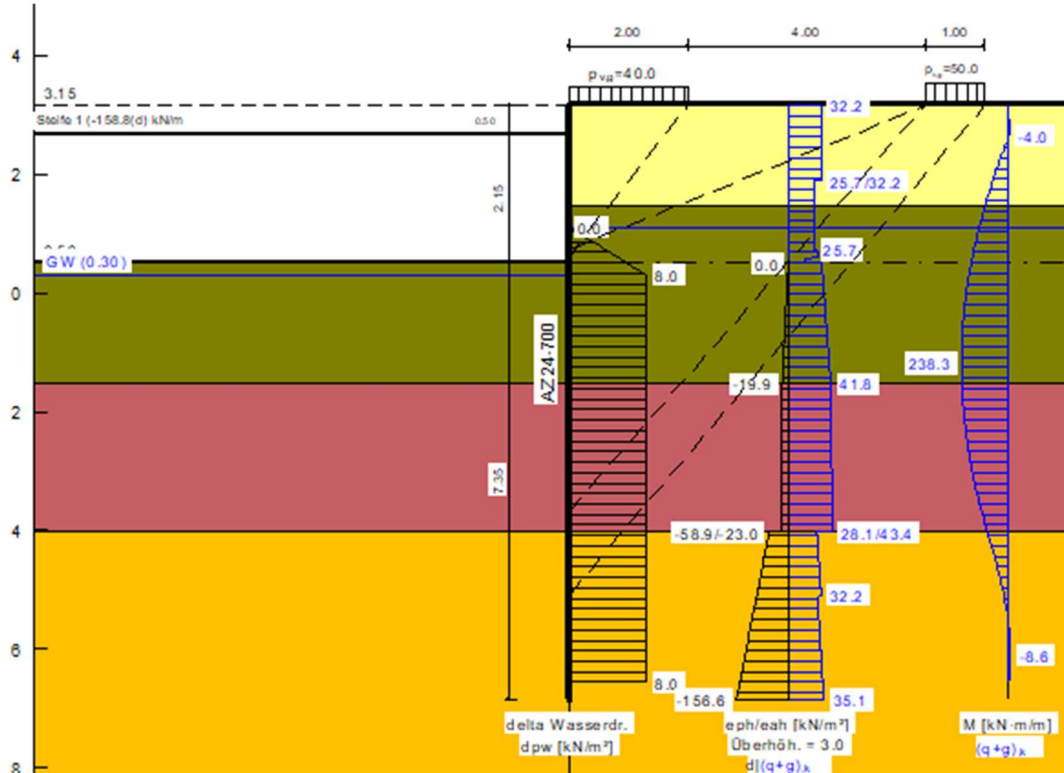
Stahlausnutzung: $\mu = 0,14$



Bauzustand 2:

Stahlausnutzung: $\mu = 0,4$

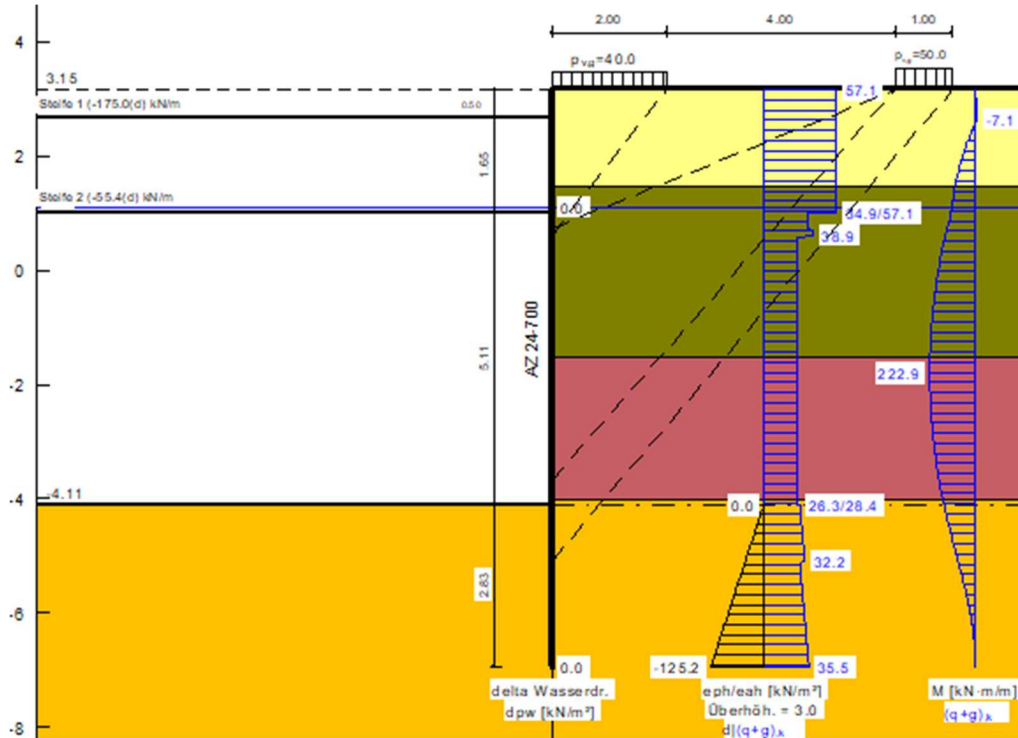
Steifenkraft: $N_d = 159 \text{ kN/m}$



Bauzustand 3:

Stahlausnutzung: $\mu = 0,37$

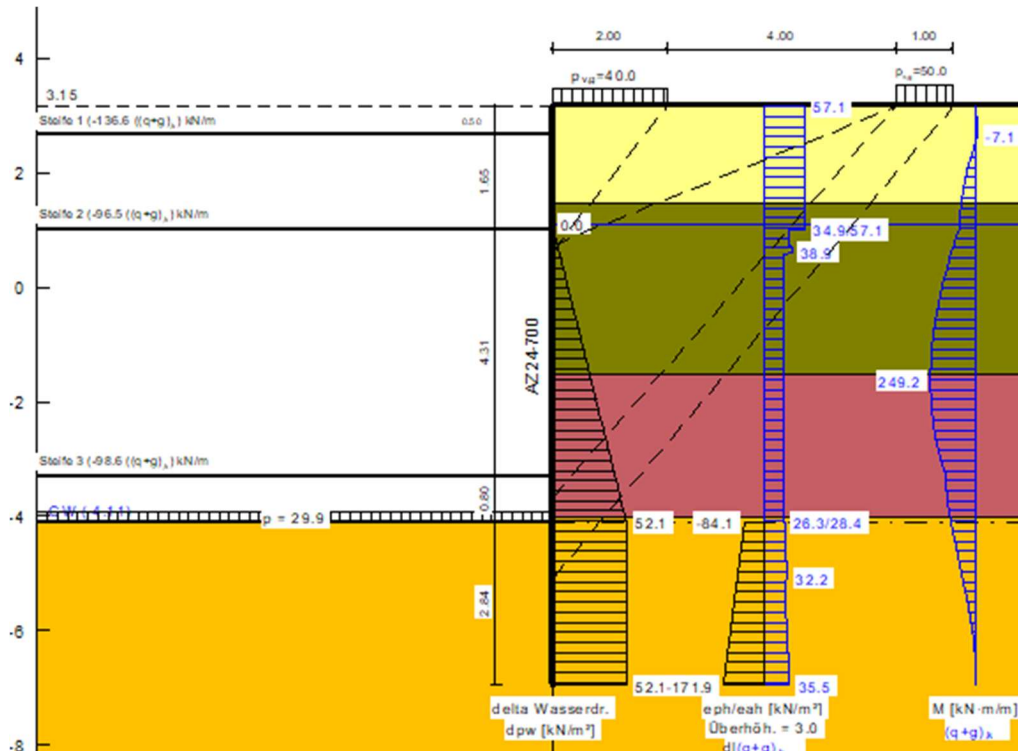
Steifenkräfte: $N_{d1} = 175 \text{ kN/m} / N_{d2} = 55 \text{ kN/m}$



Endzustand:

Stahlausnutzung: $\mu = 0,37$

Steifenkräfte: $N_{d1} = 137 \text{ kN/m} / N_{d2} = 99 \text{ kN/m}$



3.3 Gurtung

Auflagerkraft: $A_d = 175 \cdot 1,15 = 201 \text{ kN/m}$ (Umrechnung in BS-P, da auch Steifen)

Schnittgrößen: $M_{Sd} = 201 \cdot 4,25^2 / 8 = 454 \text{ kNm}$

$V_{Sd} = 201 \cdot 4,25 / 2 = 427 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 201 \cdot 4,25 / 2 = 427 \text{ kN}$

Gewählt: HEB 340 , S235

Nachweis: $M_{Sd} = 454 \text{ kNm} < M_{ply,Rd} = 565 \text{ kNm}$

$V_{Sd} = 427 \text{ kN} < V_{pl,z,Rd} = 762 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 427 \text{ kN} < N_{pl,Rd} = 0,25 \cdot 4019 = 1004 \text{ kN}$

3.4 Auftriebsnachweis:

$A_d = 1,05 \cdot 5,21 \cdot 10 \cdot 4,7^2 = 1208 \text{ kN}$

$\leq G \text{ (UWS)} + E_{av,k} = 0,95 \cdot 1,3 \cdot 23 \cdot 4,7^2 + 0,95 \cdot 44 \cdot 4 \cdot 4,7 = 628 + 768 = 1396 \text{ kN}$

Die Sohle muss an die Spundwand durch eingestellte Stahlträger angeschlossen werden.

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

Bedingung: $G_{,k} + P_{v,k} + E_{av,k} + 0,5 \cdot Ch_{,k} \cdot \tan(\delta(C)) \geq (B_{v,k} - 0,5 \cdot Ch_{,k}) \cdot \tan(\delta(p))$

$G_{,k} = 13.80 \text{ kN/m}$

$P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

$E_{av,k} = 44.02 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 350.17 \text{ kN/m}$)

$Ch_{,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

$B_{v,k} = -51.93 \text{ kN/m}$

$\delta(p) [^\circ] = -9.7$

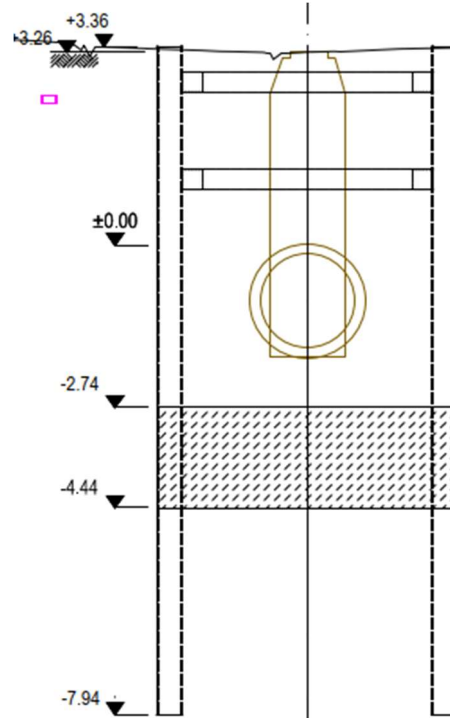
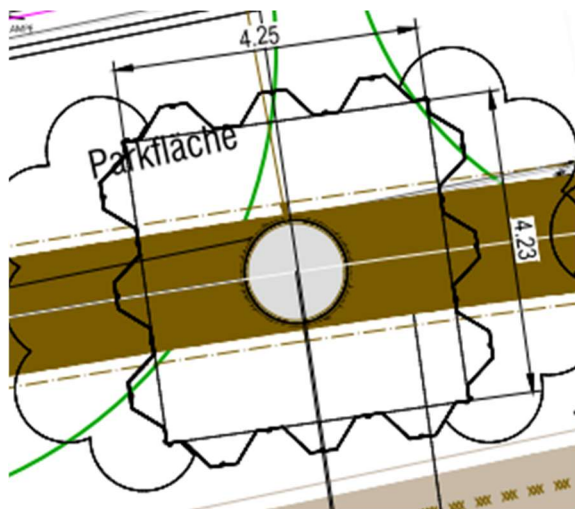
$\delta(C) [^\circ] = 10.8$

Summe $V(g+q)_{,k} = 5.89 \text{ (Druck) kN/m}$

4 Spundwandbaugrube M3 - Zwischenbaugrube DN 1600

4.1 Geometrie, Bodenprofil

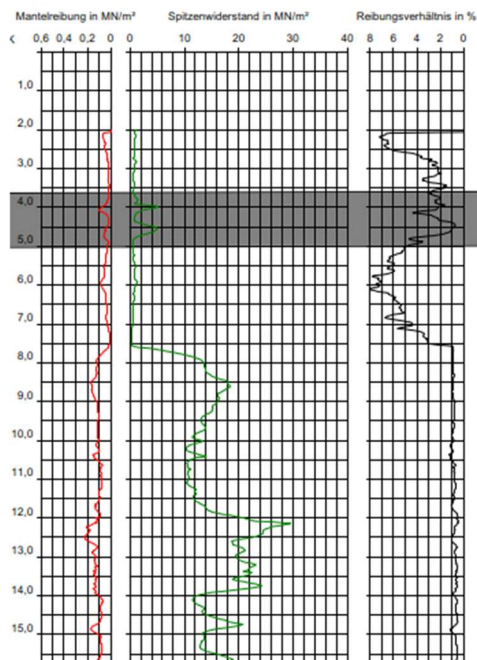
zweifach gestützte Spundwandbaugrube mit
Unterwasserbetonsohle



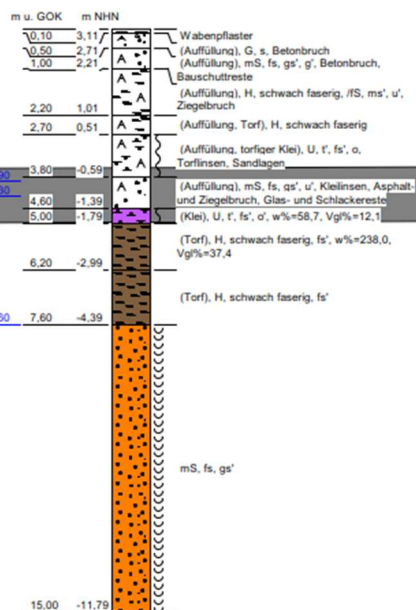
Grundriß: 4,25 x 4,25 m

Tiefe: $D = 3,26 \text{ m} + M = -1,74 \text{ m} \rightarrow 3,26 + 1,74 + 1,1 = 6,1 \text{ m}$

CPT 2
+3,22 m NHN



KRB 3
+3,21 m NHN

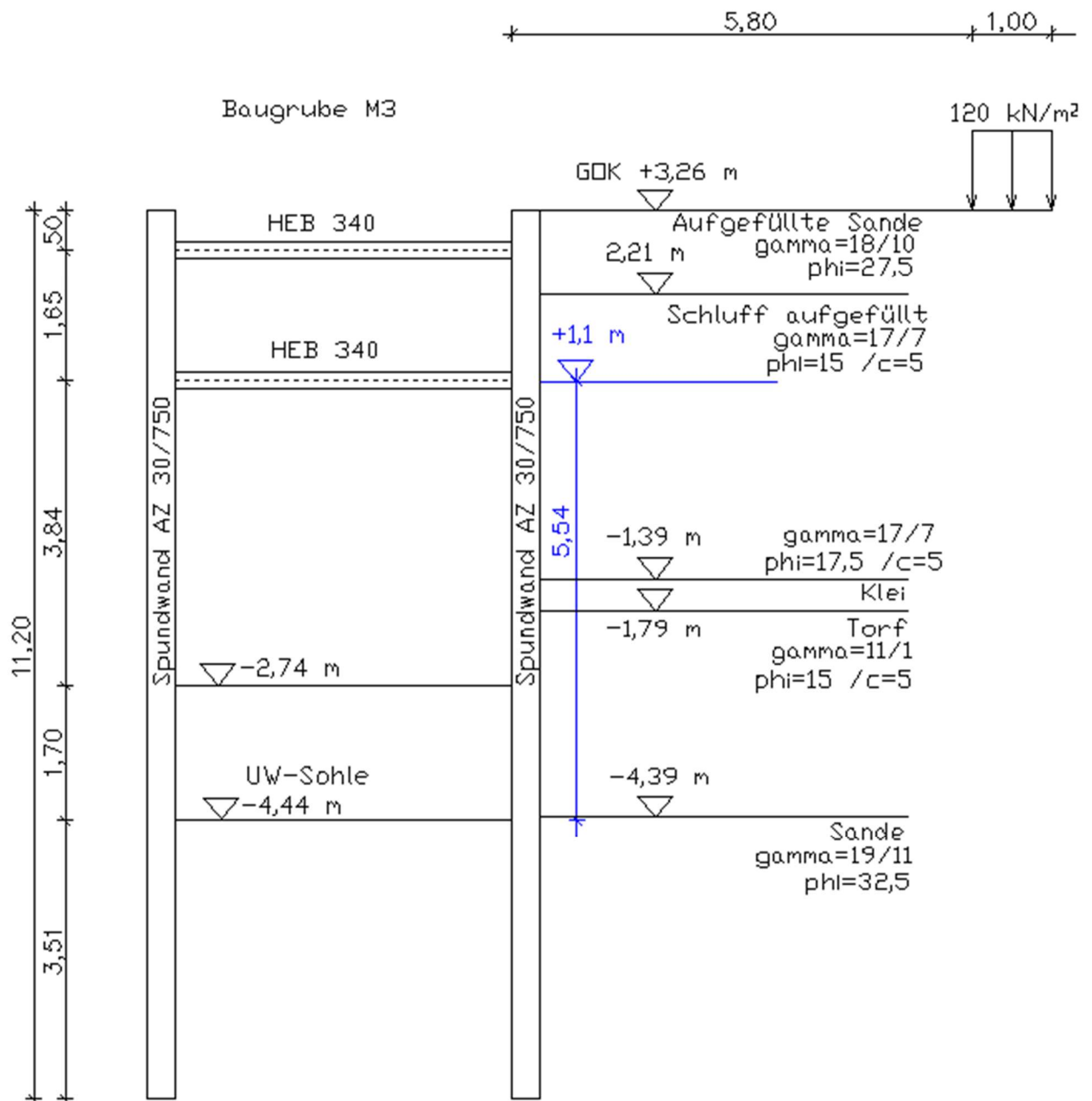


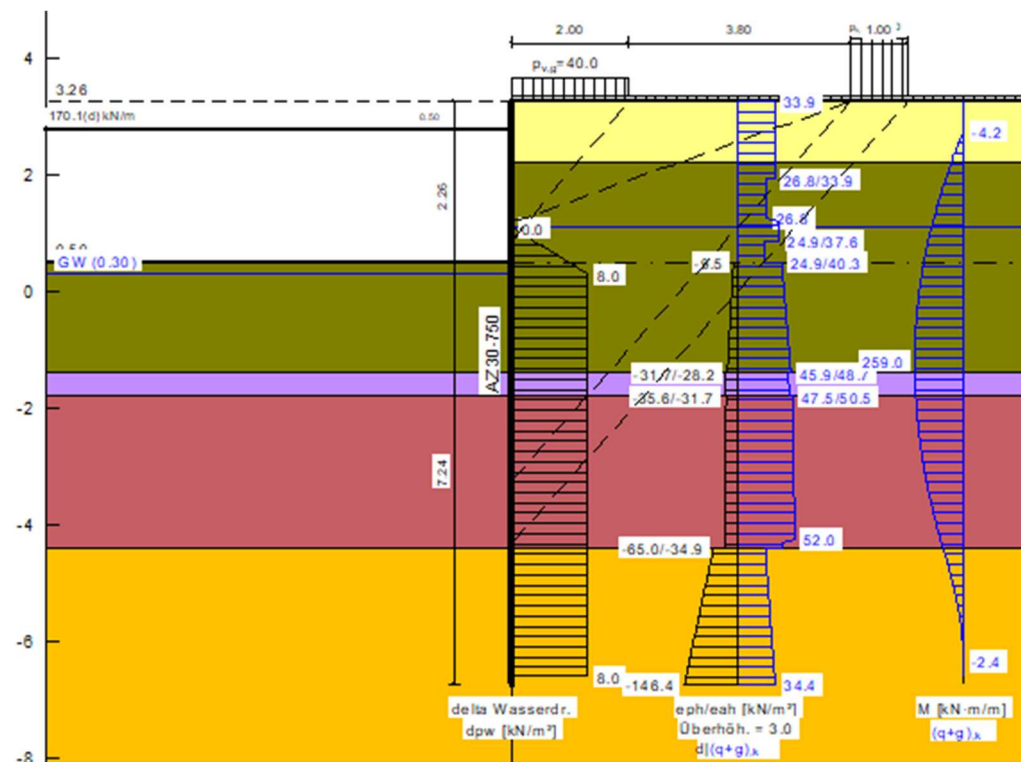
4.2 Bemessung Spundwand

Profil: Spundwand AZ 30-750, S 240 GP, Länge 11,3 m

Nachbarbebauung: 3 Geschossiges massives Bürogebäude in 5,8 m Entfernung zur Baugrube
Annahme Streifenfundament 1 m Breite mit 120 kN/m²

Erddruckansatz: erhöht aktiv 50 %, um wegen der Nachbarbebauung die Verformung klein zu halten

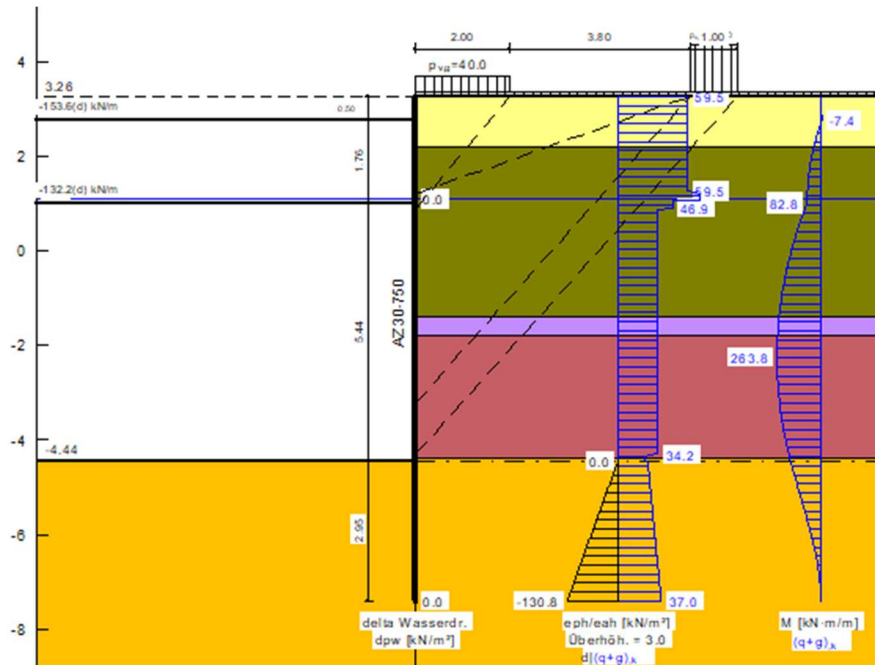




Bauzustand 3:

Stahlausnutzung: $\mu = 0,37$

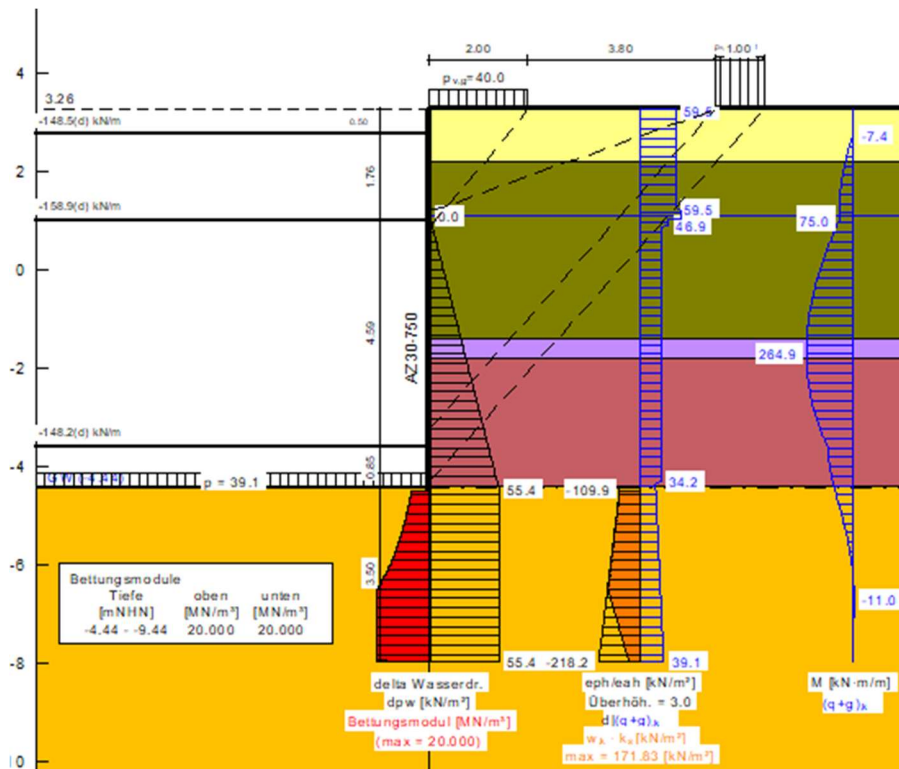
Steifenkräfte: $N_{d1} = 154 \text{ kN/m} / N_{d2} = 132 \text{ kN/m}$



Endzustand:

Stahlausnutzung: $\mu = 0,41$

Steifenkräfte: $N_{d1} = 149 \text{ kN/m} / N_{d2} = 159 \text{ kN/m}$



4.3 Gurtung

Auflagerkraft: $A_d = 170 \cdot 1,15 = 196 \text{ kN/m}$ (Umrechnung in BS-P, da auch Steifen)

Schnittgrößen: $M_{Sd} = 196 \cdot 4,25^2 / 8 = 443 \text{ kNm}$

$V_{Sd} = 196 \cdot 4,25 / 2 = 417 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 196 \cdot 4,25 / 2 = 417 \text{ kN}$

Gewählt: HEB 340 , S235

Nachweis: $M_{Sd} = 443 \text{ kNm} < M_{ply,Rd} = 566 \text{ kNm}$

$V_{Sd} = 417 \text{ kN} < V_{pl,z,Rd} = 762 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 417 \text{ kN} < N_{pl,Rd} = 0,25 \cdot 4019 = 1004 \text{ kN}$

4.4 Auftriebsnachweis:

$A_d = 1,05 \cdot 5,54 \cdot 10 \cdot 4,7^2 = 1285 \text{ kN}$

$\leq G \text{ (UWS) } + E_{av,k} = 0,95 \cdot 1,7 \cdot 23 \cdot 4,7^2 + 0,95 \cdot 53 \cdot 4 \cdot 4,7 = 821 + 946 = 1767 \text{ kN}$

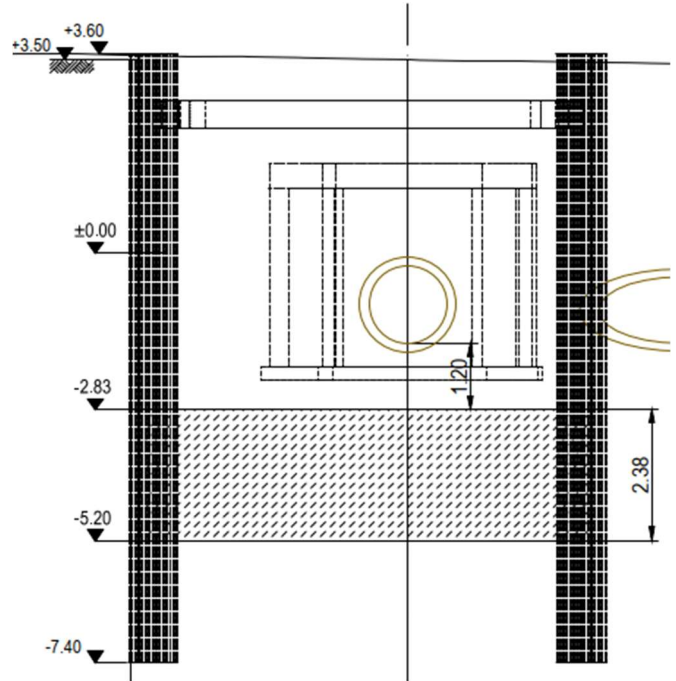
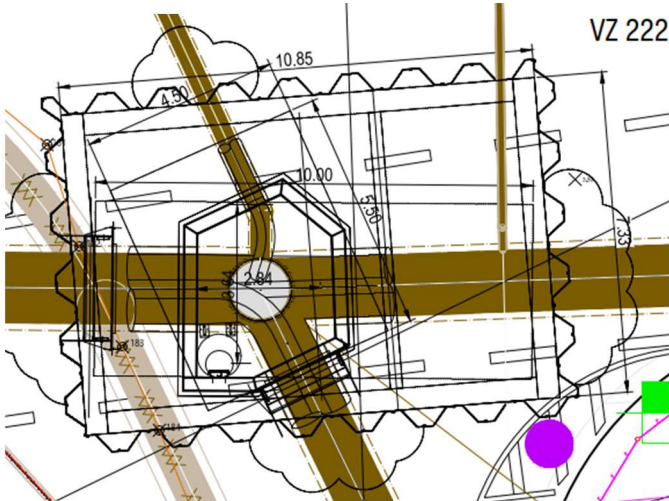
Die Sohle muss an die Spundwand durch eingestellte Stahlträger angeschlossen werden.

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
 Bedingung: $P_{v,k} + G_{v,k} + E_{av,k} \geq B_{v,k}$
 $G_{v,k} = 16.27 \text{ kN/m}$
 $P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$
 $E_{av,k} = 53.09 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 436.27 \text{ kN/m}$)
 $B_{v,k} = 66.37 \text{ kN/m}$
 Summe $V(g+q),k = 2.98 \text{ (Druck) kN/m}$

5 Spundwandbaugrube M4 – Startbaugrube

5.1 Geometrie, Bodenprofil

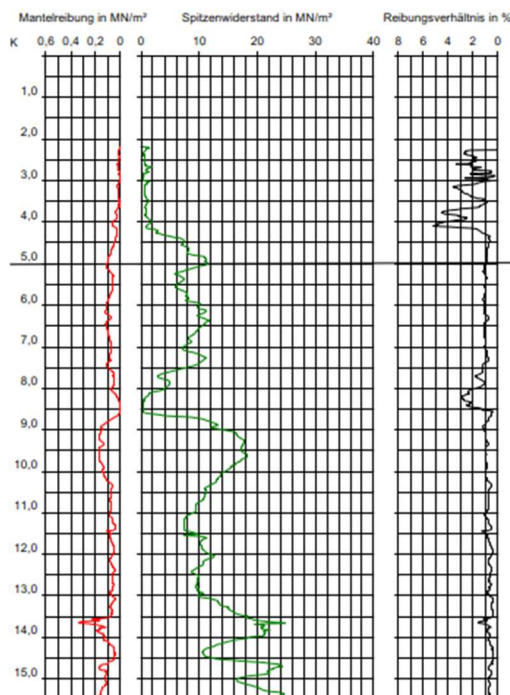
Startbaugrube für
M4-M1 : 290 m DR 1600
M4-M11: 146m DR 1000
M4-M5: 130 m DR 1400
M4-M13: 64 m DN 400



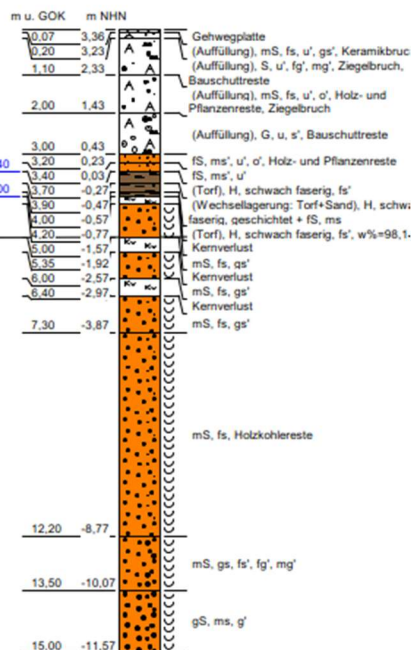
Grundriß: 10,9 x 6,6 m

Tiefe: $D = 3,50 \text{ m} + M = -1,64 \text{ m} \rightarrow 3,5 + 1,64 + 1,1 = 6,2 \text{ m}$

CPT 3
+3,39 m NHN



B 1
+3,43 m NHN



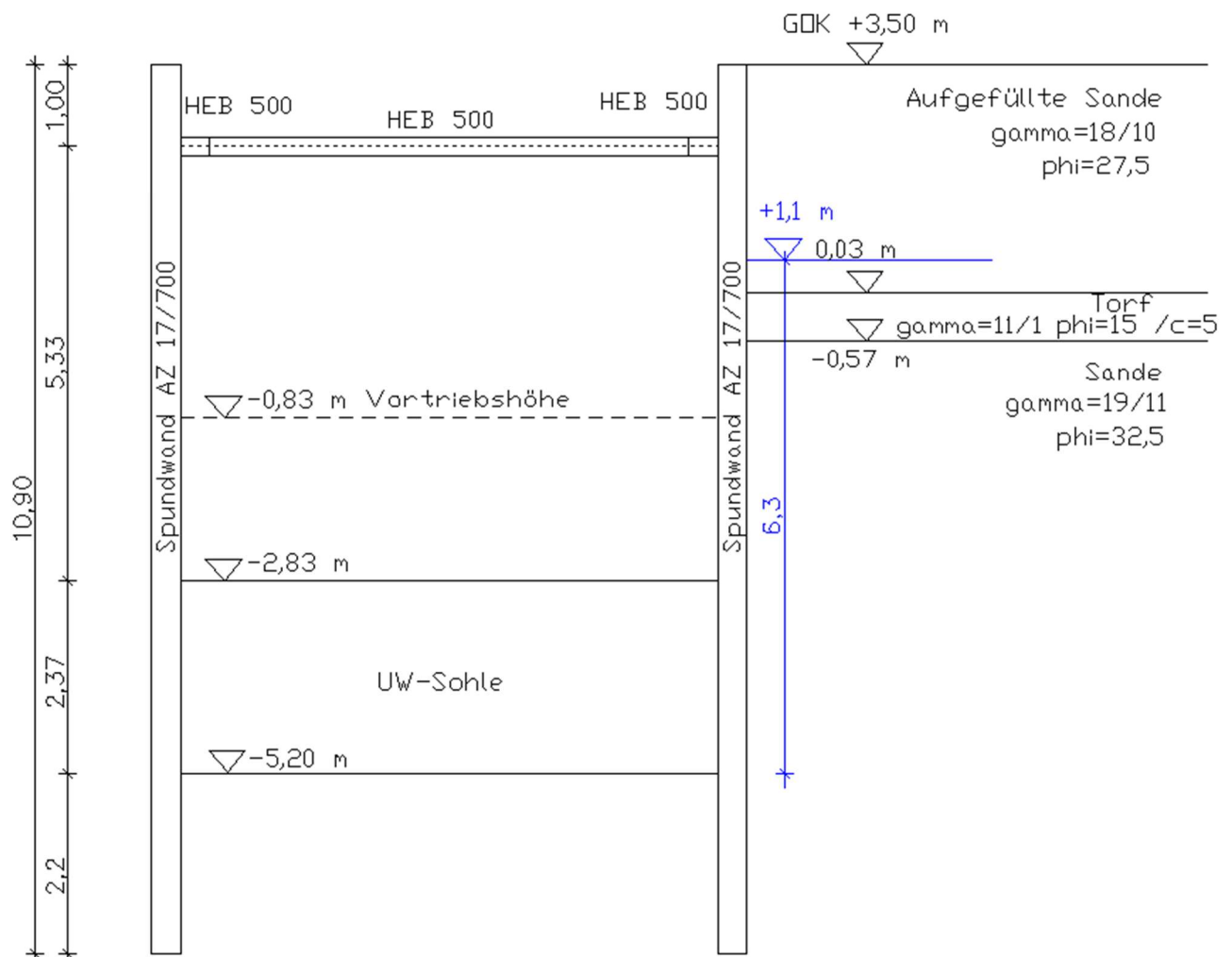
5.2 Bemessung Spundwand

Profil: Spundwand AZ 17-700, S 240 GP, Länge 11 m

Nachbarbebauung: keine

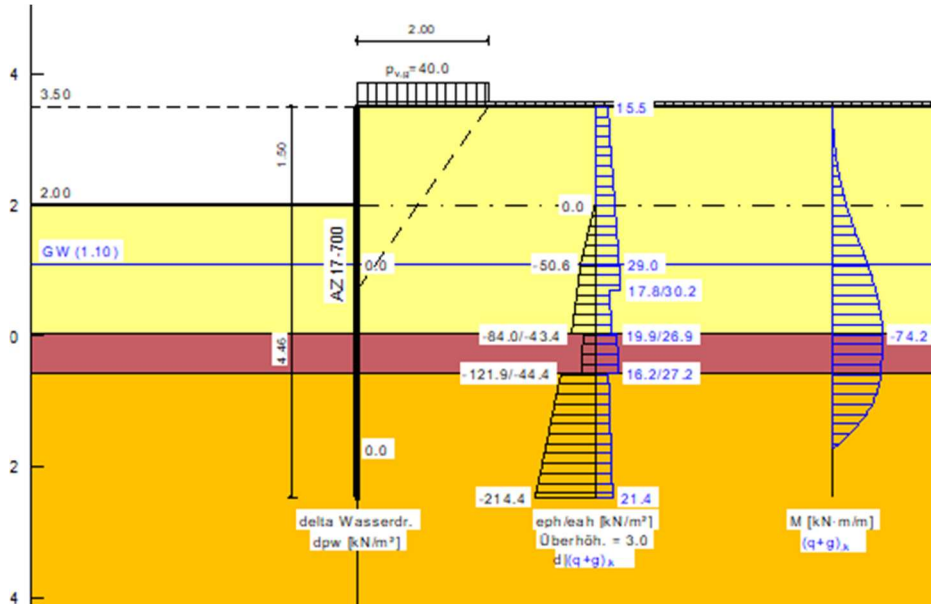
Erddruckansatz: aktiv

Baugrube M4



Bauzustand 1:

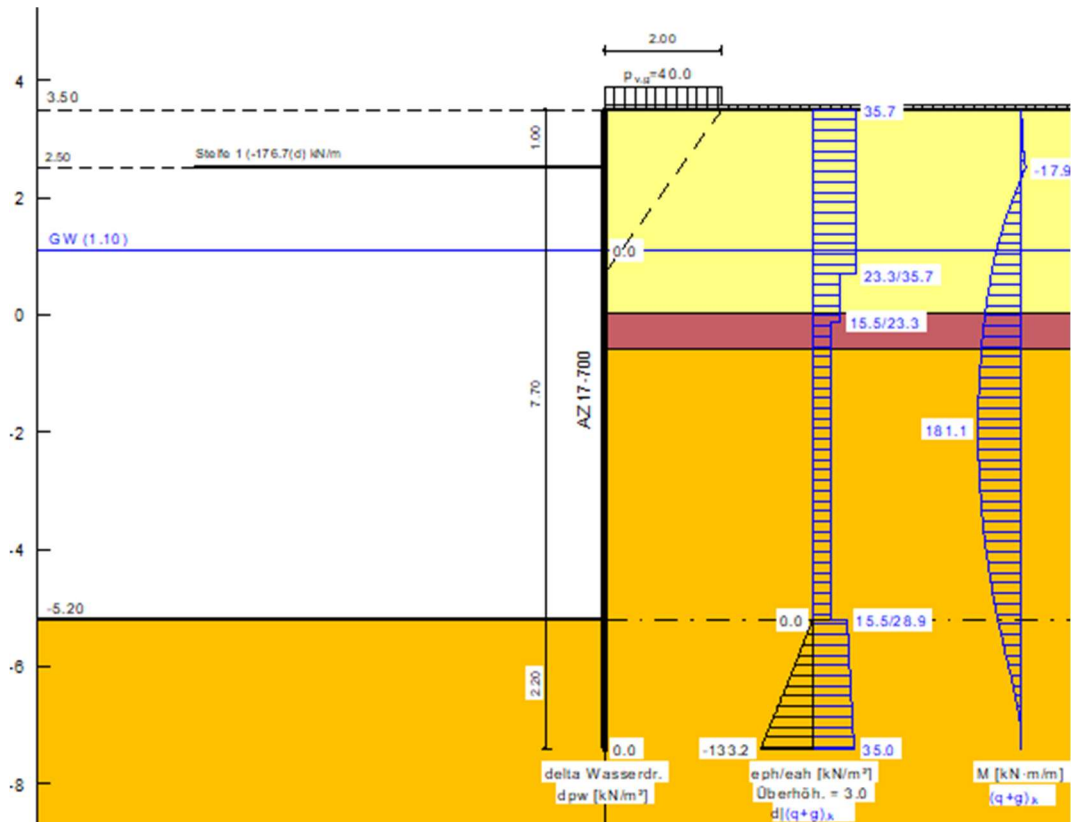
Stahlausnutzung: $\mu = 0,19$



Bauzustand 2:

Stahlausnutzung: $\mu = 0,45$

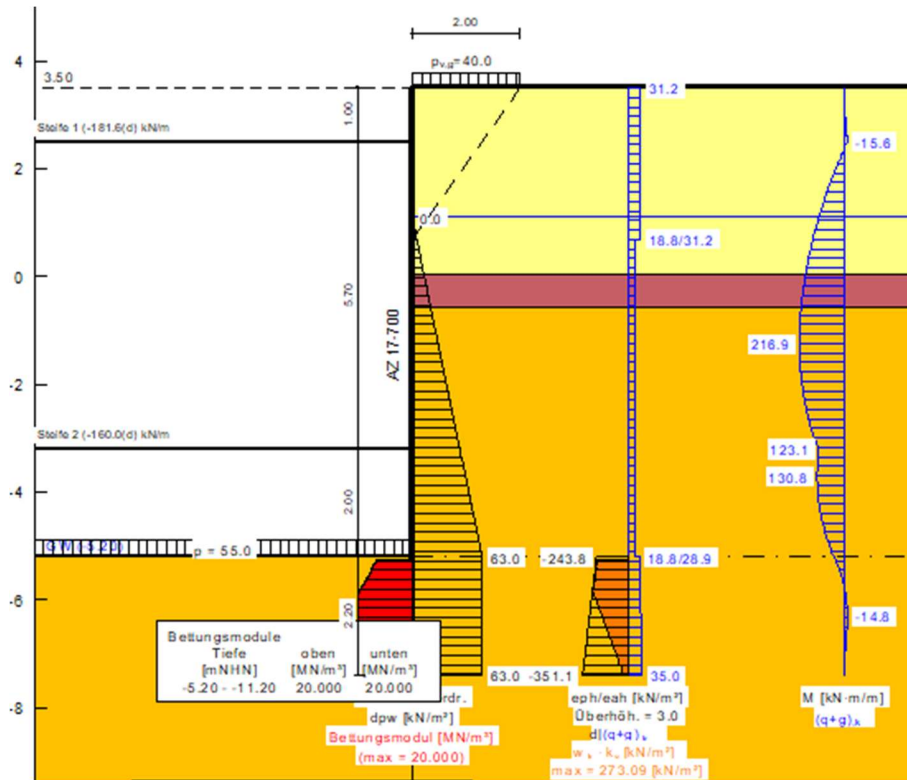
Steifenkraft: $N_d = 177 \text{ kN/m}$



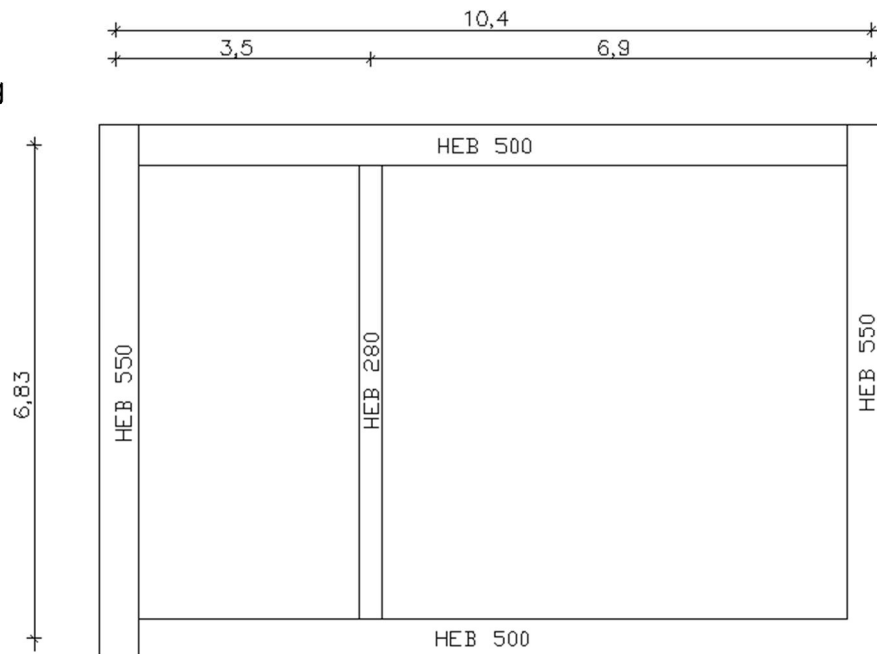
Endzustand:

Stahlausnutzung: $\mu = 0,55$

Steifenkräfte: $N_{d1} = 182 \text{ kN/m}$



5.3 Gurtung



Auflagerkraft: $A_d = 182 \cdot 1,15 = 209 \text{ kN/m}$ (Umrechnung in BS-P, da auch Steifen)

Stirnseite als Einfeldträger mit 6,24 m

Schnittgrößen: $M_{Sd} = 209 \cdot 6,83^2 / 8 = 1219 \text{ kNm}$

$V_{Sd} = 209 \cdot 6,83 / 2 = 714 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 209 \cdot 10,9 / 4 = 570 \text{ kN}$

Gewählt: HEB 550 , S235

Nachweis: $M_{Sd} = 1219 \text{ kNm} < M_{ply,Rd} = 1314 \text{ kNm}$

$V_{Sd} = 714 \text{ kN} < V_{pl,z,Rd} = 1357 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 442 \text{ kN} < N_{pl,Rd} = 0,25 \cdot 5969 = 1492 \text{ kN}$

Längsseite als Zweifeldträger mit 3,5 + 6,9 m ($l_1:l_2 = 1:2$)

Schnittgrößen: $M_{Sd} = 209 \cdot 0,375 \cdot 3,5^2 = 960 \text{ kNm}$

$V_{Sd} = 209 \cdot 1,188 \cdot 3,5 = 869 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 209 \cdot 6,6 / 2 = 690 \text{ kN}$

Gewählt: HEB 500 , S235

Nachweis: $V_{Sd} = 869 \text{ kN} < V_{pl,z,Rd} = 1224 \text{ kN}$

$\rho = (2 \cdot 869 / 1224 - 1)^2 = 0,18$

$M_{Vy,Rd} = (1 - 0,18 \cdot 0,27) \cdot 1131 = 1076 \text{ kNm}$

$M_{Sd} = 960 \text{ kNm} < M_{ply,Rd} = 1076 \text{ kNm}$

$N_{Sd} = 690 \text{ kN} < N_{pl,Rd} = 0,25 \cdot 5438 = 1360 \text{ kN}$

Steife $I = 5,9 \text{ m}$

Schnittgrößen: $N_{Sd} = 209 \cdot 10,9 \cdot 1,25 / 2 = 1424 \text{ kN}$

Gewählt: HEB 280 , S235

Nachweis: $N_{Sd} = 1424 \text{ kN} < N_{bz,Rd} = 1677 \text{ kN}$

5.4 Auftriebsnachweis:

$A_d = 1,05 \cdot 4,93 \cdot 10 \cdot 11,2 \cdot 7,7 = 4464 \text{ kN}$

$\leq G (\text{UWS}) + E_{av,k} = 0,95 \cdot 23 \cdot 11,2 \cdot 7,7 + 0,95 \cdot 80 \cdot 2 \cdot (11,2 + 7,7) = 1884 + 2873 = 4757 \text{ kN}$

Die Sohle muss an die Spundwand durch eingestellte Stahlträger angeschlossen werden.

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

Bedingung: $P_{v,k} + G_{v,k} + E_{av,k} \geq B_{v,k}$

$G_{v,k} = 9.17 \text{ kN/m}$

$P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

$E_{av,k} = 79.75 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 222.59 \text{ kN/m}$)

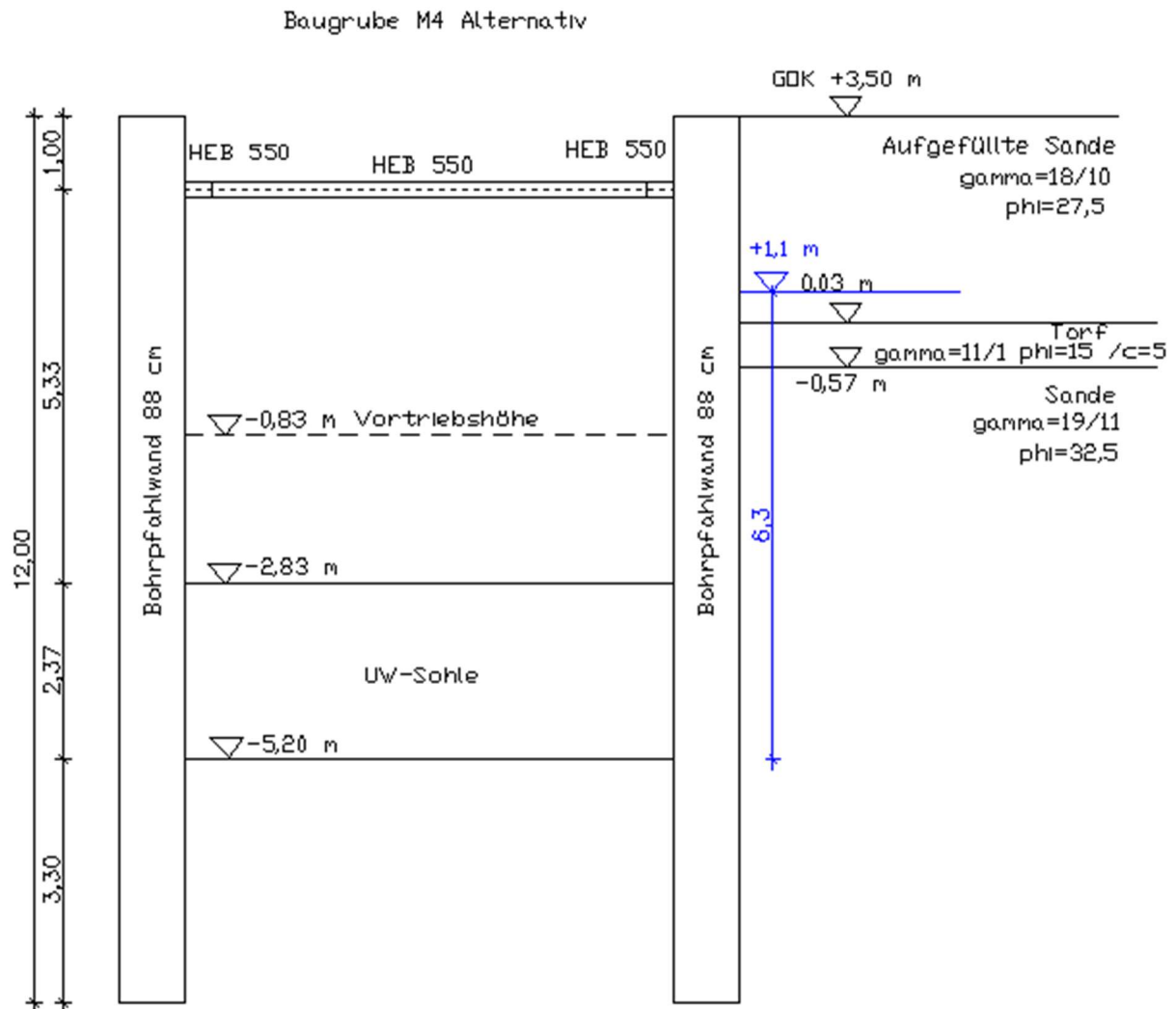
$B_{v,k} = 45.86 \text{ kN/m}$

Summe $V(g+q),k = 43.07 \text{ (Druck) kN/m}$

5.5 Bemessung Alternative Bohrpfahlwand

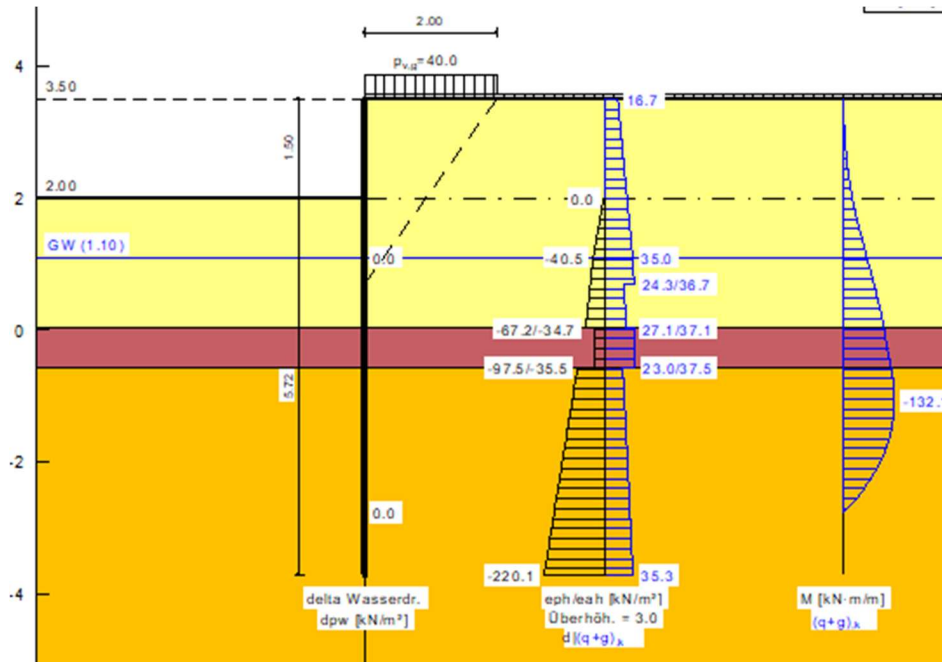
Profil: Wand aus 88 cm Bohrpfählen mit einem Abstand der bewehrten Pfähle von 1,5 m, Länge 12 m, C 30 /37

Erddruckansatz: erhöht aktiv 50 %, aufgrund der geringen Verformung



Bauzustand 1:

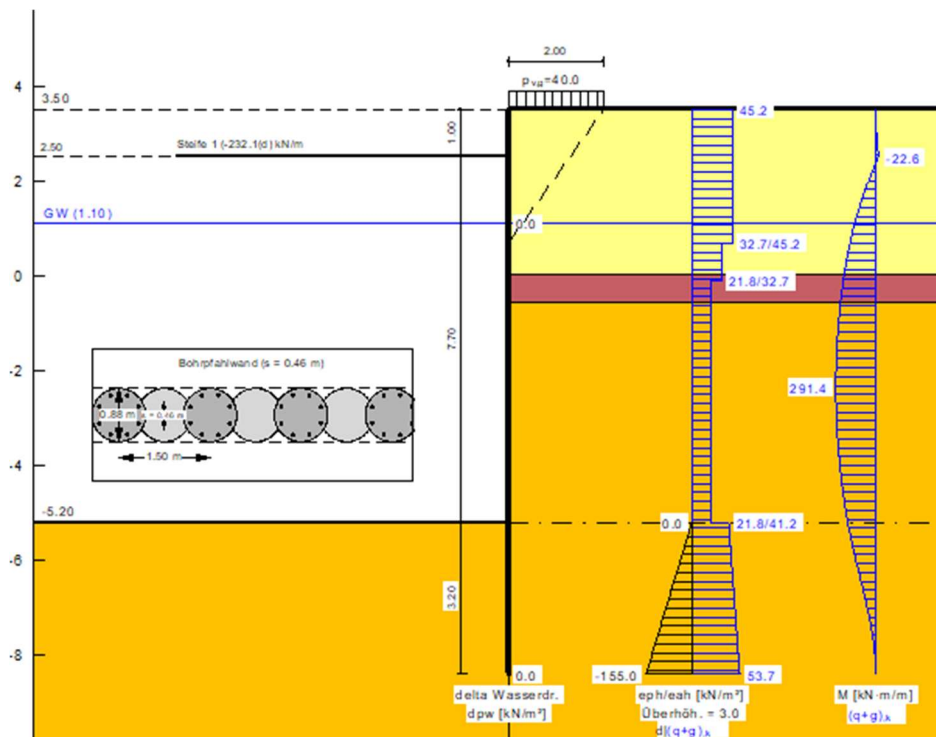
Erforderliche Bewehrung: 25 cm^2



Bauzustand 2:

Erforderliche Bewehrung: 30 cm²

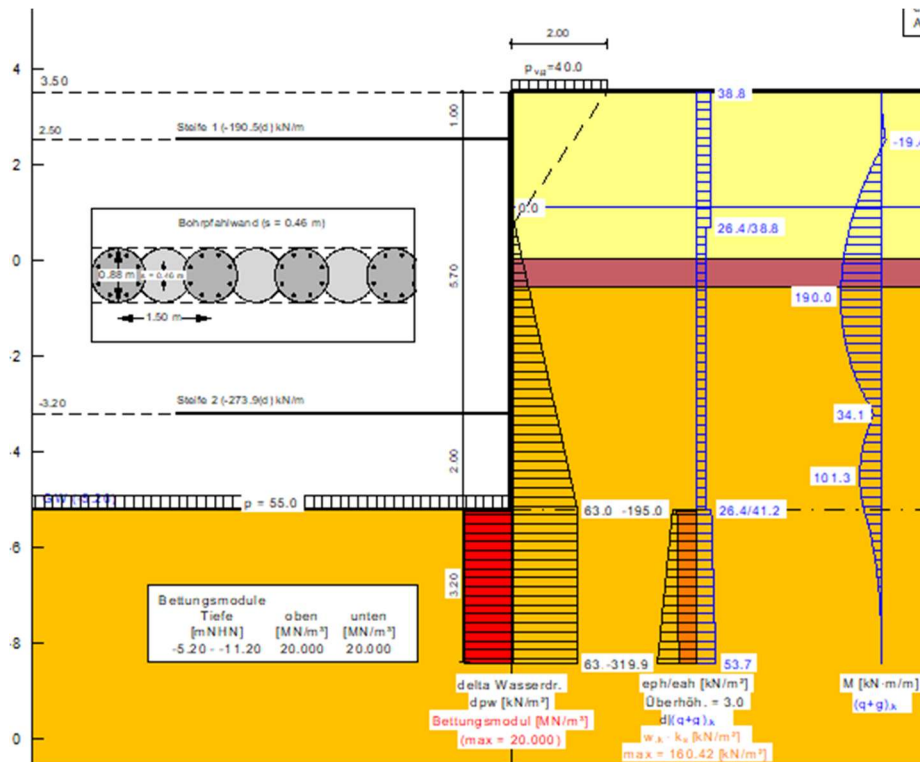
Steifenkraft: $N_d = 232 \text{ kN/m}$



Endzustand:

Erforderliche Bewehrung: 25 cm²

Steifenkräfte: $N_{d1} = 190 \text{ kN/m}$



Stirnseite als Einfeldträger mit 6,83 m

Schnittgrößen: $M_{Sd} = 267 \cdot 6,83^2 / 8 = 1557 \text{ kNm}$

$$V_{Sd} = 267 \cdot 6,83 / 2 = 912 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 267 \cdot 10,9 / 4 = 570 \text{ kN}$$

Gewählt: HEB 650 , S235

Nachweis: $M_{Sd} = 1557 \text{ kNm} < M_{ply,Rd} = 1720 \text{ kNm}$

$$V_{Sd} = 912 \text{ kN} < V_{pl,z,Rd} = 1651 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 570 \text{ kN} < N_{pl,Rd} = 0,25 \cdot 6721 = 1680 \text{ kN}$$

Längsseite als Zweifeldträger mit 3,5 + 6,9 m ($l_1:l_2 = 1:2$)

Schnittgrößen: $M_{Sd} = 267 \cdot 0,375 \cdot 3,5^2 = 1227 \text{ kNm}$

$$V_{Sd} = 267 \cdot 1,188 \cdot 3,5 = 1110 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 267 \cdot 6,6 / 2 = 881 \text{ kN}$$

Gewählt: HEB 550 , S235

Nachweis: $V_{Sd} = 1110 \text{ kN} < V_{pl,z,Rd} = 1357 \text{ kN}$

$$\rho = (2 \cdot 1110 / 1357 - 1)^2 = 0,4$$

$$M_{Vy,Rd} = (1 - 0,4 \cdot 0,28) \cdot 1314 = 1165 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 1227 \text{ kNm} < M_{ply,Rd} = 1165 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = 881 \text{ kN} < N_{pl,Rd} = 0,25 \cdot 5969 = 1492 \text{ kN}$$

Steife $l = 5,5 \text{ m}$

Schnittgrößen: $N_{Sd} = 267 \cdot 10,9 \cdot 1,25 / 2 = 1819 \text{ kN}$

Gewählt: HEB 320 , S235

Nachweis: $N_{Sd} = 1819 \text{ kN} < N_{bz,Rd} = 2185 \text{ kN}$

5.7 Auftriebsnachweis:

$$A_d = 1,05 \cdot 4,93 \cdot 10 \cdot 11,2 \cdot 7,3 = 4232 \text{ kN}$$

$$\leq G (\text{UWS}) + E_{av,k} = 0,95 \cdot 23 \cdot 11,2 \cdot 7,3 + 0,95 \cdot 80 \cdot 2 \cdot (11,2 + 7,3) = 1786 + 2812 = 4598 \text{ kN}$$

Verankerung mit GEWI 50 $R_d = 854 \text{ kN}$

Anzahl der Anker: $A_d - G (\text{UWS}) / R_d = (4232 - 0,95 \cdot 23 \cdot 11,2 \cdot 7,3) / 854 = 2,86$

Gewählt 4

5.8 Vortriebe

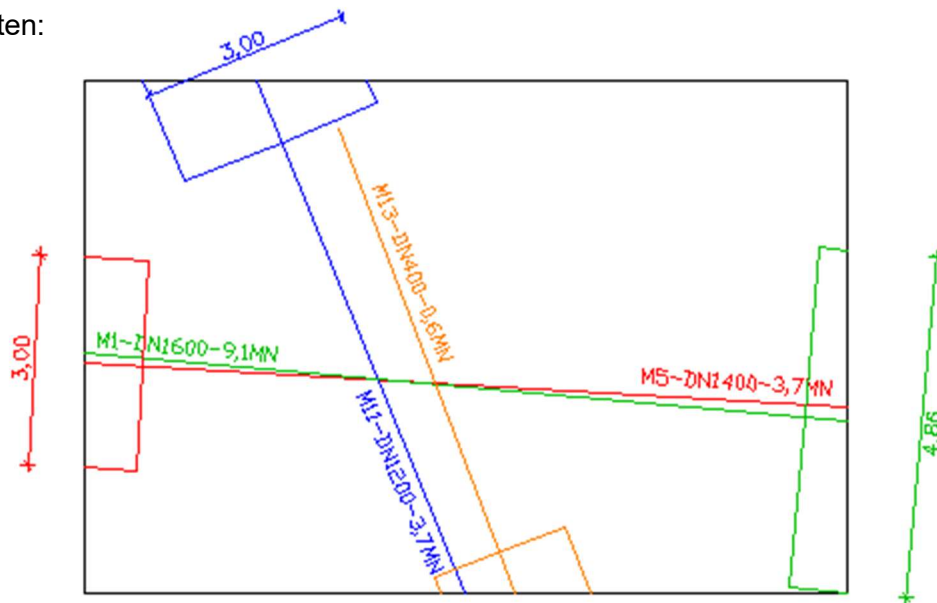
Abschätzung der Vortriebskräfte und maximal mögliche Widerlagerkräfte max V:

Vortrieb von M4							
Typ	zu	DA	Länge	Reibung	Vortriebskraft	Widerlagerbreite	max V
		m	m	kN/m ²	MN	m	MN
Start	M1	2	290	5	9,1	4,9	6,4
Start	M5	1,8	130	5	3,7	3	4,5
Start	M11	1,6	146	5	3,7	3	4,5
Start	M13	0,6	64	5	0,6	2	3,5

Durch Drehen der Baugrube kann man das Widerlager auf 6,6 m vergrößern und erreicht ein max V von ca. 8,5 MN.

Durch Zwischendehner kann die Vortriebskraft noch reduziert werden.

Widerlagerbreiten:



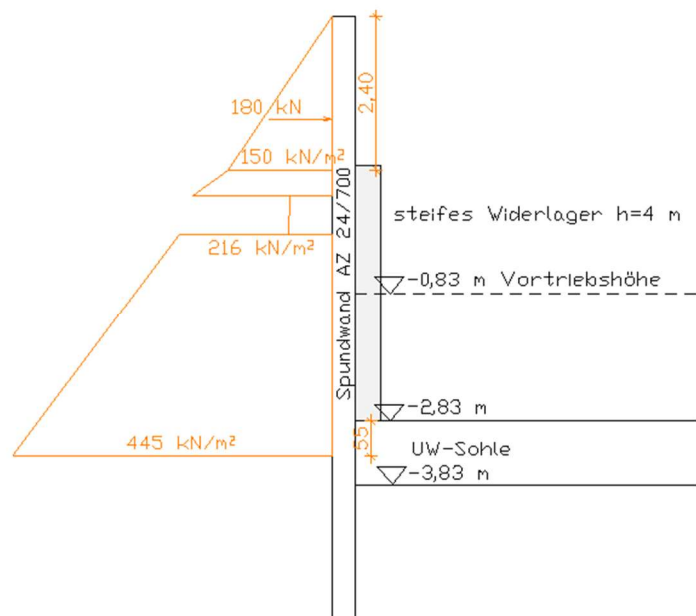
Beanspruchung Verbau

Maßgebend Vortrieb zu M11:

$$\max M_{sd} = 1,2 \cdot 180 \cdot 2,4/3 = 173 \text{ kNm}$$

$$< M_{c,Rd} = 339,6 \text{ kNm Spundwand}$$

$$< M_{c,Rd} = 291 \text{ kNm Bohrpfehlwand}$$

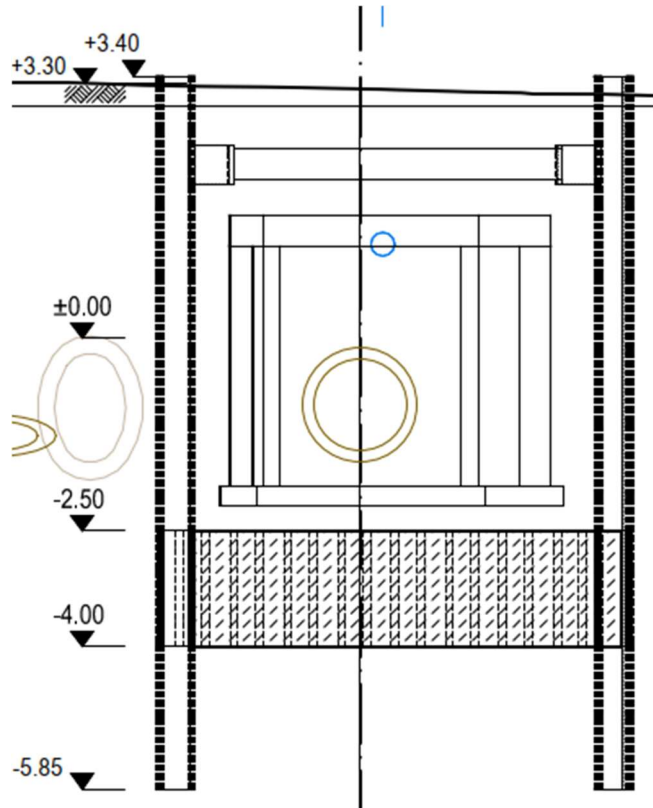
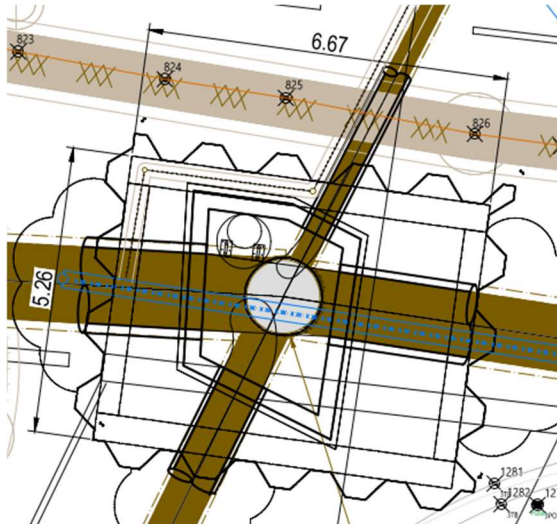


Schacht M4 zu M13																
b =			2 m													
h Vortrieb =			4,33 m													
h	dh	y	h*y	phi	c	kph	kpch	h*y*kph	b+0,6*h*tan(phi)	eph	b+0,3*h*(1+1,5*tan(phi))	epch	epg	Ep	M	
2,4	2,4	18	43,2	27,5		2,1		90,7	2,75	249			249	299	1048	
3,47	1,07	10	53,9	27,5		2,1		113,2	3,08	349			349	320	684	
3,47	0	1	53,9	15	5	0,98	1,5	52,8	2,56	135	3,46	26	161	0	0	
4,07	0,6	1	54,5	15	5	0,98	1,5	53,4	2,65	142	3,71	28	170	99	132	
4,07	0	11	54,5	32,5		3		163,5	3,56	581			581	0	0	
7,12	3,05	11	88,05	32,5		3		264,2	4,72	1247			1247	2789	-1897	
														3507	-33	
halber räumlicher passiver Erddruck:						3,51	MN									

6 Spundwandbaugrube M5 – Start und Zielbaugrube

6.1 Geometrie, Bodenprofil

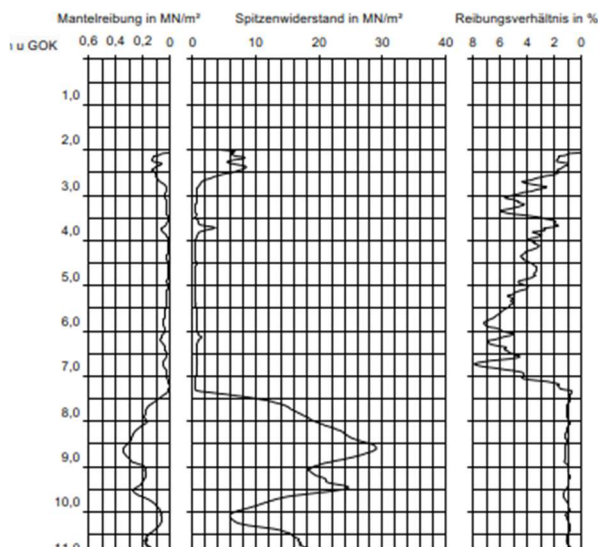
Zielbaugrube für
M4-M5: 130 m DR 1400
M12-M5: 70 m DR 800
M6-M5 : 119 m DR 1200
Startbaugrube für
M5-M17: 75 m DN 400



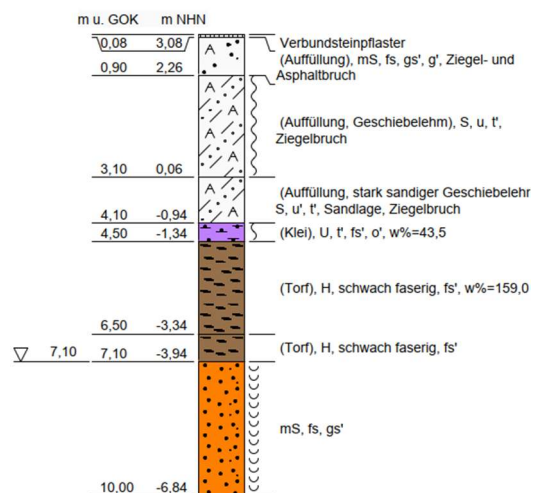
Grundriß: 6,7 x 5,3 m

Tiefe: $D = 3,25 \text{ m} + M = -1,5 \text{ m} \rightarrow 3,25 + 1,5 + 1,0 = 5,75 \text{ m}$

CPT 4
+3,12 m NHN



KRB 8
+3,16 m NHN



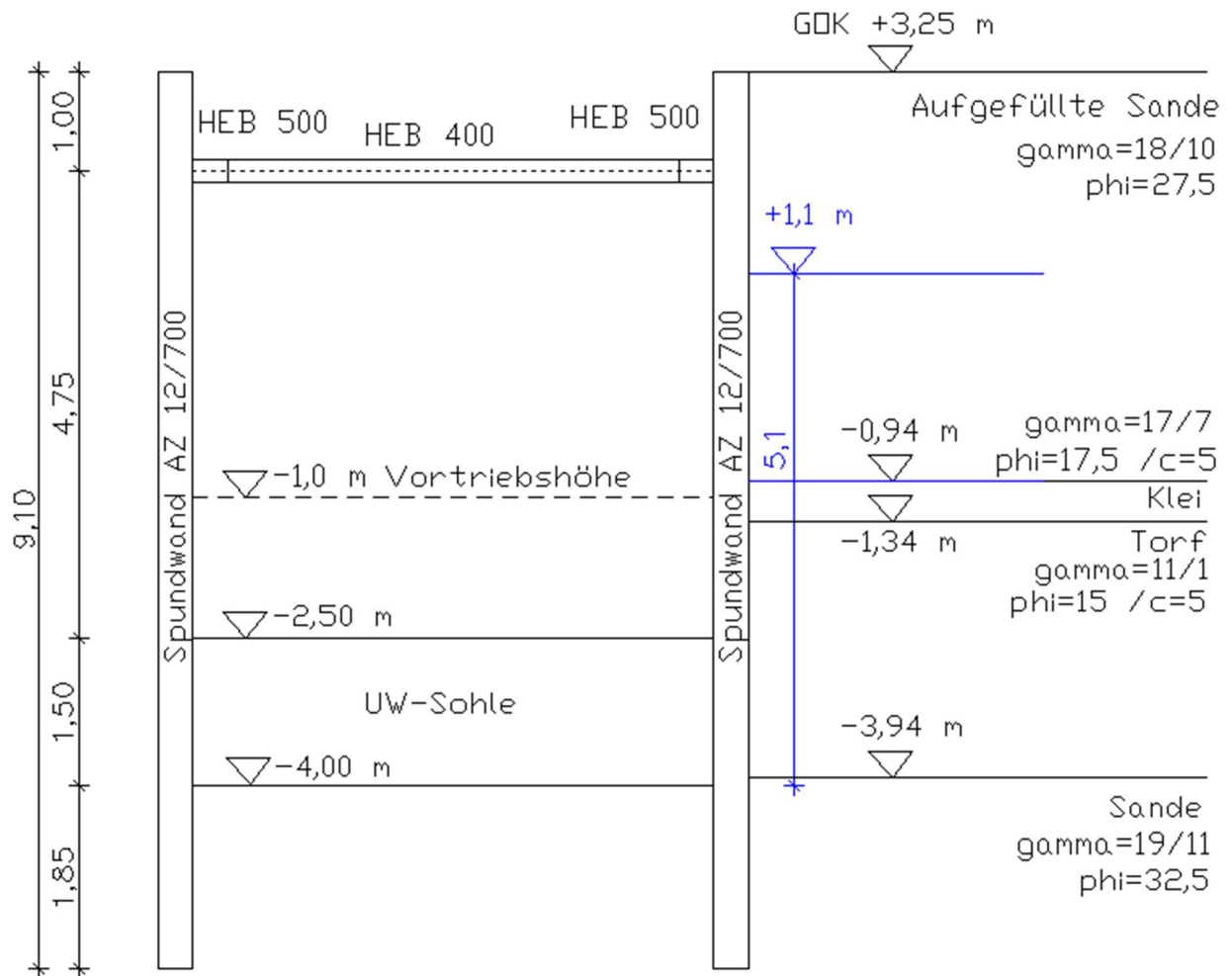
6.2 Bemessung Spundwand

Profil: Spundwand AZ 12-700, S 240 GP, Länge 9,2 m

Nachbarbebauung: keine

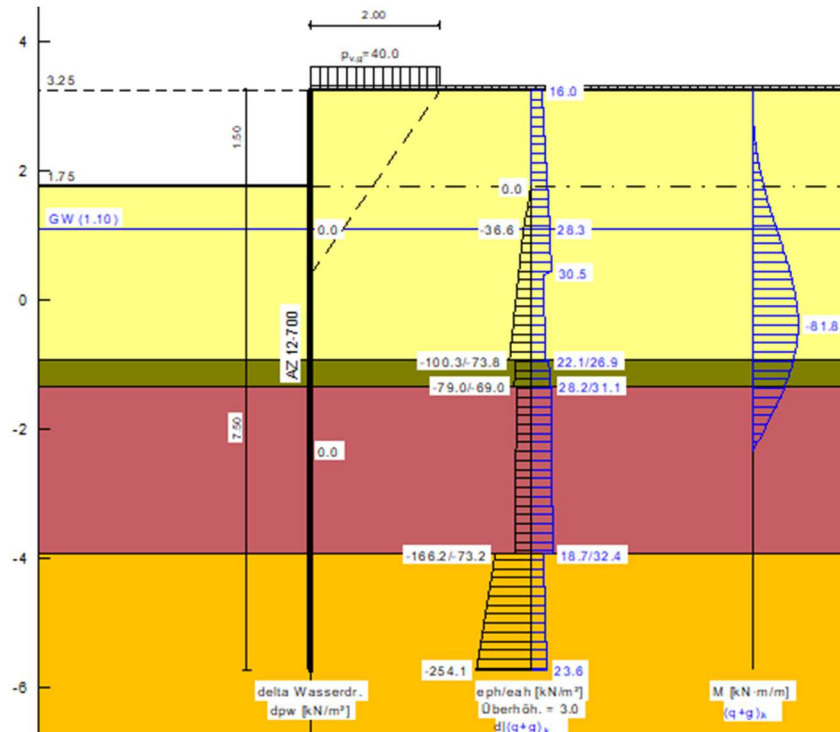
Erddruckansatz: aktiv

Baugrube M5



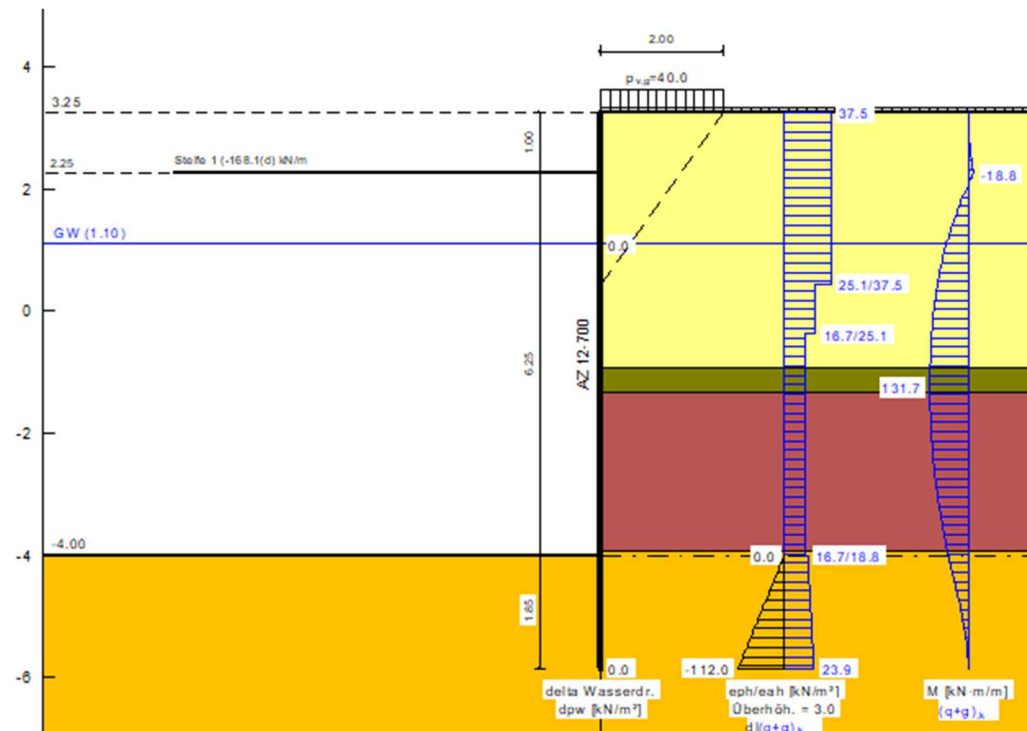
Bauzustand 1:

Stahlausnutzung: $\mu = 0,29$



Bauzustand 2:

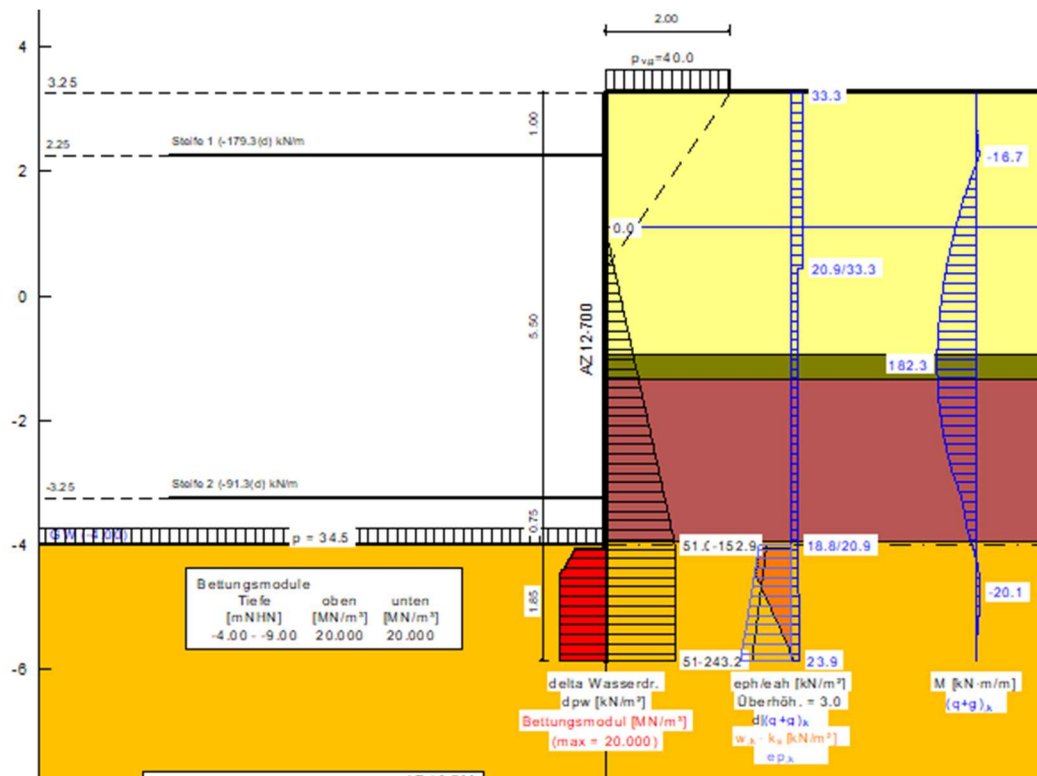
Stahlausnutzung: $\mu = 0,47$

Steifenkraft: $N_d = 168 \text{ kN/m}$ 

Endzustand:

Stahlausnutzung: $\mu = 0,65$

Steifenkräfte: $N_{d1} = 180 \text{ kN/m}$



6.3 Gurtung

Auflagerkraft: $A_d = 180 \cdot 1,15 = 207 \text{ kN/m}$ (Umrechnung in BS-P, da auch Steifen)

Lange Seite mit $l = 6,3 \text{ m}$

Schnittgrößen: $M_{Sd} = 207 \cdot 6,3^2 / 8 = 1027 \text{ kNm}$

$V_{Sd} = 207 \cdot 6,3 / 2 = 652 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 207 \cdot 6,7 / 2 = 693 \text{ kN}$

Gewählt: HEB 500 , S235

Nachweis: $M_{Sd} = 1027 \text{ kNm} < M_{ply,Rd} = 1131 \text{ kNm}$

$V_{Sd} = 652 \text{ kN} < V_{pl,z,Rd} = 1224 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 693 \text{ kN} < N_{pl,Rd} = 0,25 \cdot 5617 = 1404 \text{ kN}$

Kurze Seite mit $l = 4,9 \text{ m}$

Schnittgrößen: $M_{Sd} = 207 \cdot 4,9^2 / 8 = 621 \text{ kNm}$

$$V_{Sd} = 207 \cdot 4,9 / 2 = 507 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 207 \cdot 5,3 / 2 = 549 \text{ kN}$$

Gewählt: HEB 400 , S235

Nachweis: $M_{Sd} = 621 \text{ kNm} < M_{ply,Rd} = 759 \text{ kNm}$

$$V_{Sd} = 507 \text{ kN} < V_{pl,z,Rd} = 952 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 549 \text{ kN} < N_{pl,Rd} = 0,25 \cdot 4653 = 1163 \text{ kN}$$

6.4 Auftriebsnachweis:

$$A_d = 1,05 \cdot 5,1 \cdot 10 \cdot 7 \cdot 5,6 = 2100 \text{ kN}$$

$$\leq G (\text{UWS}) + E_{av,k} = 0,95 \cdot 1,5 \cdot 23 \cdot 7 \cdot 5,6 + 0,95 \cdot 63 \cdot 2 \cdot (7+5,6) = 1284 + 1484 = 2768 \text{ kN}$$

Die Sohle muss an die Spundwand durch eingestellte Stahlträger angeschlossen werden.

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

Bedingung: $P_{v,k} + G_{v,k} + E_{av,k} \geq B_{v,k}$

$G_{v,k} = 8.79 \text{ kN/m}$

$P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

$E_{av,k} = 63.43 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 225.89 \text{ kN/m}$)

$B_{v,k} = 66.02 \text{ kN/m}$

Summe $V(g+q)_k = 6.19 \text{ (Druck) kN/m}$

6.5 Vortrieb

Abschätzung der Vortriebskräfte und maximal mögliche Widerlagerkräfte max V:

Vortrieb von M5							
		m	m	kN/m ²	MN	m	MN
Typ	zu	DA	Länge	Reibung	Vortriebskraft	Widerlagerbreite	max V
Start	M17	0,6	75	5	0,7	2	2,1

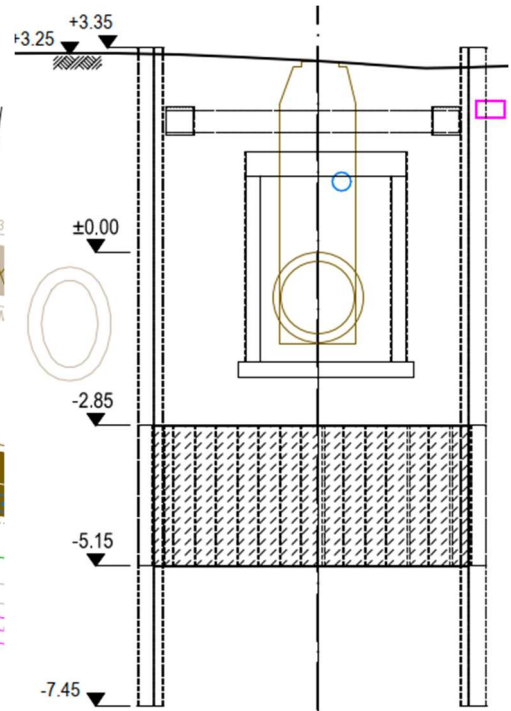
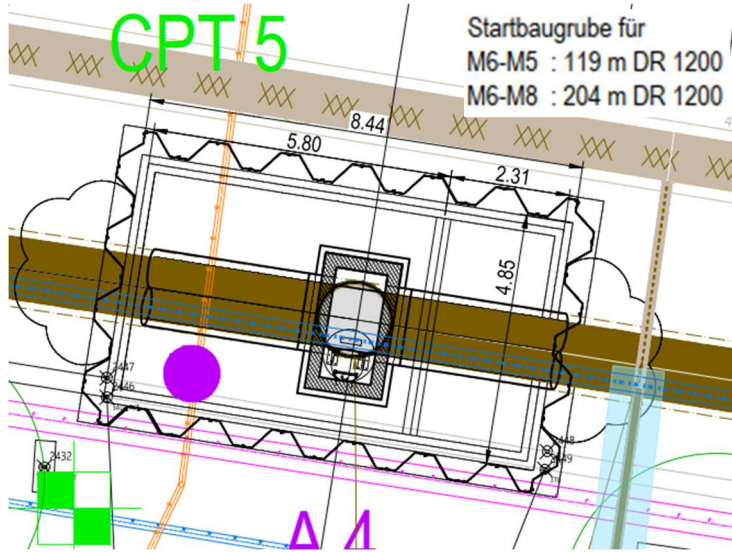
Erddruckermittlung für den max. Erdwiderstand als halber räumlicher passiver Erddruck

Schacht M5 zu M17															
b =			2 m												
h Vortrieb =			4,25 m												
h	dh	y	h*y	phi	c	kph	kpch	h*y*kph	b+0,6*h*tan(phi)	eph	b+0,3*h*(1+1,5*tan(phi))	epch	epg	Ep	M
2,15	2,15	18	38,7	27,5		2,1		81,3	2,67	217			217	233	856
4,19	4,19	10	80,6	27,5		2,1		169,3	3,31	560			560	1628	890
4,19	0	7	80,6	17,5	5	1,125	1,6	90,7	2,79	253	3,85	31	284	0	0
4,59	0,4	7	83,4	17,5	5	1,125	1,6	93,8	2,87	269	4,03	32	301	117	83
4,59	0	1	83,4	15	5	0,98	1,5	81,7	2,74	224	3,93	29	253	0	0
7,19	2,6	1	86	15	5	0,98	1,5	84,3	3,16	266	5,02	38	304	724	-600
7,19	0	11	86	32,5		3		258,0	4,75	1225			1225	0	0
7,59	0,4	11	90,4	32,5		3		271,2	4,90	1329			1329	511	-1171
														3213	57
halber räumlicher passiver Erddruck:						3,21	MN								

Die Vortriebskräfte sind gering. Konstruktiv Widerlager 3 x 3 m gewählt.

7 Spundwandbaugrube M6 – Startbaugrube

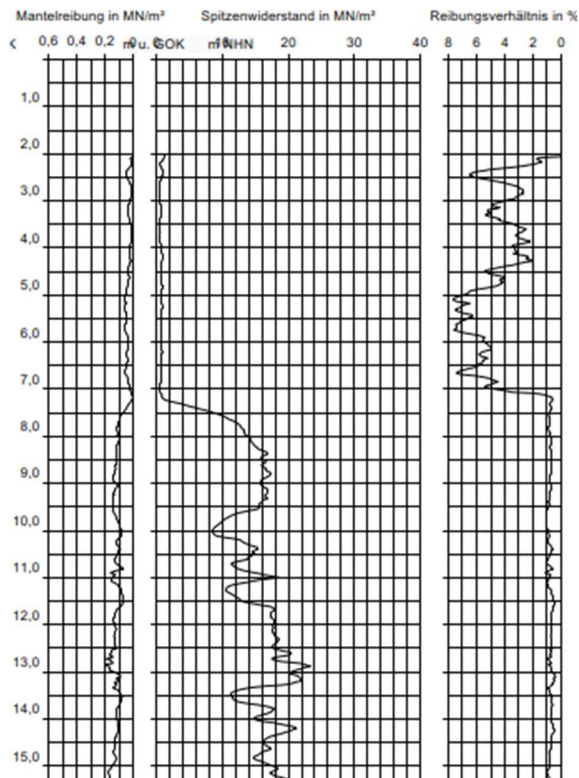
7.1 Geometrie, Bodenprofil



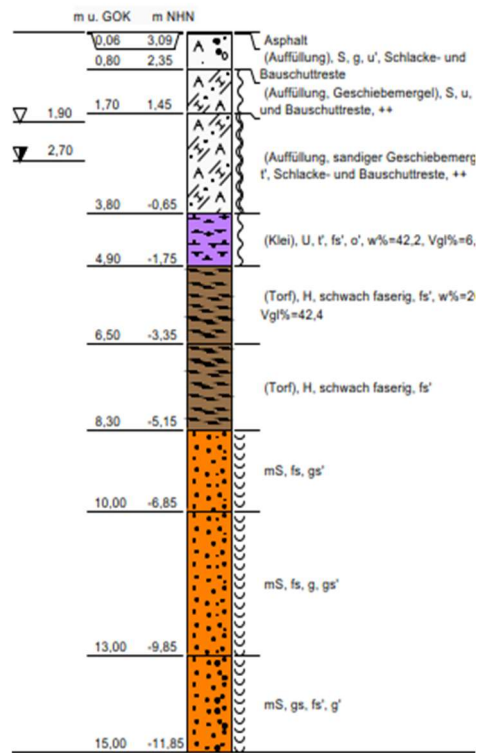
Grundriß: 8,5 x 4,9 m

Tiefe: D = 3,14 m + M = -1,35 m → 3,14+1,35+1,5 = 6,0 m

CPT 5
+3,12 m NHN



KRB 10
+3,15 m NHN

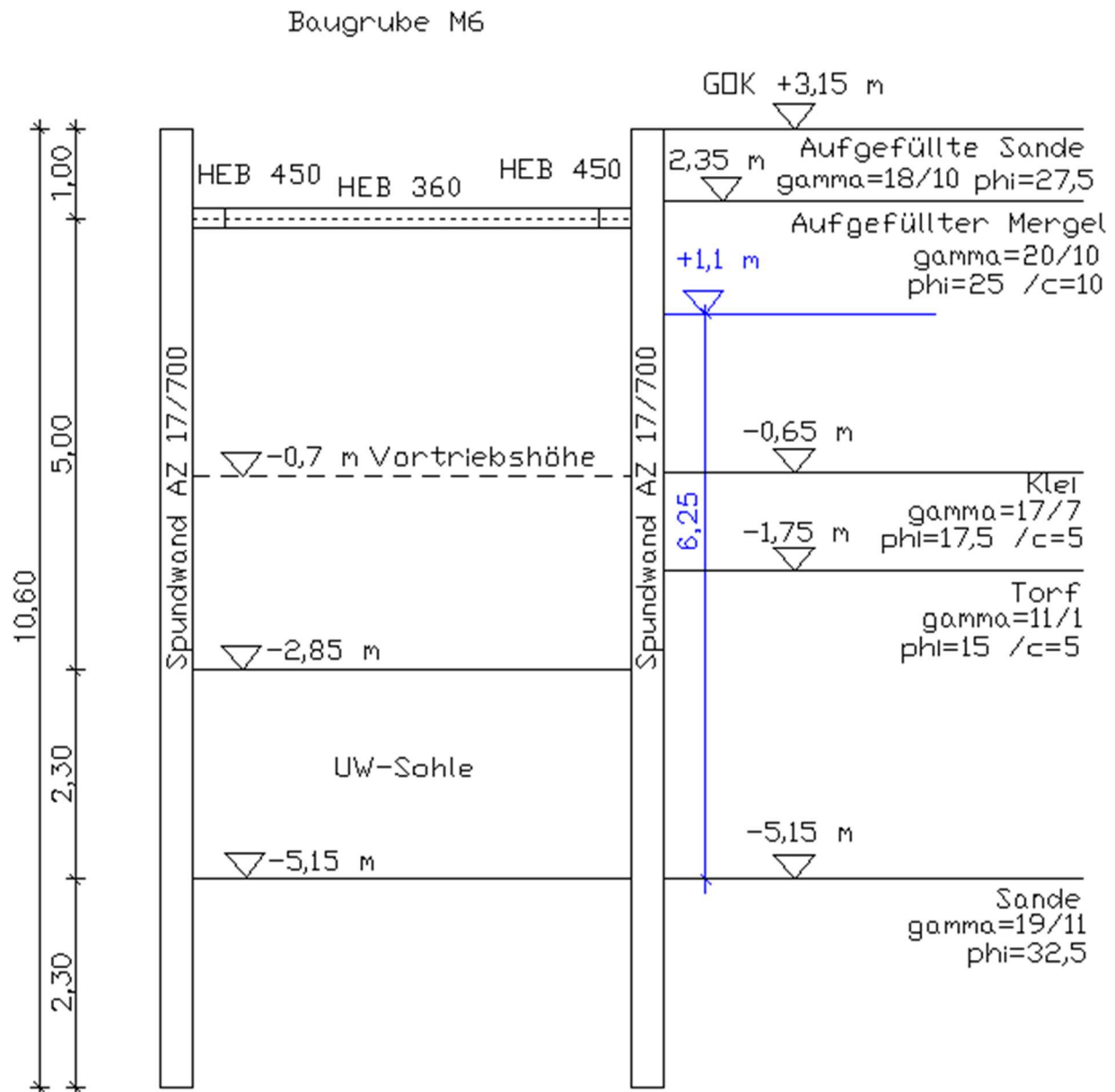


6.2 Bemessung Spundwand

Profil: Spundwand AZ 17-700, S 240 GP, Länge 10,7 m

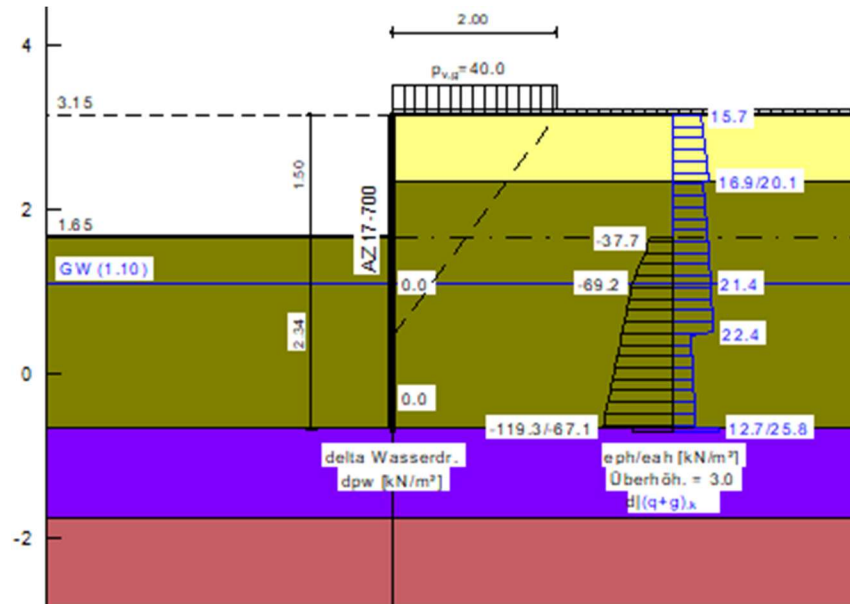
Nachbarbebauung: keine

Erddruckansatz: aktiv



Bauzustand 1:

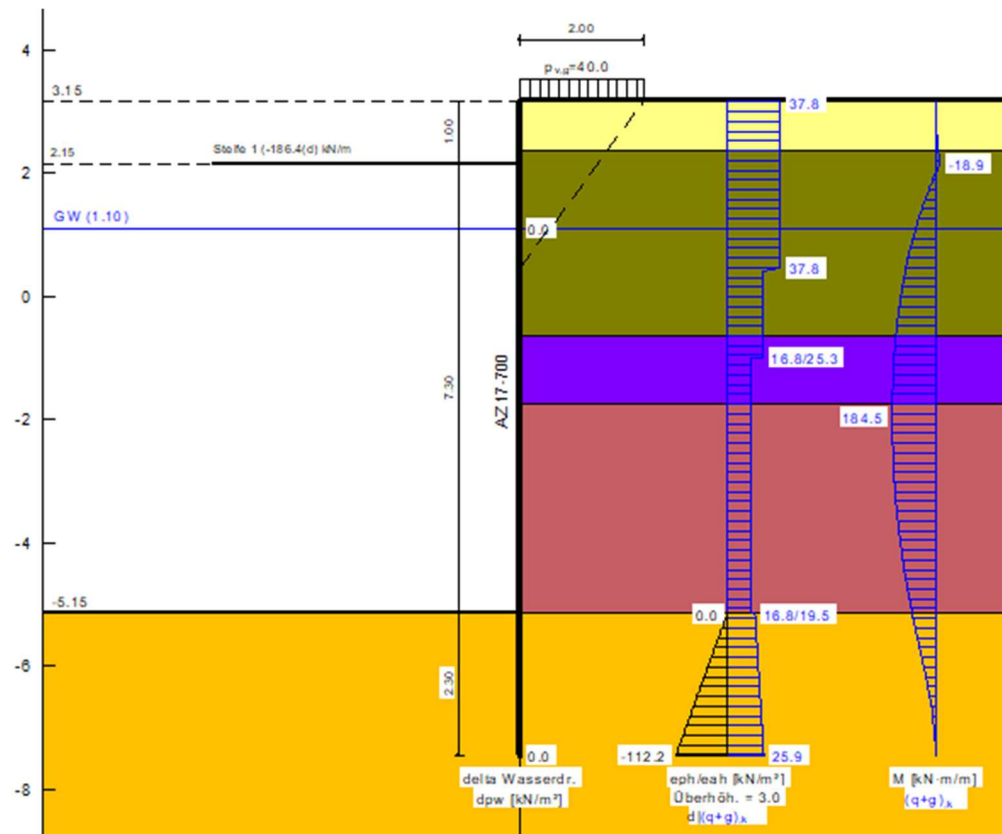
Stahlausnutzung: $\mu = 0,1$



Bauzustand 2:

Stahlausnutzung: $\mu = 0,46$

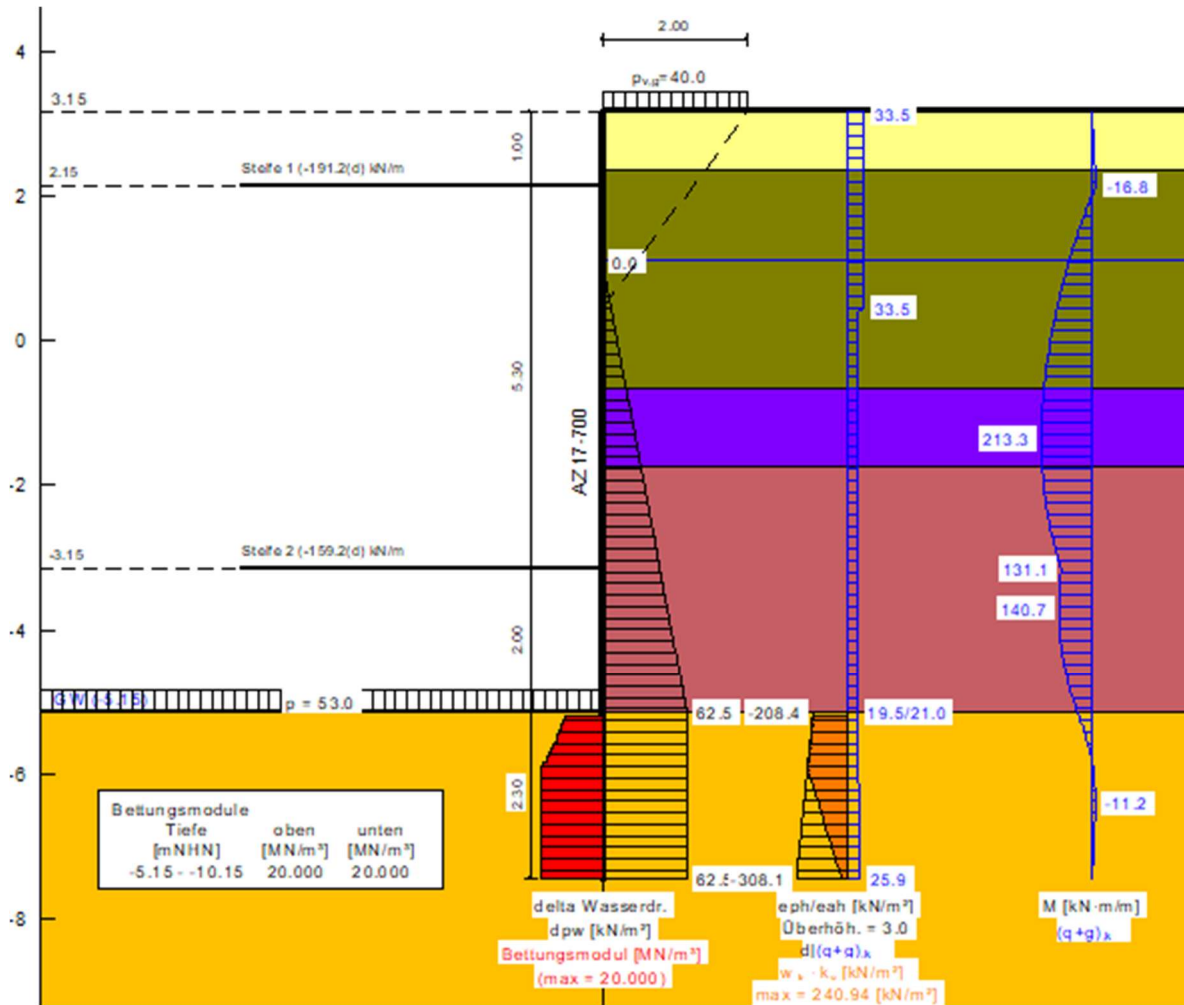
Steifenkraft: $N_d = 187 \text{ kN/m}$



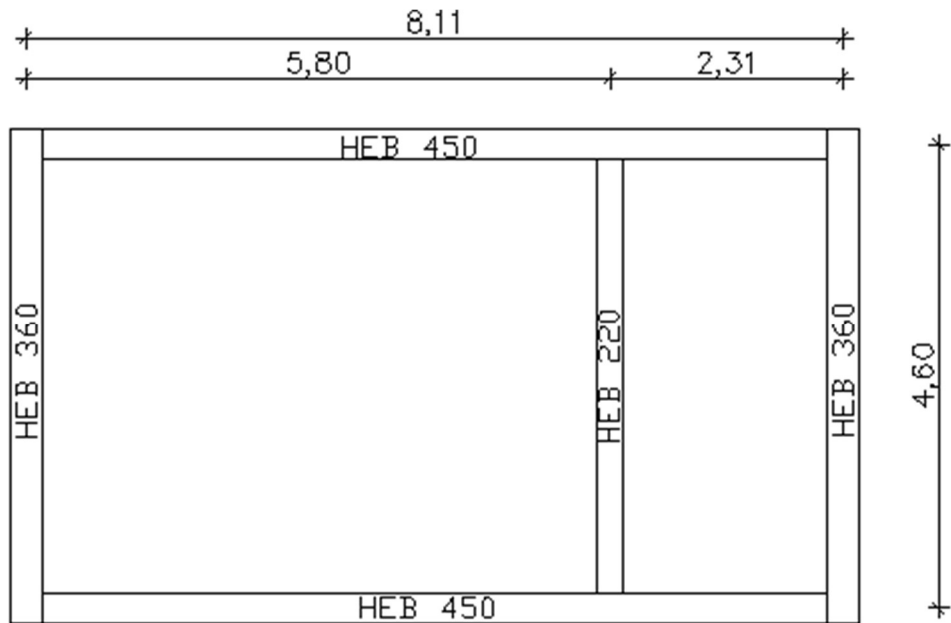
Endzustand:

Stahlausnutzung: $\mu = 0,62$

Steifenkräfte: $N_{d1} = 191 \text{ kN/m}$



7.2 Gurtung



Auflagerkraft: $A_d = 191 \cdot 1,15 = 220 \text{ kN/m}$ (Umrechnung in BS-P, da auch Steifen)

Kurze Seite als Einfeldträger mit $l = 4,6 \text{ m}$

Schnittgrößen: $M_{Sd} = 220 \cdot 4,6^2 / 8 = 569 \text{ kNm}$

$V_{Sd} = 220 \cdot 4,6 / 2 = 495 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 220 \cdot 8,5 / 2 = 935 \text{ kN}$

Gewählt: HEB 360 , S235

Nachweis: $M_{Sd} = 569 \text{ kNm} < M_{ply,Rd} = 630 \text{ kNm}$

$V_{Sd} = 495 \text{ kN} < V_{pl,z,Rd} = 827 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 935 \text{ kN} < N_{pl,Rd} = 0,25 \cdot 4250 = 1062 \text{ kN}$

Längsseite als Zweifeldträger mit $2,3 + 5,8 \text{ m}$ ($l_1:l_2 = 1:2,5$)

Schnittgrößen: $M_{Sd} = 220 \cdot 0,594 \cdot 2,3^2 = 691 \text{ kNm}$

$V_{Sd} = 220 \cdot 1,488 \cdot 2,3 = 753 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 220 \cdot 4,9 / 2 = 539 \text{ kN}$

Gewählt: HEB 450 , S235

Nachweis: $V_{Sd} = 753 \text{ kN} < V_{pl,z,Rd} = 1081 \text{ kN}$

$\rho = (2 \cdot 753 / 1081 - 1)^2 = 0,16$

$M_{Vy,Rd} = (1 - 0,16 \cdot 0,26) \cdot 935 = 896 \text{ kNm}$

$M_{Sd} = 691 \text{ kNm} < M_{ply,Rd} = 896 \text{ kNm}$

$N_{Sd} = 539 \text{ kN} < N_{pl,Rd} = 0,25 \cdot 5258 = 1314 \text{ kN}$

Steife $l = 4,0 \text{ m}$

Schnittgrößen: $N_{Sd} = 220 * 8,1 * 1,25 / 2 = 1114 \text{ kN}$

Gewählt: HEB 220 , S235

Nachweis: $N_{Sd} = 1114 \text{ kN} < N_{bz,Rd} = 1334 \text{ kN}$

7.3 Auftriebsnachweis:

$A_d = 1,05 * 6,25 * 10 * 8,8 * 5,2 = 3003 \text{ kN}$

$\leq G (UWS) + E_{av,k} = 0,95 * 2,3 * 23 * 8,8 * 5,2 + 0,95 * 66 * 2 * (8,8 + 5,2) = 2300 + 1756 = 4056 \text{ kN}$

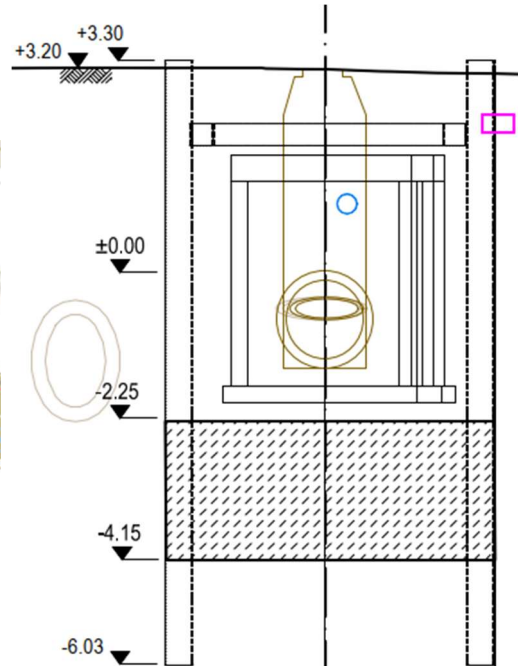
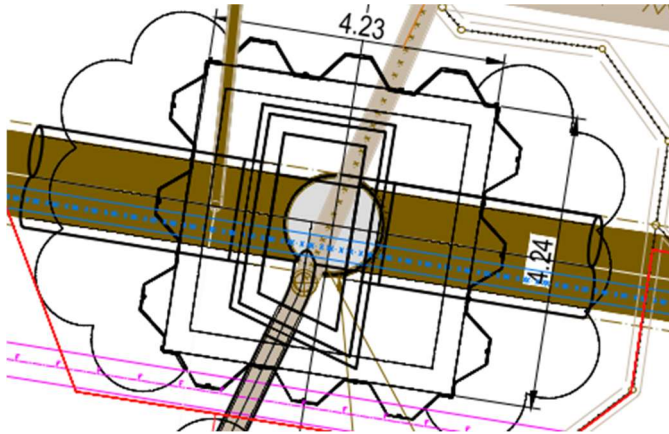
Die Sohle muss an die Spundwand durch eingestellte Stahlträger angeschlossen werden.

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
 Bedingung: $P_{v,k} + G_{v,k} + E_{av,k} \geq B_{v,k}$
 $G_{v,k} = 12.15 \text{ kN/m}$
 $P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$
 $E_{av,k} = 65.90 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 261.20 \text{ kN/m}$)
 $B_{v,k} = 77.62 \text{ kN/m}$
 Summe $V(g+q)_k = 0.43 \text{ (Druck) kN/m}$

8 Spundwandbaugrube M7 - Zwischenbaugrube DN 1200

8.1 Geometrie, Bodenprofil

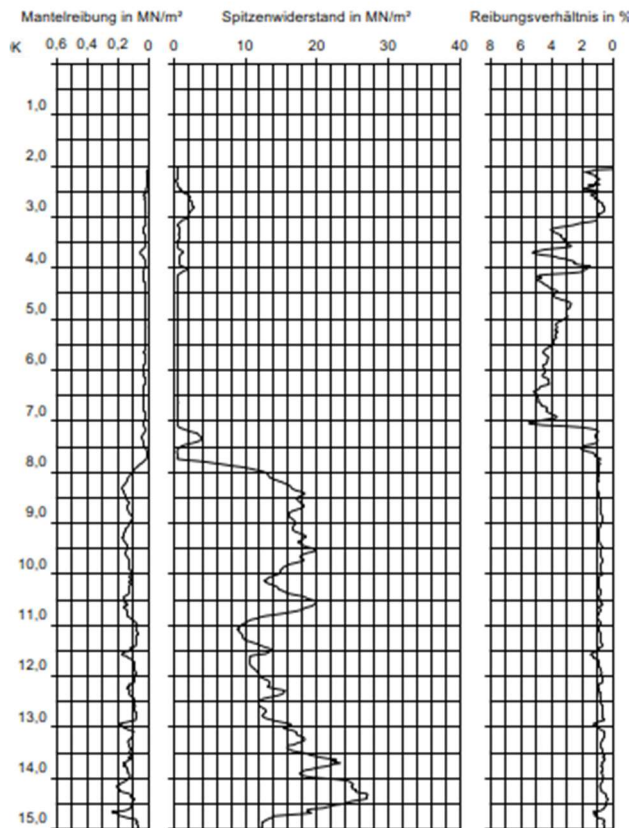
Zwischenbaugrube für
M6-M7-M8 : 204 m DR 1200



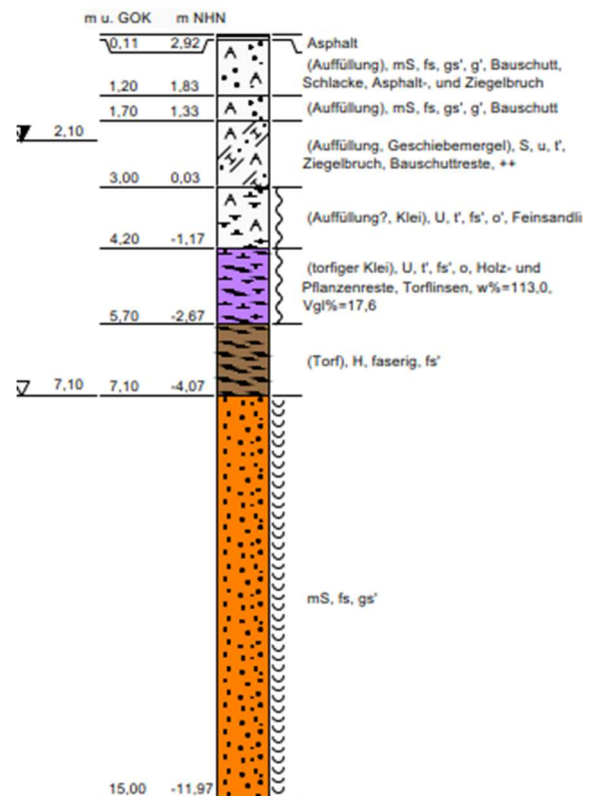
Grundriß: 4,25 x 4,25 m

Tiefe: D = 3,17 m + M = -1,25 m → 3,17+1,25+1,02 = 5,42 m

CPT 6
+3,06 m NHN



KRB 12
+3,03 m NHN



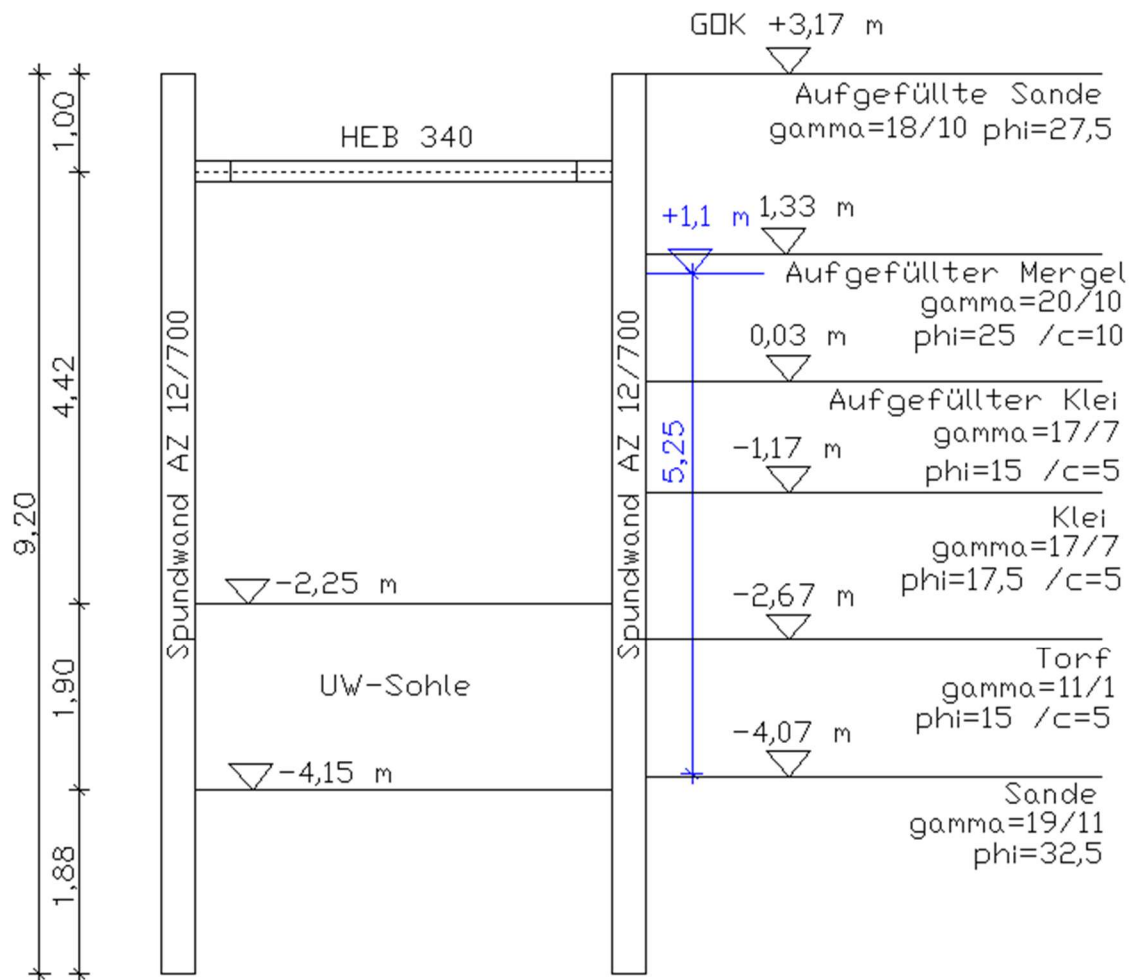
8.2 Bemessung Spundwand

Profil: Spundwand AZ 12-700, S 240 GP, Länge 9,3 m

Nachbarbebauung: keine

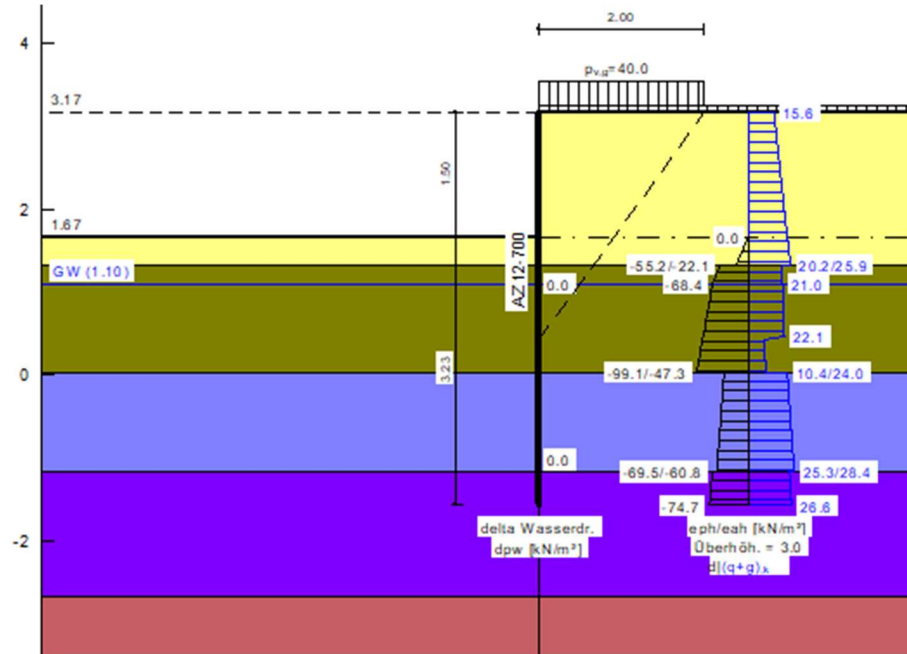
Erddruckansatz: aktiv

Baugrube M7



Bauzustand 1:

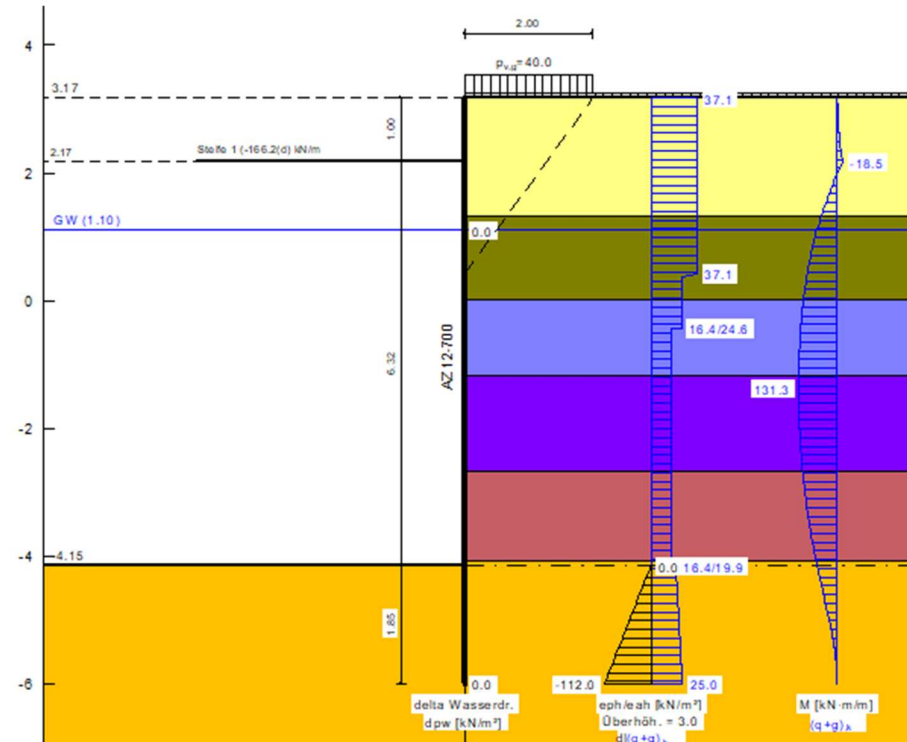
Stahlausnutzung: $\mu = 0,17$



Bauzustand 2:

Stahlausnutzung: $\mu = 0,47$

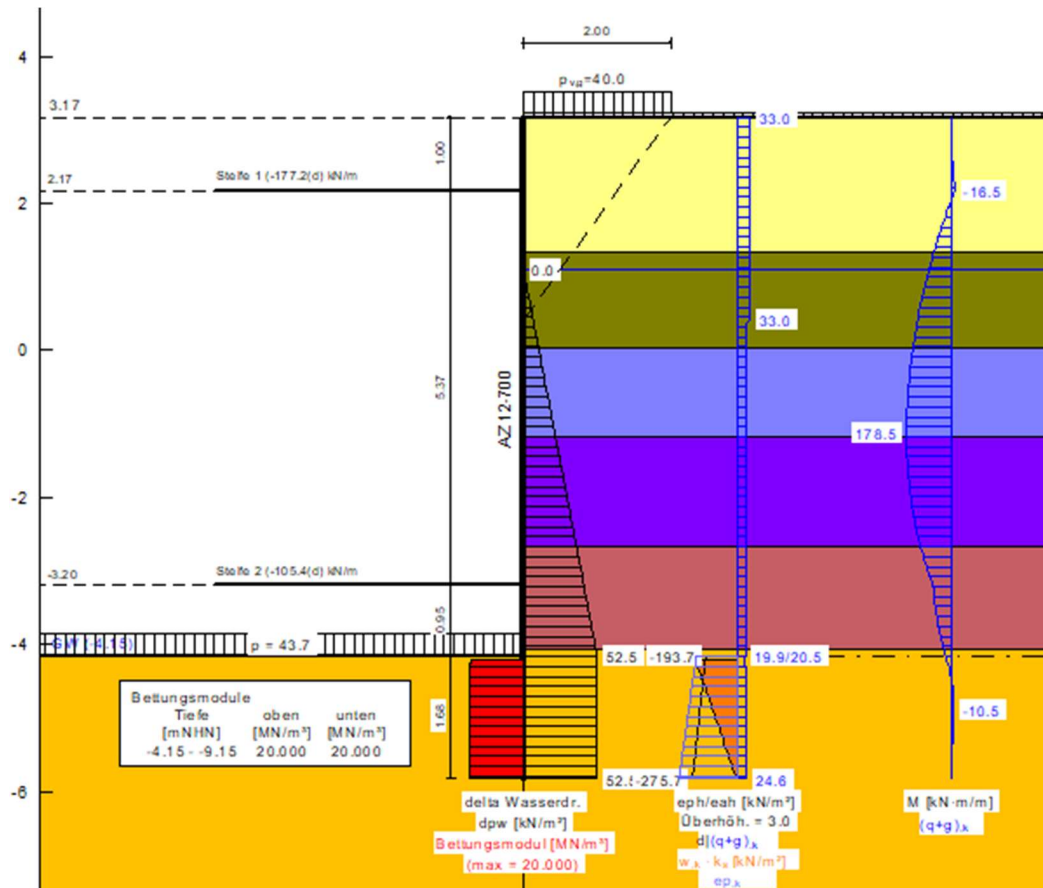
Seitenkraft: $N_d = 166 \text{ kN/m}$



Endzustand:

Stahlausnutzung: $\mu = 0,64$

Steifenkräfte: $N_{d1} = 177 \text{ kN/m}$



8.3 Gurtung

Auflagerkraft: $A_d = 177 \cdot 1,15 = 204 \text{ kN/m}$ (Umrechnung in BS-P, da auch Steifen)

Schnittgrößen: $M_{Sd} = 204 \cdot 4,25^2 / 8 = 461 \text{ kNm}$

$V_{Sd} = 204 \cdot 4,25 / 2 = 434 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 204 \cdot 4,25 / 2 = 434 \text{ kN}$

Gewählt: HEB 340 , S235

Nachweis: $M_{Sd} = 461 \text{ kNm} < M_{ply,Rd} = 566 \text{ kNm}$

$V_{Sd} = 434 \text{ kN} < V_{pl,z,Rd} = 742 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 434 \text{ kN} < N_{pl,Rd} = 0,25 \cdot 4019 = 1004 \text{ kN}$

8.4 Auftriebsnachweis:

$A_d = 1,05 \cdot 5,25 \cdot 10 \cdot 4,55^2 = 1141 \text{ kN}$

$\leq G \text{ (UWS)} + E_{av,k} = 0,95 \cdot 1,9 \cdot 23 \cdot 4,55^2 + 0,95 \cdot 58 \cdot 4 \cdot 4,55 = 860 + 1003 = 1863 \text{ kN}$

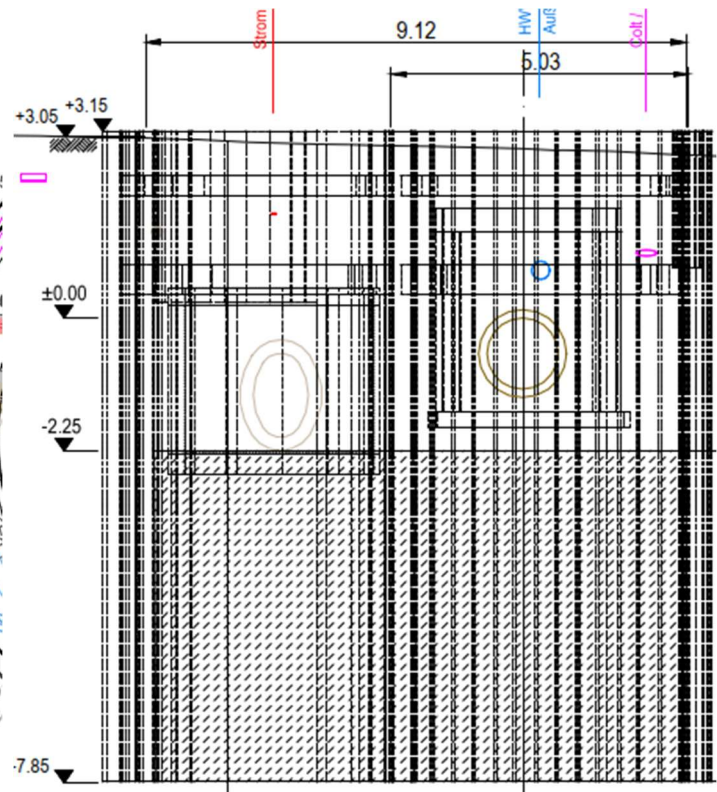
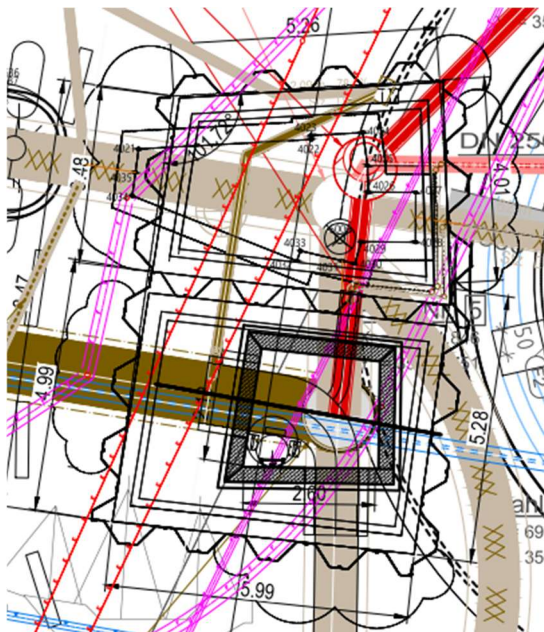
Die Sohle muss an die Spundwand durch eingestellte Stahlträger angeschlossen werden.

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
 Bedingung: $P_{v,k} + G_{v,k} + E_{av,k} \geq B_{v,k}$
 $G_{v,k} = 8.69 \text{ kN/m}$
 $P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$
 $E_{av,k} = 57.89 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 222.00 \text{ kN/m}$)
 $B_{v,k} = 61.98 \text{ kN/m}$
 Summe $\forall (g+q),k = 4.60 \text{ (Druck) kN/m}$

9 Spundwandbaugrube M8 - Zielbaugrube DN 1200

9.1 Geometrie, Bodenprofil

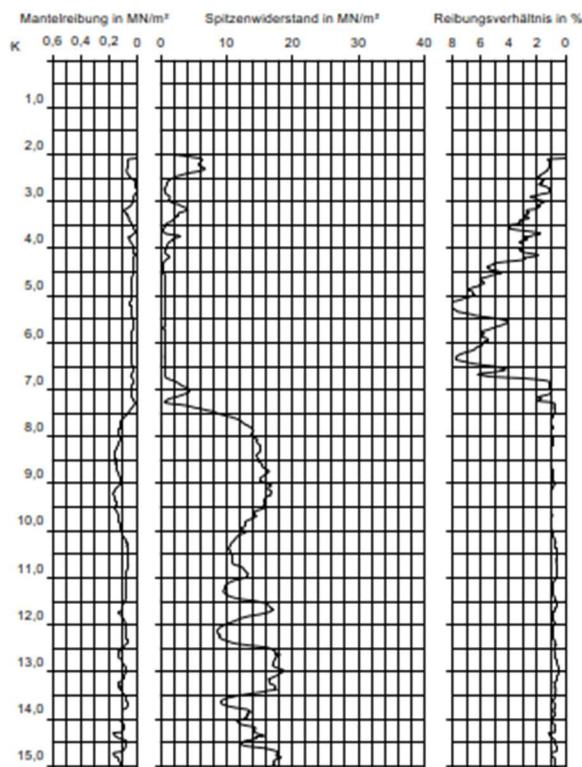
Zielbaugrube für
M6-M7-M8 : 204 m DR 1200
S1-S2 : 14 m DN 300



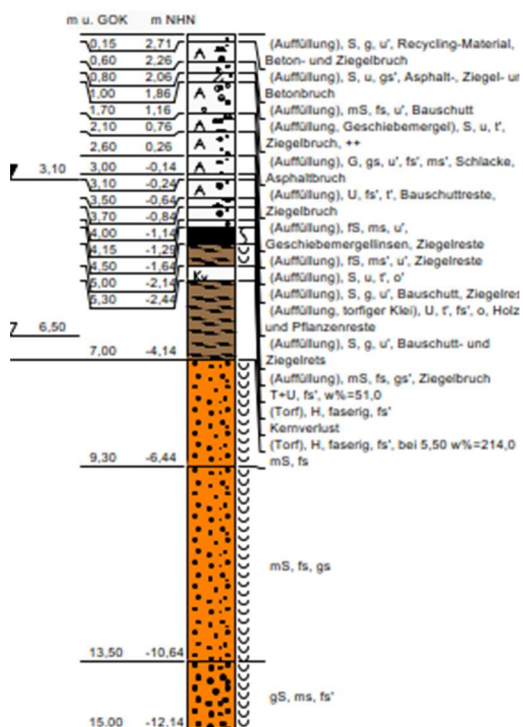
Grundriß: 6 x 5 m + 6 x 3,75

Tiefe: $D = 2,89 \text{ m} + M = -1,15 \text{ m} \rightarrow 3,17 + 1,25 + 1,1 = 5,14 \text{ m}$

CPT 7
+2,85 m NHN



B 2
+2,86 m NHN

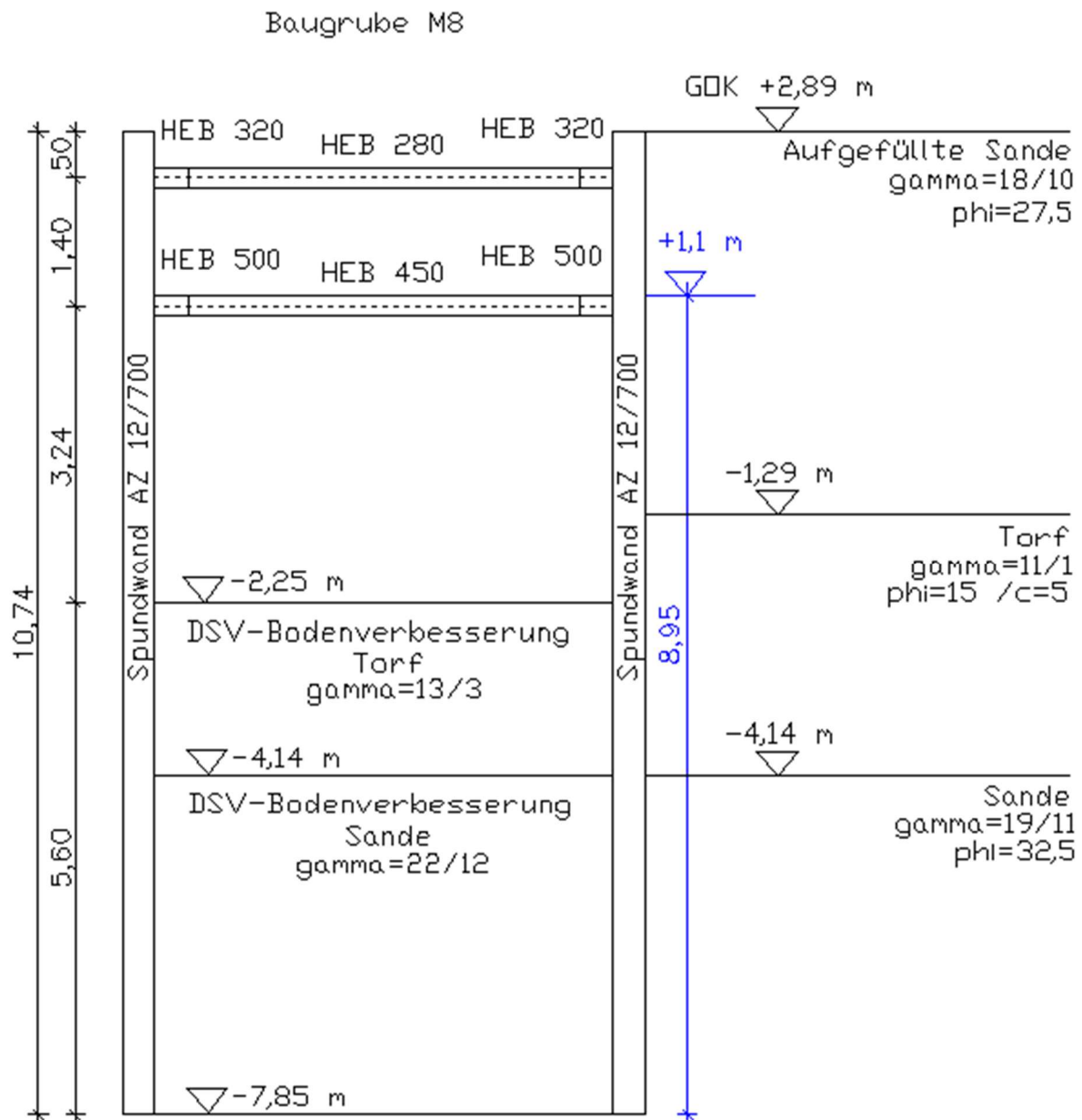


9.2 Bemessung Spundwand

Profil: Spundwand AZ 12-700, S 240 GP, Länge 10,9 m

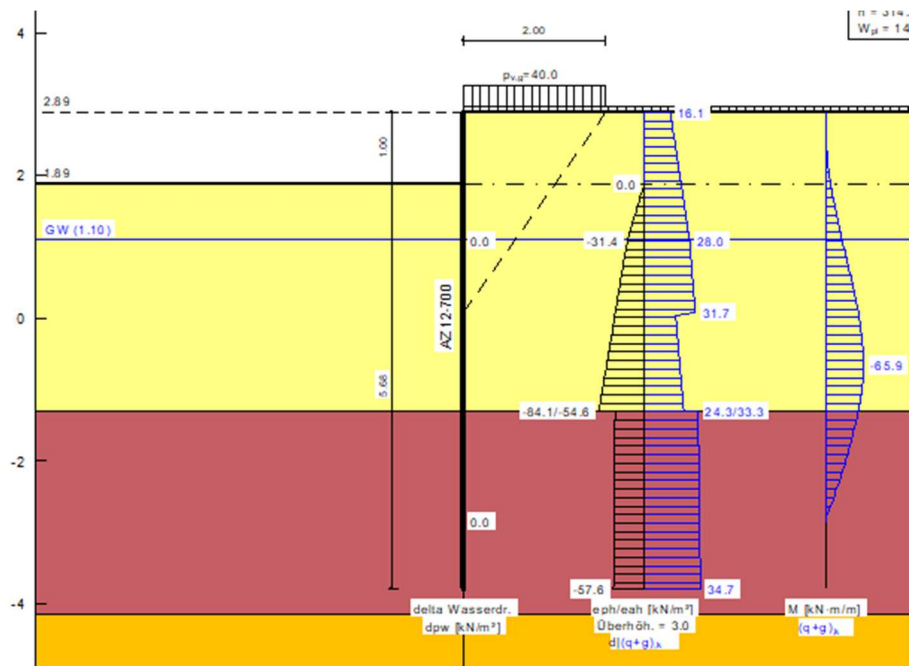
Nachbarbebauung: keine

Erddruckansatz: erhöht aktiv 25% aufgrund der geringen Verformungen



Bauzustand 1:

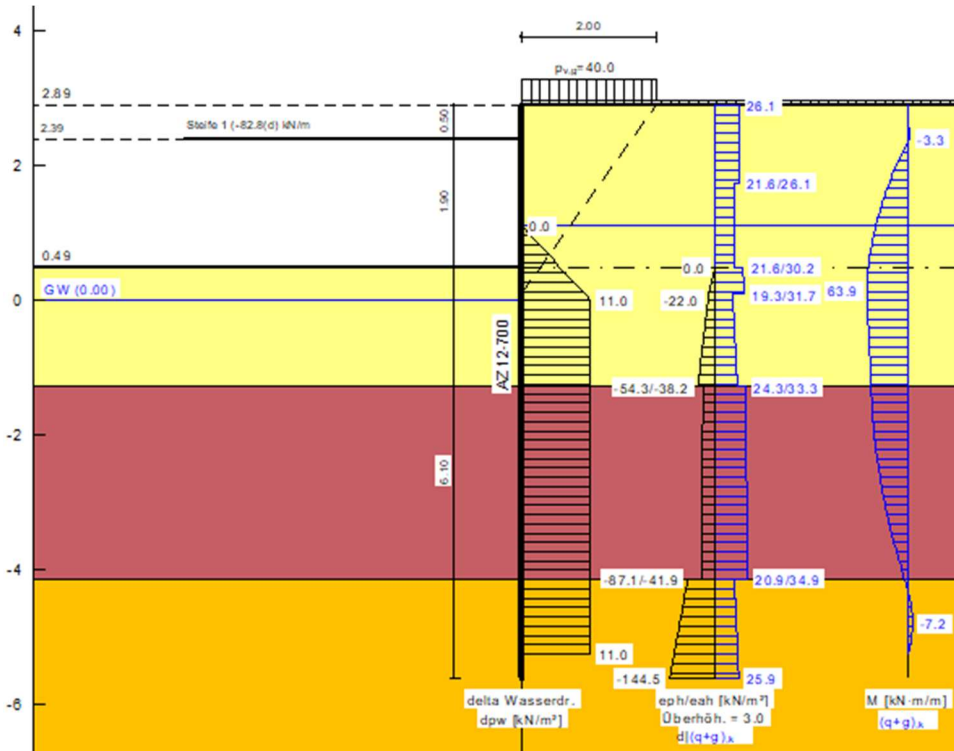
Stahlausnutzung: $\mu = 0,23$



Bauzustand 2:

Stahlausnutzung: $\mu = 0,23$

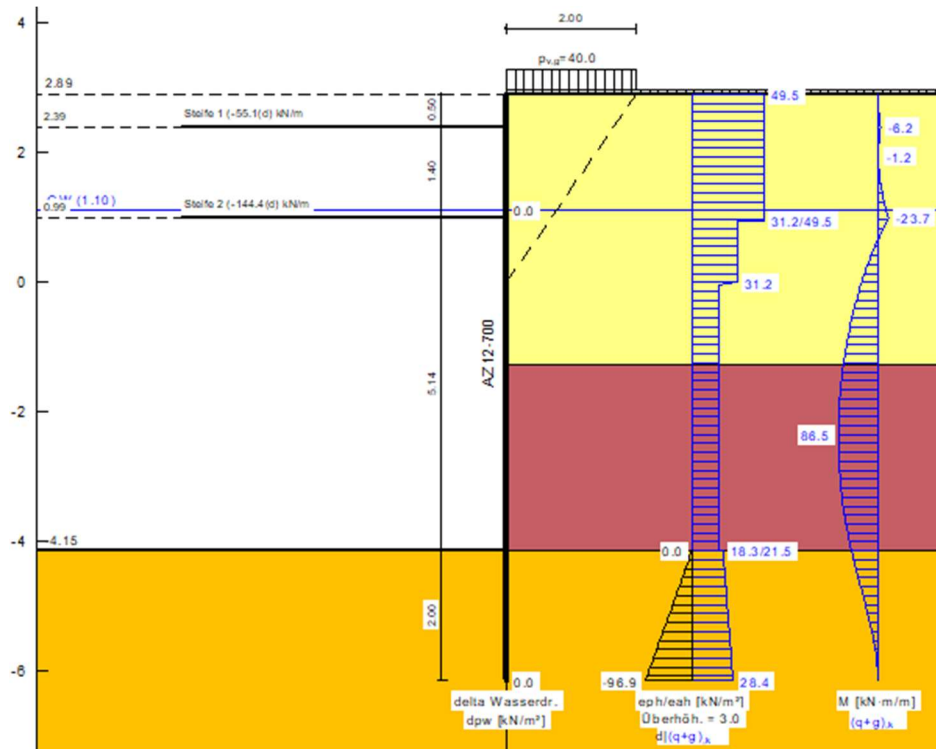
Steifenkraft: $N_d = 83 \text{ kN/m}$



Bauzustand 2:

Stahlausnutzung: $\mu = 0,3$

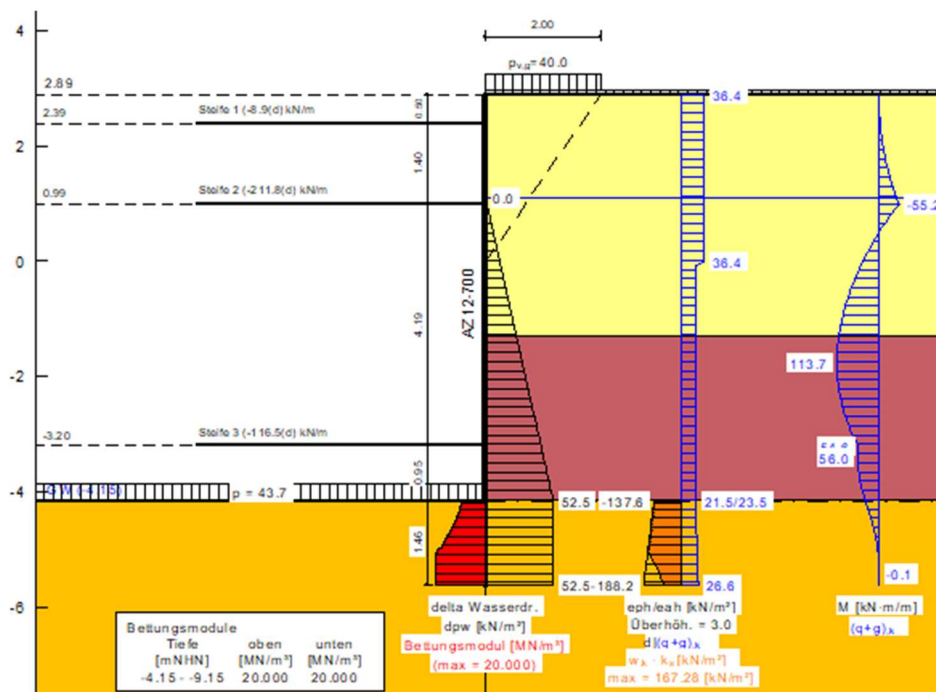
Steifenkraft: $N_{d1} = 55 \text{ kN/m} / N_{d2} = 144 \text{ kN/m}$



Endzustand:

Stahlausnutzung: $\mu = 0,4$

Steifenkraft: $N_{d1} = 9 \text{ kN/m} / N_{d2} = 212 \text{ kN/m}$



9.3 Gurtung

Obere Gurtung

Auflagerkraft: $A_d = 83 \cdot 1,15 = 96 \text{ kN/m}$ (Umrechnung in BS-P, da auch Steifen)

Lange Seite mit $l = 6 \text{ m}$

Schnittgrößen: $M_{Sd} = 96 \cdot 6^2 / 8 = 432 \text{ kNm}$

$$V_{Sd} = 96 \cdot 6 / 2 = 288 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 96 \cdot 5 / 2 = 240 \text{ kN}$$

Gewählt: HEB 320 , S235

Nachweis: $M_{Sd} = 432 \text{ kNm} < M_{ply,Rd} = 505 \text{ kNm}$

$$V_{Sd} = 288 \text{ kN} < V_{pl,z,Rd} = 698 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 240 \text{ kN} < N_{pl,Rd} = 0,25 \cdot 3784 = 946 \text{ kN}$$

Kurze Seite mit $l = 5 \text{ m}$

Schnittgrößen: $M_{Sd} = 96 \cdot 5^2 / 8 = 300 \text{ kNm}$

$$V_{Sd} = 96 \cdot 5 / 2 = 240 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 96 \cdot 6 / 2 = 288 \text{ kN}$$

Gewählt: HEB 280 , S235

Nachweis: $M_{Sd} = 300 \text{ kNm} < M_{ply,Rd} = 360 \text{ kNm}$

$$V_{Sd} = 240 \text{ kN} < V_{pl,z,Rd} = 553 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 288 \text{ kN} < N_{pl,Rd} = 0,25 \cdot 3079 = 770 \text{ kN}$$

Untere Gurtung

Auflagerkraft: $A_d = 212 \cdot 1,15 = 244 \text{ kN/m}$ (Umrechnung in BS-P, da auch Steifen)

Lange Seite mit $l = 6 \text{ m}$

Schnittgrößen: $M_{Sd} = 244 \cdot 6^2 / 8 = 1098 \text{ kNm}$

$$V_{Sd} = 244 \cdot 6 / 2 = 732 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 244 \cdot 5 / 2 = 610 \text{ kN}$$

Gewählt: HEB 500 , S235

Nachweis: $M_{Sd} = 1098 \text{ kNm} < M_{ply,Rd} = 1131 \text{ kNm}$

$$V_{Sd} = 732 \text{ kN} < V_{pl,z,Rd} = 1224 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 610 \text{ kN} < N_{pl,Rd} = 0,25 \cdot 5617 = 1404 \text{ kN}$$

Kurze Seite mit $l = 5 \text{ m}$

Schnittgrößen: $M_{Sd} = 244 \cdot 5^2 / 8 = 763 \text{ kNm}$

$$V_{Sd} = 244 \cdot 5 / 2 = 610 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 244 \cdot 6 / 2 = 732 \text{ kN}$$

Gewählt: HEB 450 , S235

Nachweis: $M_{Sd} = 763 \text{ kNm} < M_{ply,Rd} = 936 \text{ kNm}$

$$V_{Sd} = 610 \text{ kN} < V_{pl,z,Rd} = 1081 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 732 \text{ kN} < N_{pl,Rd} = 0,25 \cdot 5123 = 1280 \text{ kN}$$

9.4 Auftriebsnachweis:

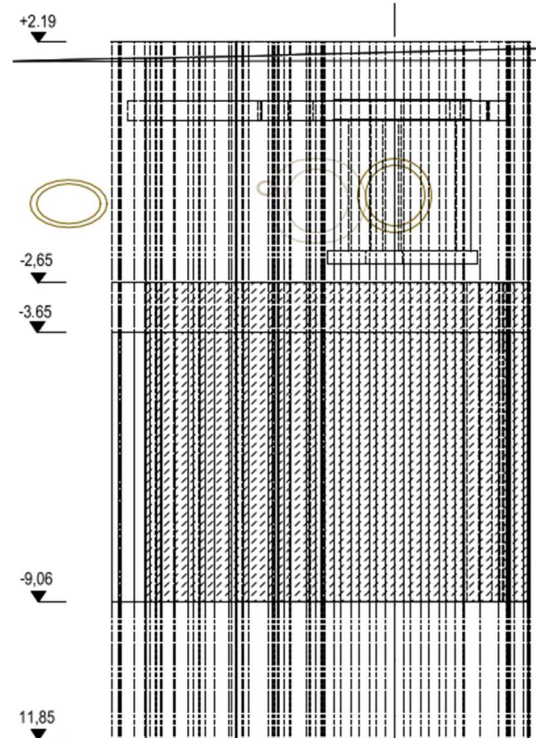
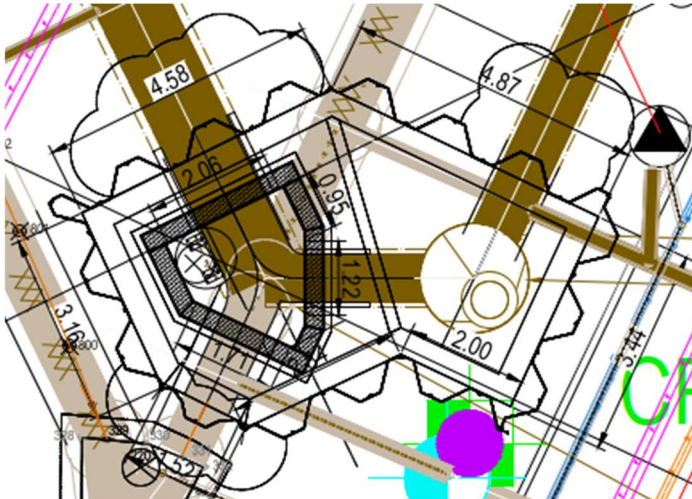
$$A_d = 1,05 \cdot 8,95 \cdot 10 \cdot 5,3 \cdot 6,3 = 3138 \text{ kN}$$

$$\leq G (\text{UWS}) + E_{av,k} = 0,95 \cdot 1,89 \cdot 13 \cdot 5,3 \cdot 6,3 + 0,95 \cdot 3,71 \cdot 22 \cdot 5,3 \cdot 6,3 = 780 + 2589 = 3369 \text{ kN}$$

10 Spundwandbaugrube M9/11 – Zielbaugrube

10.1 Geometrie, Bodenprofil

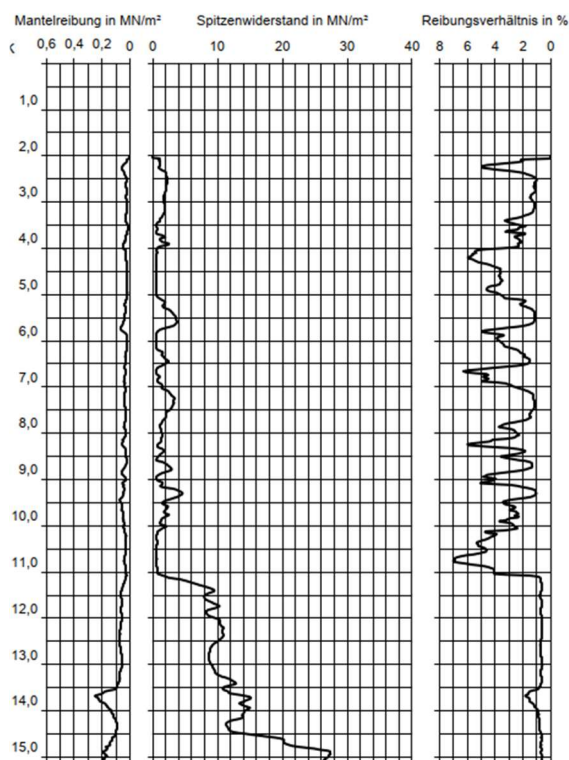
Zielbaugrube für
M4-M11: 146m DR 1000
M12-M9: 74 m DR 800



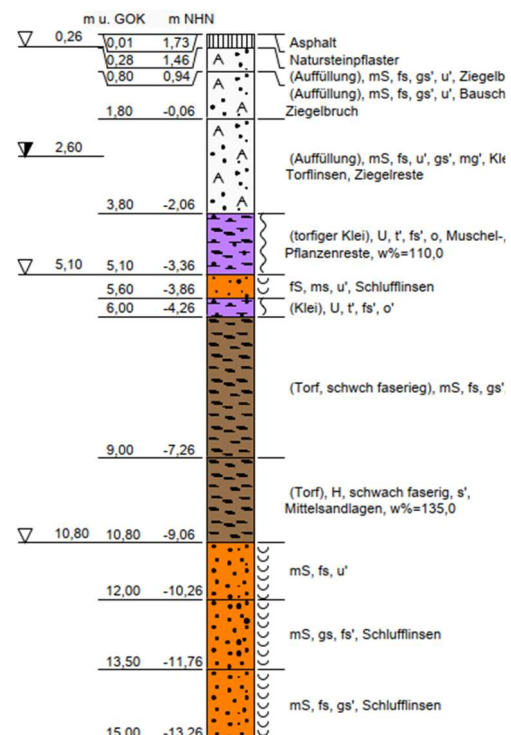
Grundriß: 6 eckige Baugrube mit 3,44 m Breite und ca. 8,5 m Länge

Tiefe: $D = 1,95 \text{ m} + M = -1,49 \text{ m} \rightarrow 1,95 + 1,49 + 1,1 = 4,6 \text{ m}$

CPT 8
+1,72 m NHN

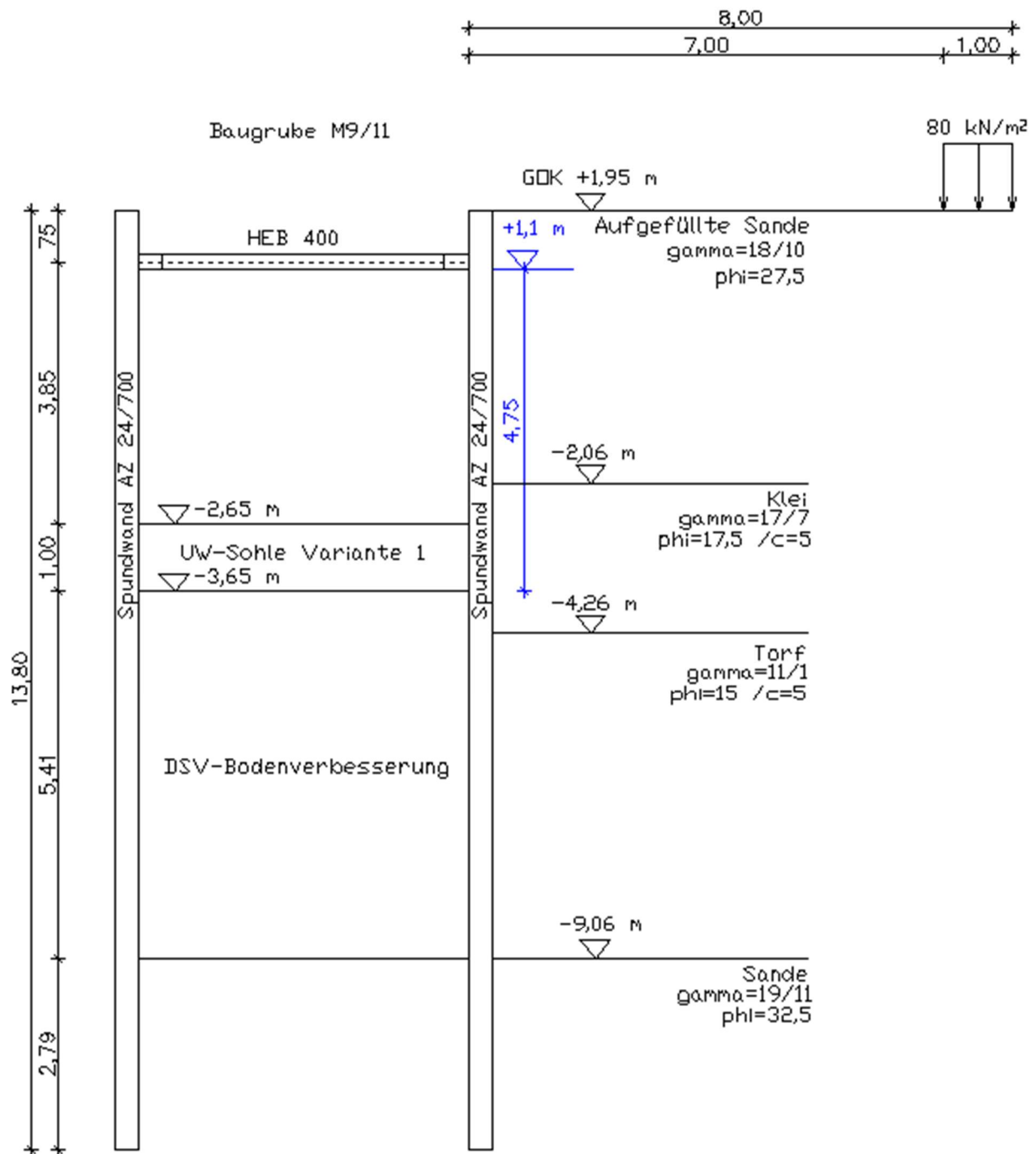


KRB 15
+1,74 m NHN



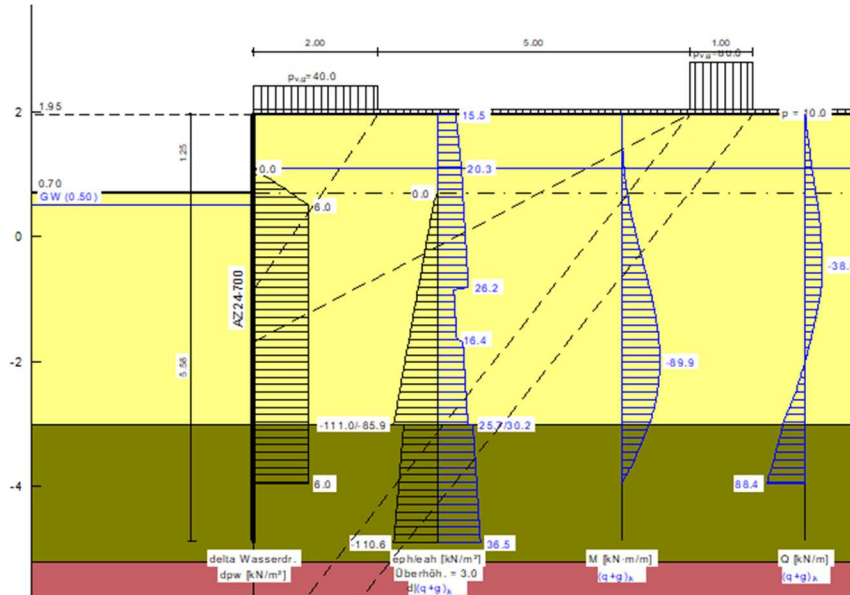
10.2 Bemessung Spundwand

- Profil: Spundwand AZ 24-700, S 240 GP, Länge 13,9 m
- Nachbarbebauung: 2-geschossiges massives Bürogebäude in 7 m Entfernung zur Baugrube
Annahme Streifenfundament 1 m Breite mit 80 kN/m²
- Erddruckansatz: erhöht aktiv 25 %, um wegen der Nachbarbebauung die Verformung klein zu halten



Bauzustand 1:

Stahlausnutzung: $\mu = 0,15$

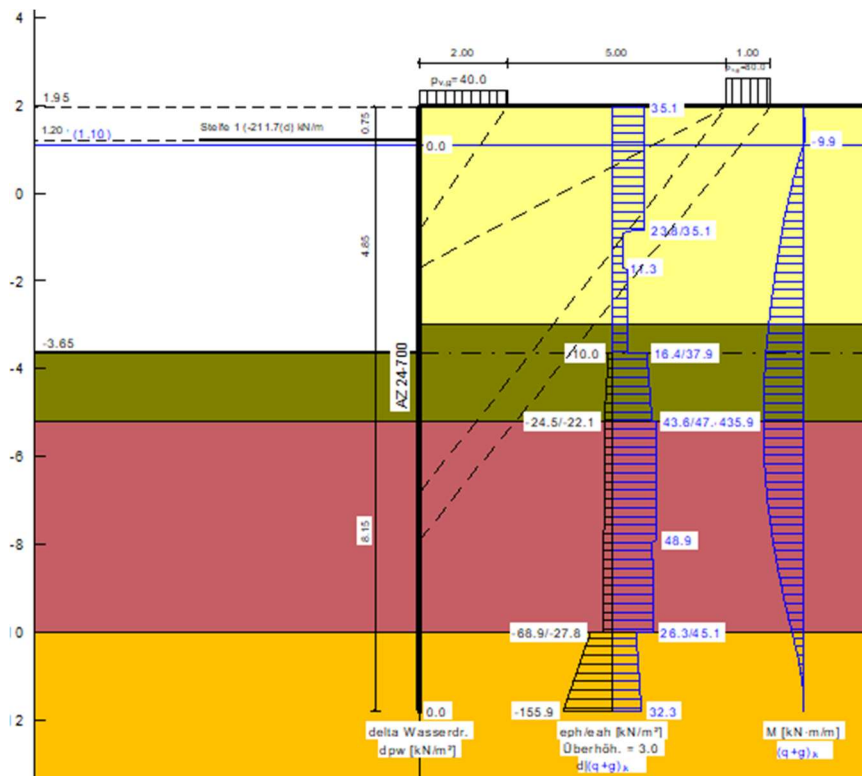


Bauzustand 2 für Bodenwerte ohne Verbesserung durch DSV:

Stahlausnutzung: $\mu = 0,75$

Steifenkraft: $N_d = 212 \text{ kN/m}$

Bauchverformung: 66 mm in Höhe Baugrubensohle



Bauzustand 2 für Bodenwerte mit Verbesserung durch DSV:

Verbesserung durch DSV:

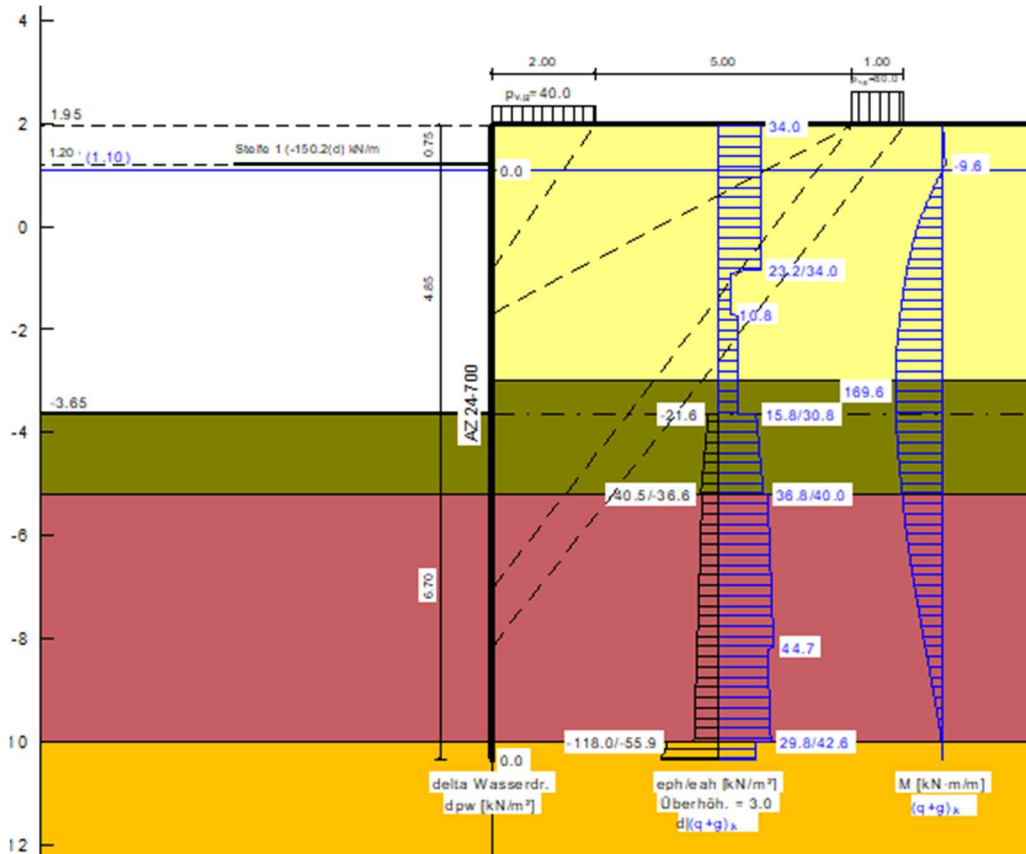
Klei: γ von 17/7 auf 18/8 - ϕ von 17,5 auf 20 – c von 5 auf 10

Torf: γ von 11/1 auf 13/3 - ϕ von 15 auf 17,5 – c von 5 auf 10

Stahlausnutzung: $\mu = 0,29$

Steifenkräfte: $N_{d1} = 150 \text{ kN/m}$

Bauchverformung: 23 mm in Höhe Baugrubensohle



Der Bauzustand 2 ist für die unverbesserten Bodenkennwerte standsicher. Die Spundwandlänge wird mit 13,8 m dafür ausgelegt. Die Verformungen sind mit 66 m unverträglich mit der Nachbarbebauung.

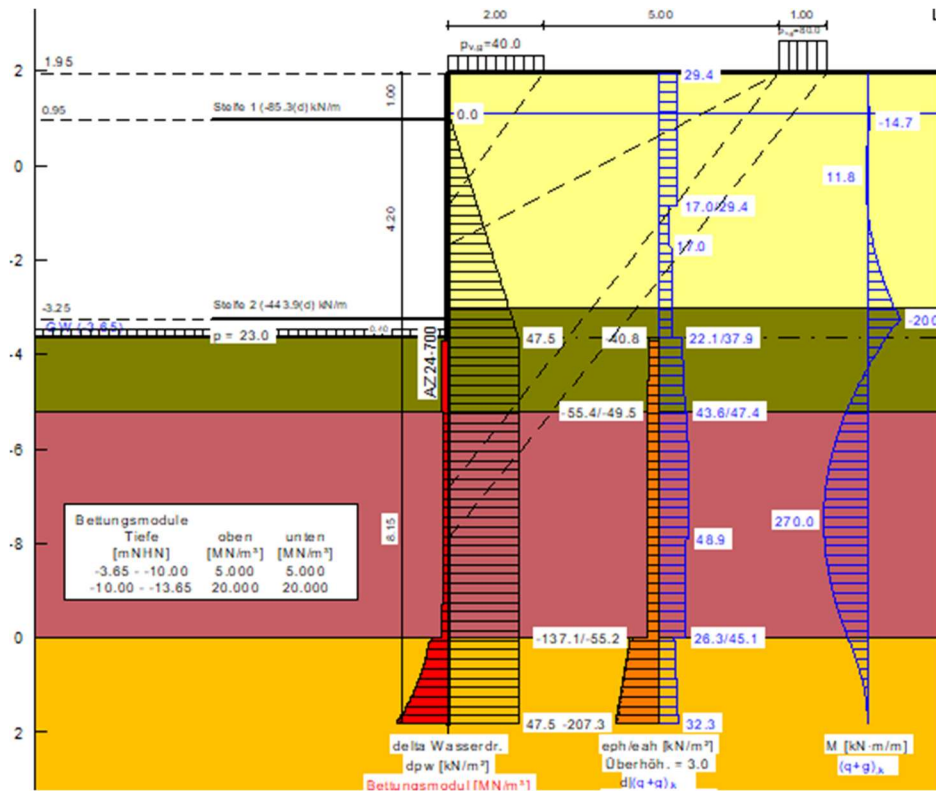
Durch die Bodenverbesserung geht die Verformung auf 23 mm zurück.

Endzustand für Bodenwerte ohne Verbesserung durch DSV:

Stahlausnutzung: $\mu = 0,47$

Steifenkraft: $N_d = 85 \text{ kN/m}$

Bauchverformung: 30 mm in 10 m Tiefe

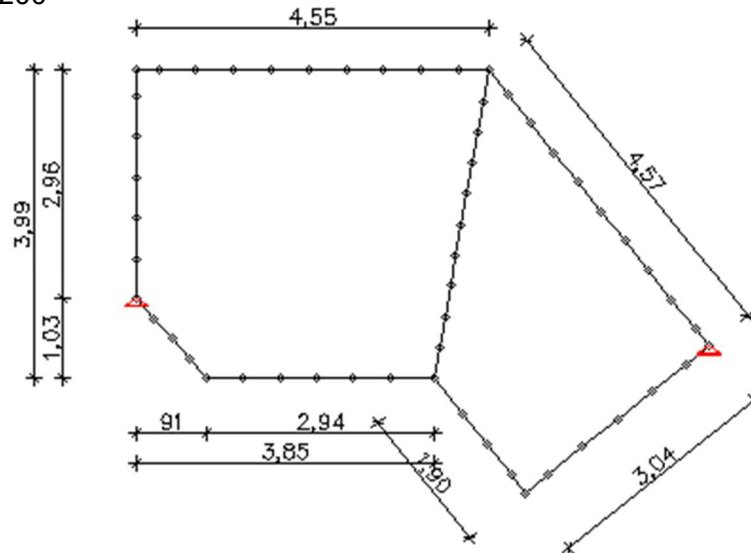


10.3 Gurtung

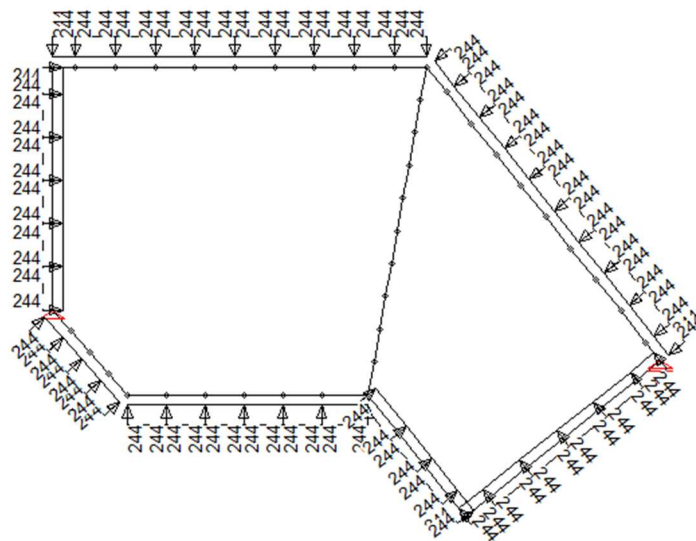
Auflagerkraft: $A_d = 212 \cdot 1,15 = 244 \text{ kN/m}$ (Umrechnung in BS-P, da auch Steifen)

Als Stabwerksberechnung mit umlaufend biegesteifer Gurtlage aus HEB400 und einer Pendestütze HEB 200

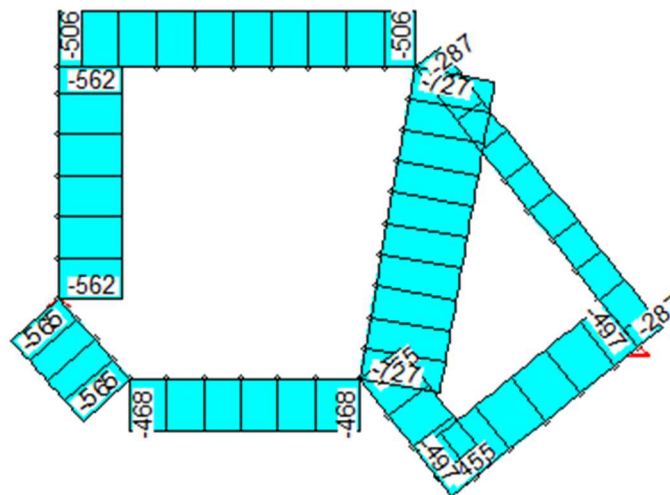
System



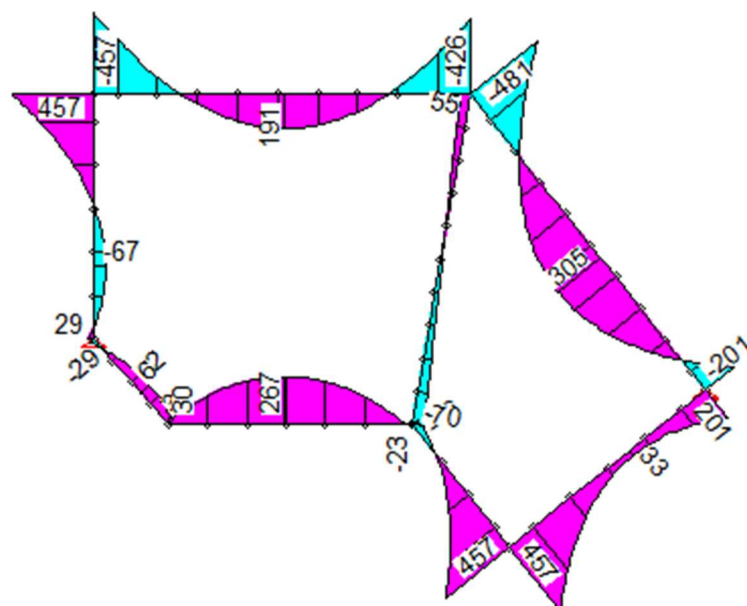
Belastung: maximale Belastung umlaufend angesetzt



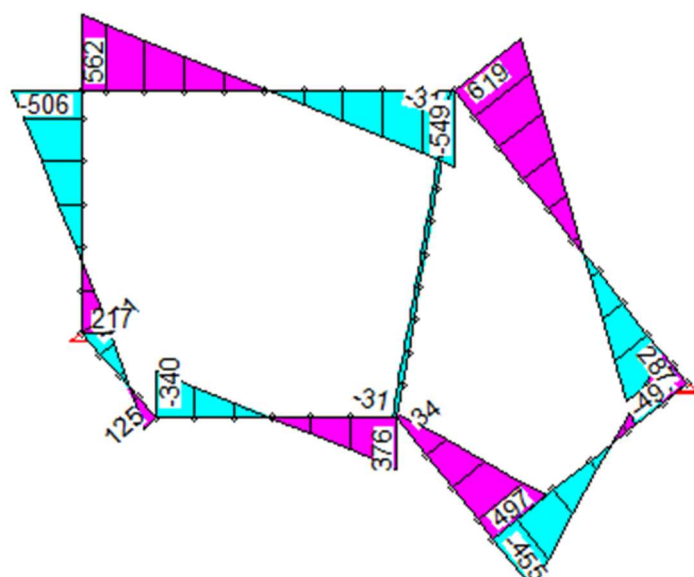
Normalkraft N_d



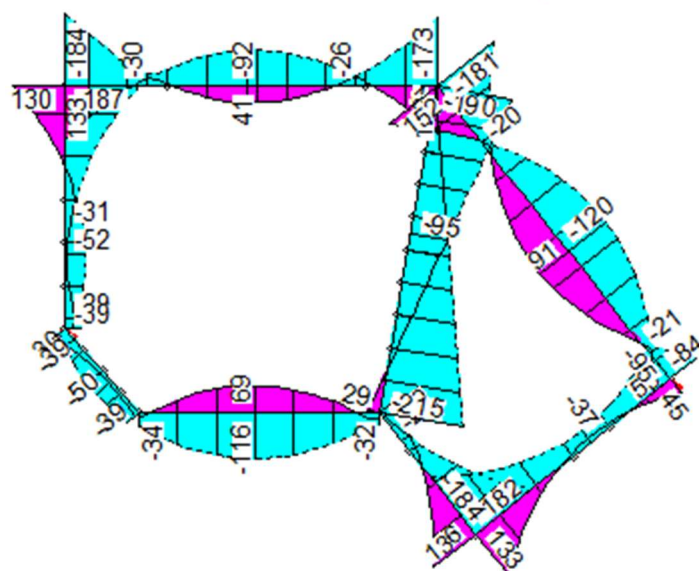
Moment M_d



Querkraft V_{zd}



Spannung σ_{sd}



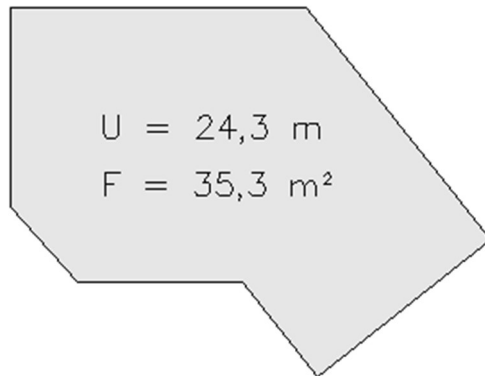
10.4 Auftriebsnachweis:

$$A_d = 1,05 * 4,75 * 10 * 35,3 = 1761 \text{ kN}$$

$$\leq G \text{ (UWS)} + E_{av,k} = 0,95 * 23 * 35,3 + 0,95 * 87 * 24,3 = 771 + 2008 = 2779 \text{ kN}$$

Die Sohle muss an die Spundwand durch eingestellte Stahlträger angeschlossen werden.

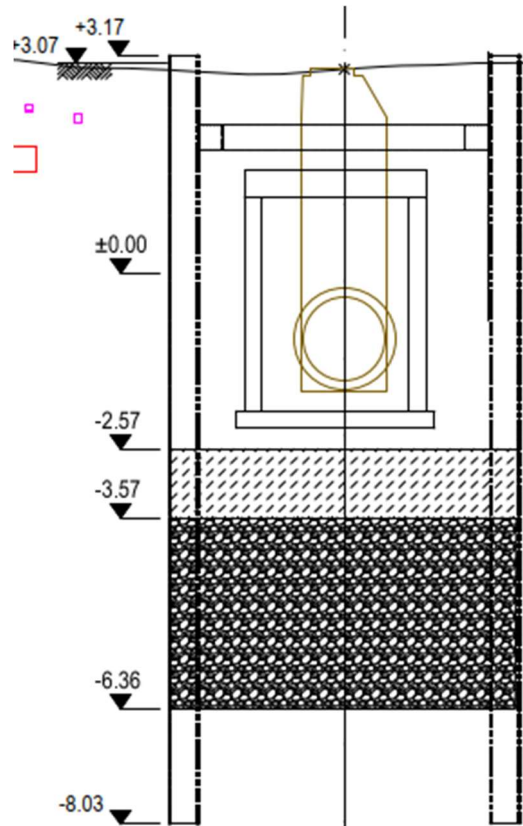
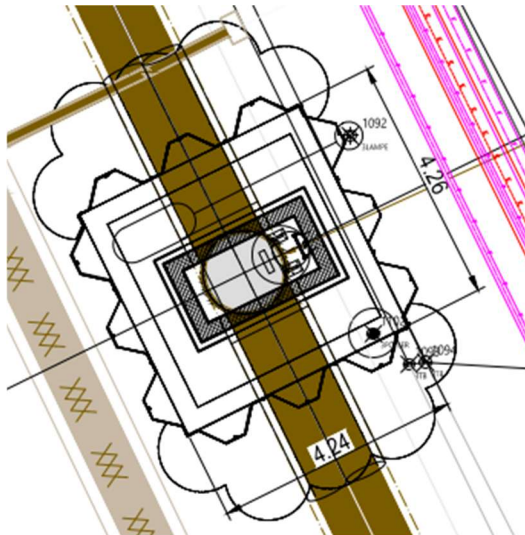
Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
 Bedingung: $P_{v,k} + G_{v,k} + E_{av,k} \geq B_{v,k}$
 $G_{v,k} = 18.78 \text{ kN/m}$
 $P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$
 $E_{av,k} = 87.62 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 479.30 \text{ kN/m}$)
 $B_{v,k} = 104.47 \text{ kN/m}$
 Summe $V(g+q),k = 1.93 \text{ (Druck) kN/m}$



11 Spundwandbaugrube M10 – Zwischenbaugrube

11.1 Geometrie, Bodenprofil

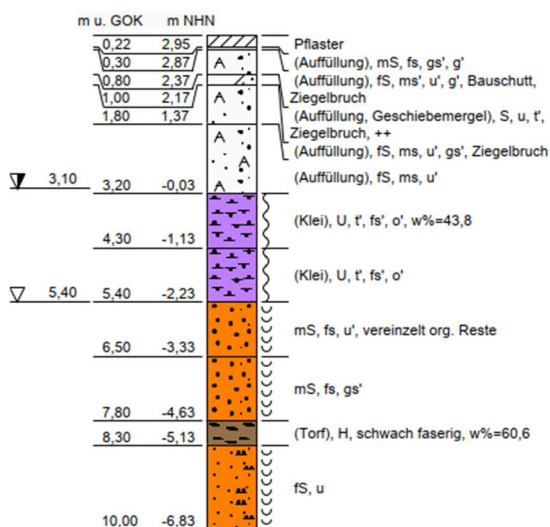
Zwischenbaugrube für
M4-M10-M11: 146m DR 1000



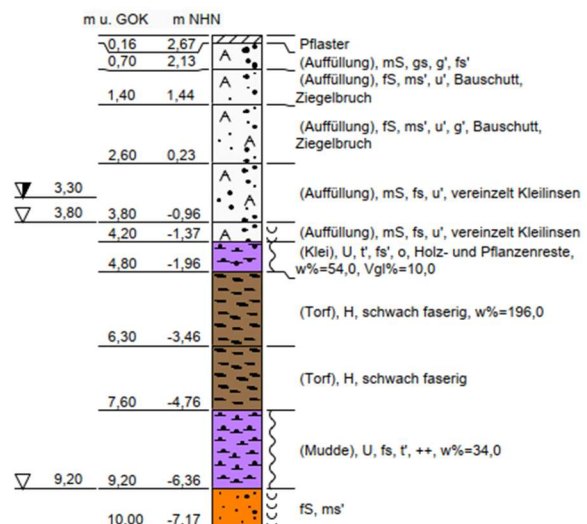
Grundriß: 4,25 x 4,25 m

Tiefe: D = 2,97 m + M = -1,71 m → 2,97+1,71+0,86 = 5,54 m

KRB 17 +3,17 m NHN

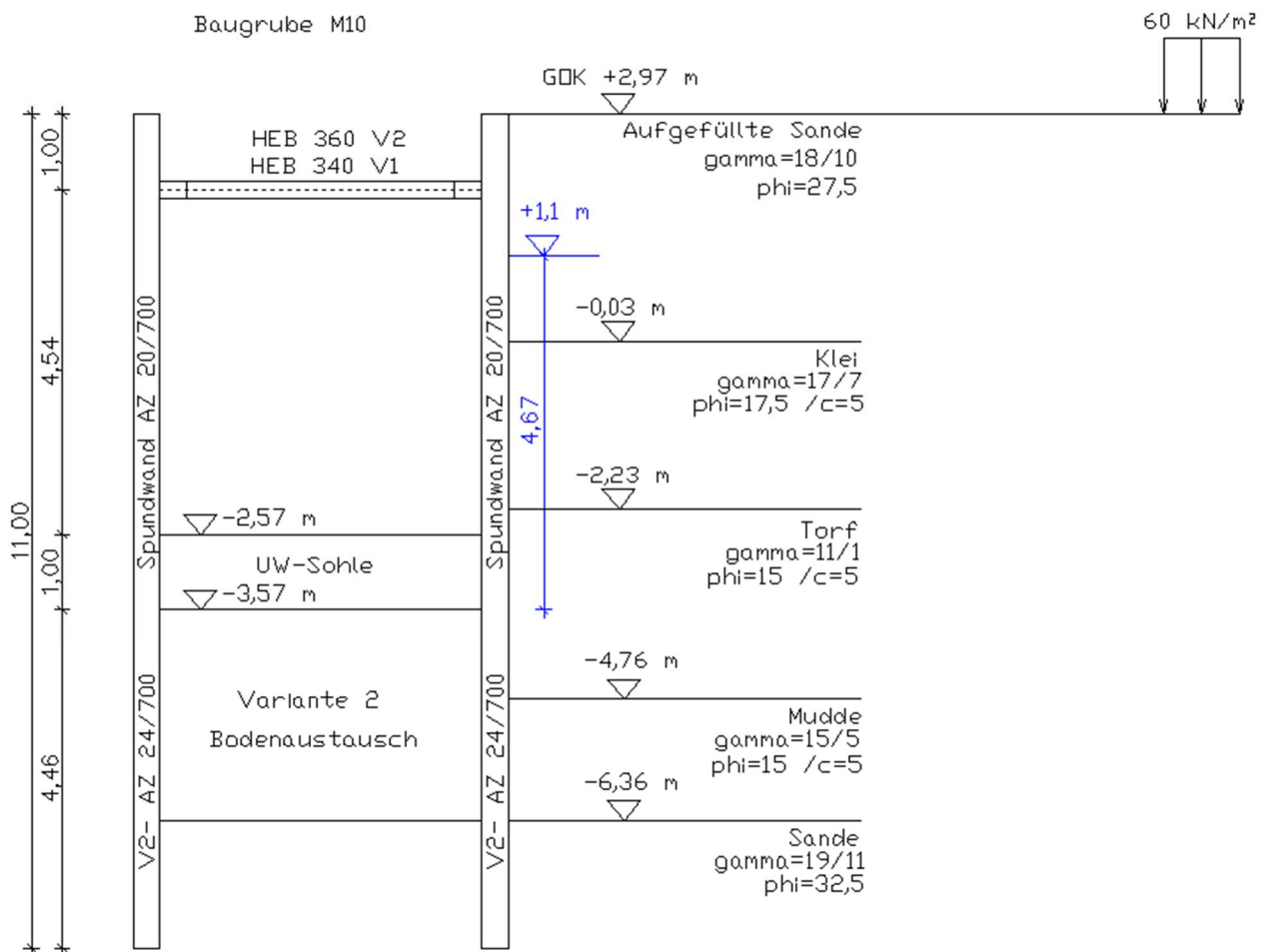


KRB 16 +2,83 m NHN



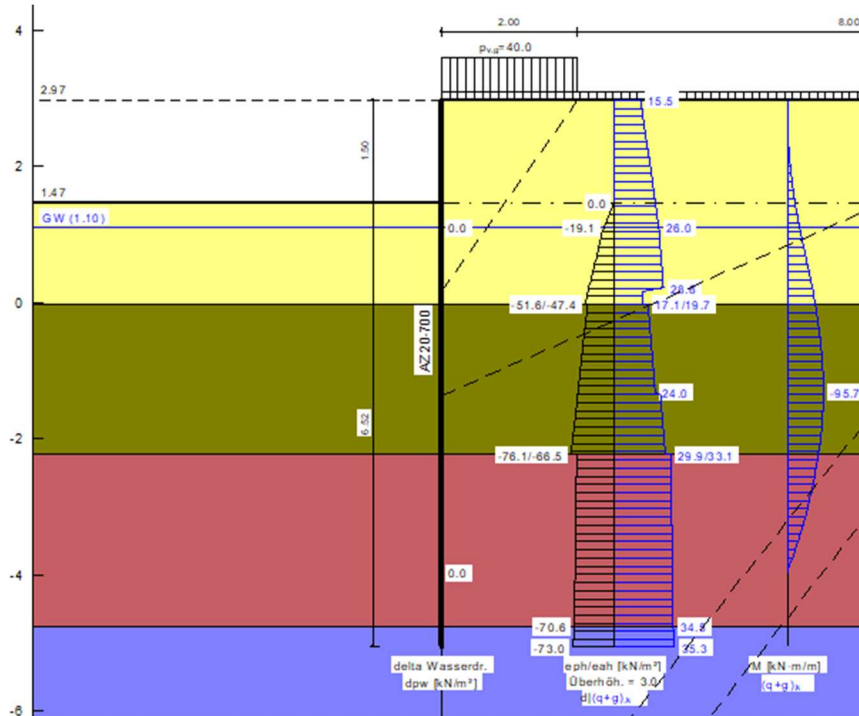
11.2 Bemessung Spundwand

- Profil: Spundwand AZ 20-700, S 240 GP, Länge 11,1 m
- Nachbarbebauung: 10 m hohe Industriehalle in 10 m Entfernung zur Baugrube
Annahme Streifenfundament 1 m Breite mit 60 kN/m^2
- Erddruckansatz: aktiv da die Halle weit genug weg ist und die Baugrube mit $4,25 \times 4,25$ recht klein ist
- Bodenprofil: die beiden Bodenprofile KRB16 und 17 liegen etwa gleich entfernt und weisen sehr unterschiedliche Böden auf. Auf der sicheren Seite wird die OK Klei von KRB 17 genommen und der Rest von KRB 16.



Bauzustand 1:

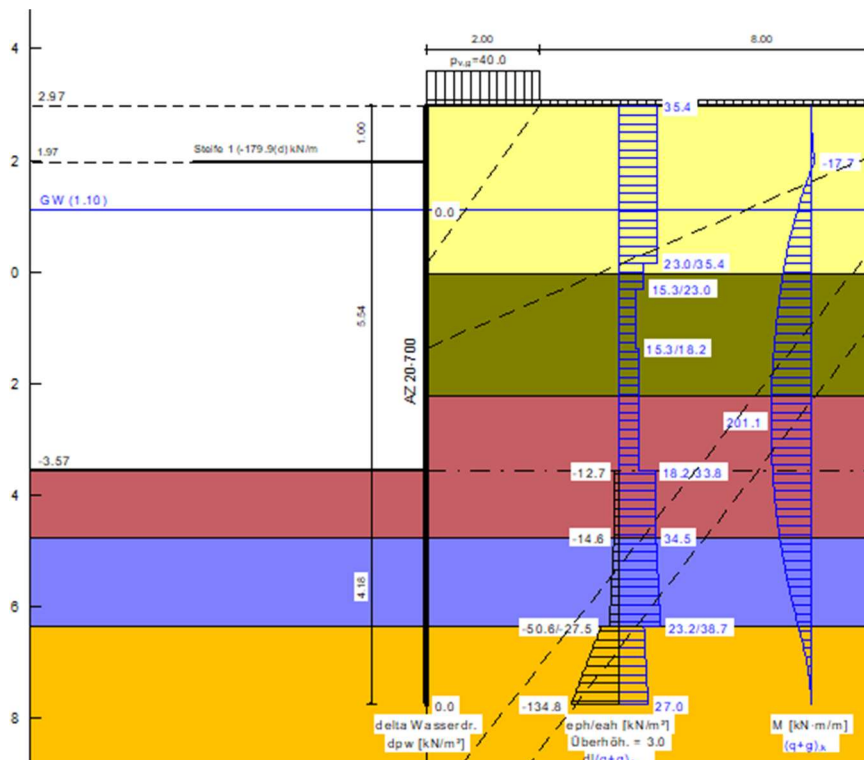
Stahlausnutzung: $\mu = 0,21$



Bauzustand 2: Variante 1 ohne Bodenaustausch

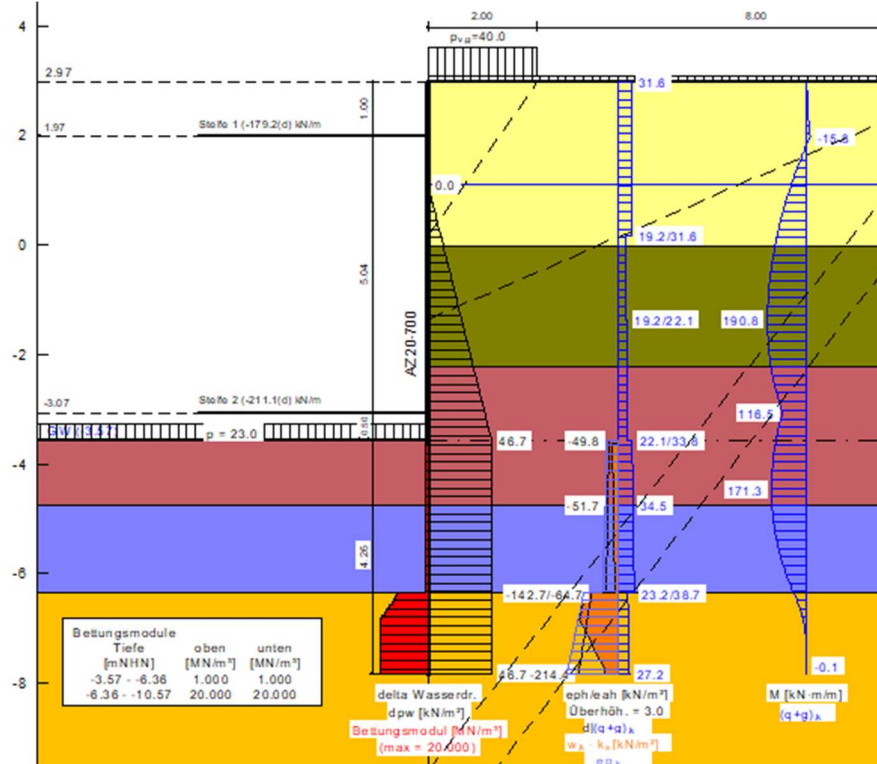
Stahlausnutzung: $\mu = 0,44 [-]$

Steifenkraft: $N_d = 180 \text{ kN/m}$



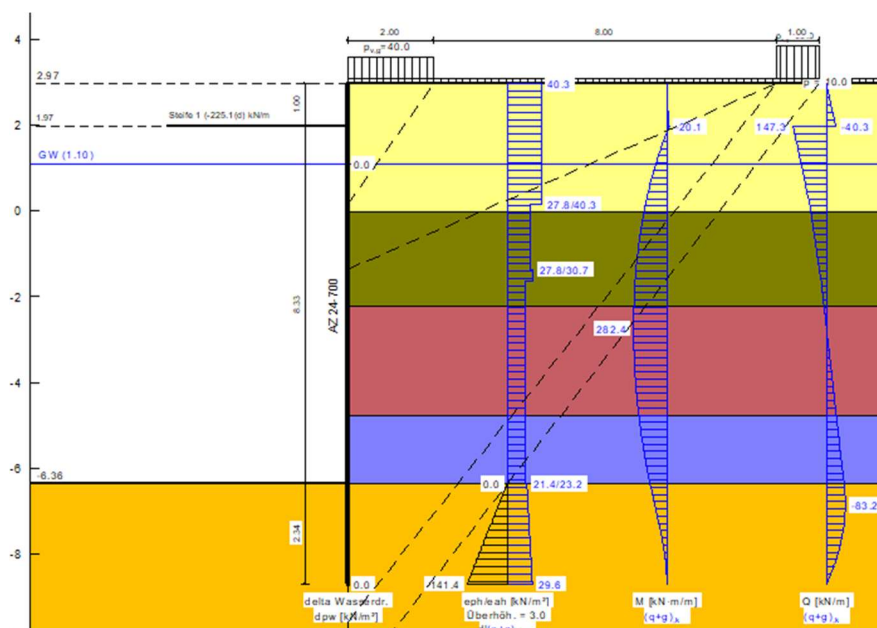
Endzustand:

Stahlausnutzung: $\mu = 0,43$
Steifenkräfte: $N_{d1} = 144 \text{ kN/m} / N_{d2} = 153 \text{ kN/m}$



Bauzustand 2a: Alternative - Bodenaustausch bis UK Weichschichten

Stahlausnutzung: $\mu = 0,5 [-]$
Steifenkraft: $N_d = 225 \text{ kN/m}$
Bauchverformung: 33 mm in 5,6 mn Tiefe



11.3 Gurtung

Variante 1

Auflagerkraft: $A_d = 180 \cdot 1,15 = 207 \text{ kN/m}$ (Umrechnung in BS-P, da auch Steifen)

Schnittgrößen: $M_{Sd} = 207 \cdot 4,25^2 / 8 = 468 \text{ kNm}$

$V_{Sd} = 207 \cdot 4,25 / 2 = 440 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 207 \cdot 4,25 / 2 = 440 \text{ kN}$

Gewählt: HEB 340 , S235

Nachweis: $M_{Sd} = 468 \text{ kNm} < M_{ply,Rd} = 565 \text{ kNm}$

$V_{Sd} = 440 \text{ kN} < V_{pl,z,Rd} = 762 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 440 \text{ kN} < N_{pl,Rd} = 0,25 \cdot 4019 = 1005 \text{ kN}$

Variante 2

Auflagerkraft: $A_d = 225 \cdot 1,15 = 259 \text{ kN/m}$ (Umrechnung in BS-P, da auch Steifen)

Schnittgrößen: $M_{Sd} = 259 \cdot 4,25^2 / 8 = 585 \text{ kNm}$

$V_{Sd} = 259 \cdot 4,25 / 2 = 550 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 259 \cdot 4,25 / 2 = 550 \text{ kN}$

Gewählt: HEB 360 , S235

Nachweis: $M_{Sd} = 585 \text{ kNm} < M_{ply,Rd} = 630 \text{ kNm}$

$V_{Sd} = 550 \text{ kN} < V_{pl,z,Rd} = 827 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 550 \text{ kN} < N_{pl,Rd} = 0,25 \cdot 4254 = 1063 \text{ kN}$

11.4 Auftriebsnachweis:

$A_d = 1,05 \cdot 4,67 \cdot 10 \cdot 4,7^2 = 1083 \text{ kN}$

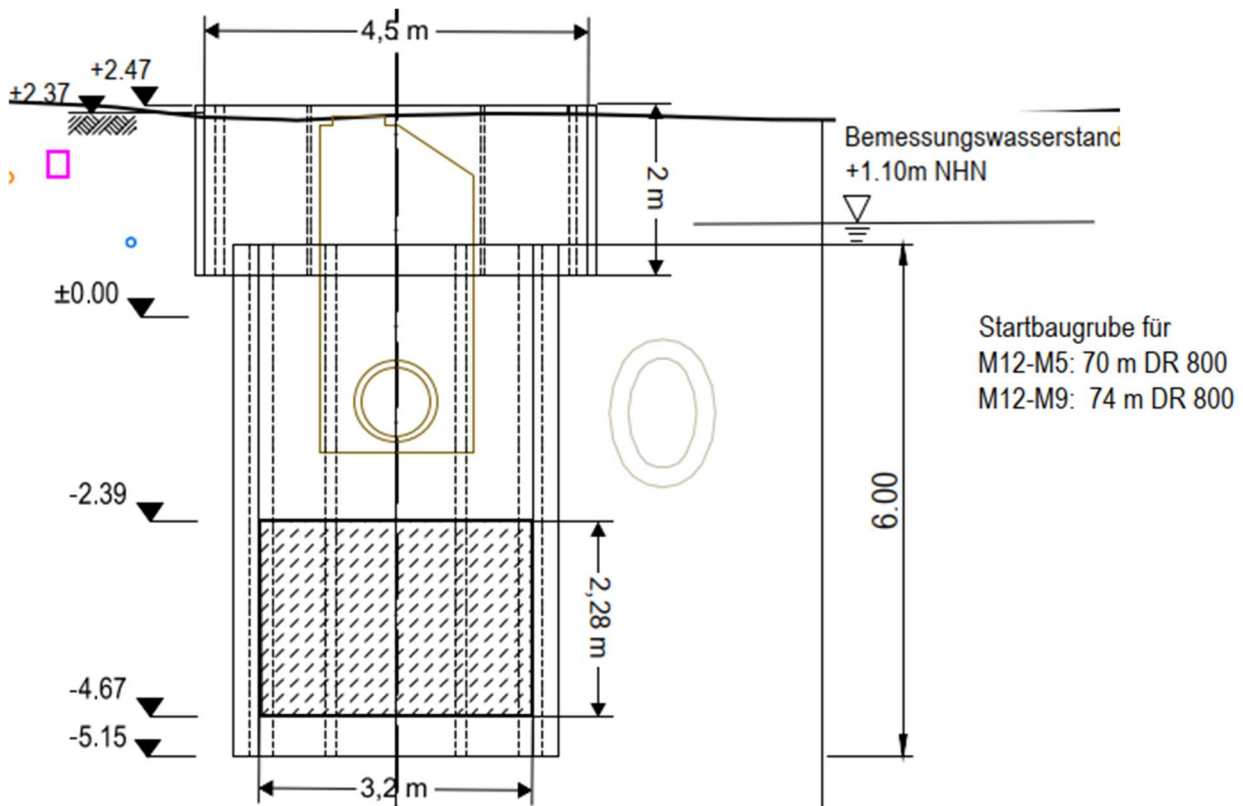
$\leq G (\text{UWS}) + E_{av,k} = 0,95 \cdot 23 \cdot 4,7^2 + 0,95 \cdot 74 \cdot 4 \cdot 4,7 = 483 + 1322 = 1805 \text{ kN}$

Die Sohle muss an die Spundwand durch eingestellte Stahlträger angeschlossen werden.

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
 Bedingung: $P_{v,k} + G_{v,k} + E_{av,k} \geq B_{v,k}$
 $G_{v,k} = 12.89 \text{ kN/m}$
 $P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$
 $E_{av,k} = 73.75 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 302.77 \text{ kN/m}$)
 $B_{v,k} = 76.40 \text{ kN/m}$
 Summe $V(g+q),k = 10.24 \text{ (Druck) kN/m}$

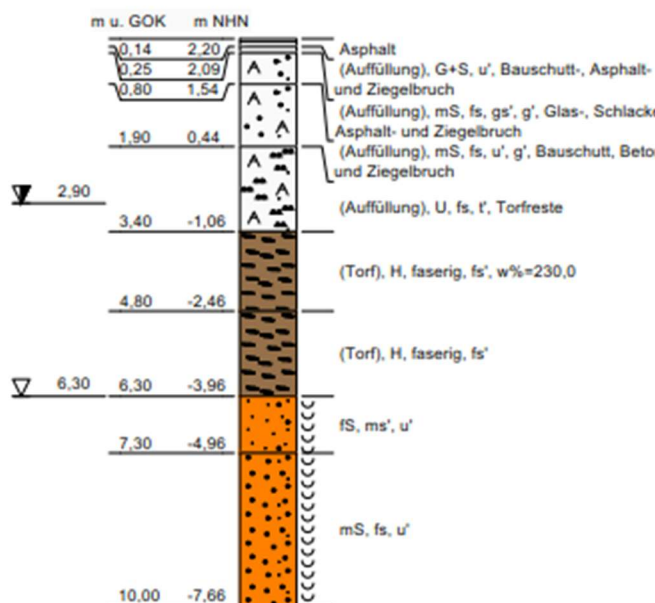
12 Senkschachtbaugrube M12 – Startbaugrube

12.1 Geometrie, Bodenprofil



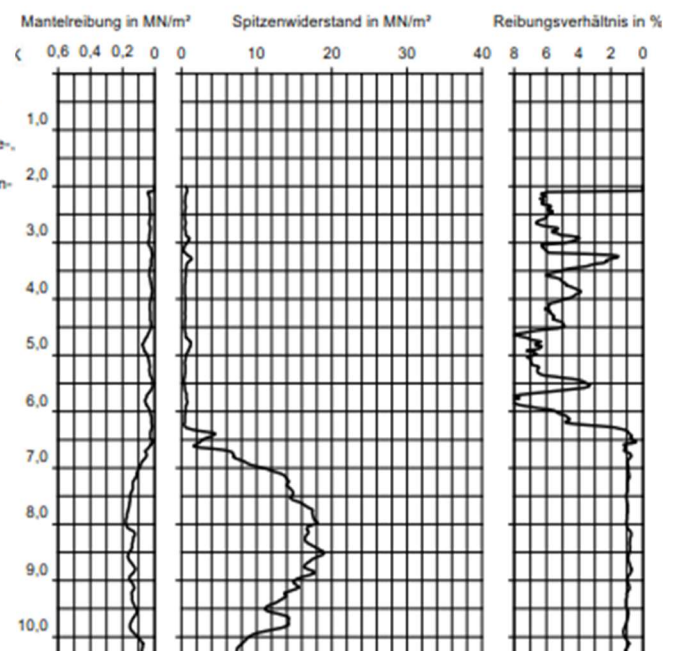
Grundriß: oberer Stahlring $\varnothing_i = 4,5 \text{ m}$ / unterer Betonring $\varnothing_i = 3,2 \text{ m}$
Tiefe: $D = 2,34 \text{ m} + M = -1,40 \text{ m} \rightarrow 2,34 + 1,40 + 0,99 = 4,73 \text{ m}$

KRB 24 +2,34 m NHN



igrube

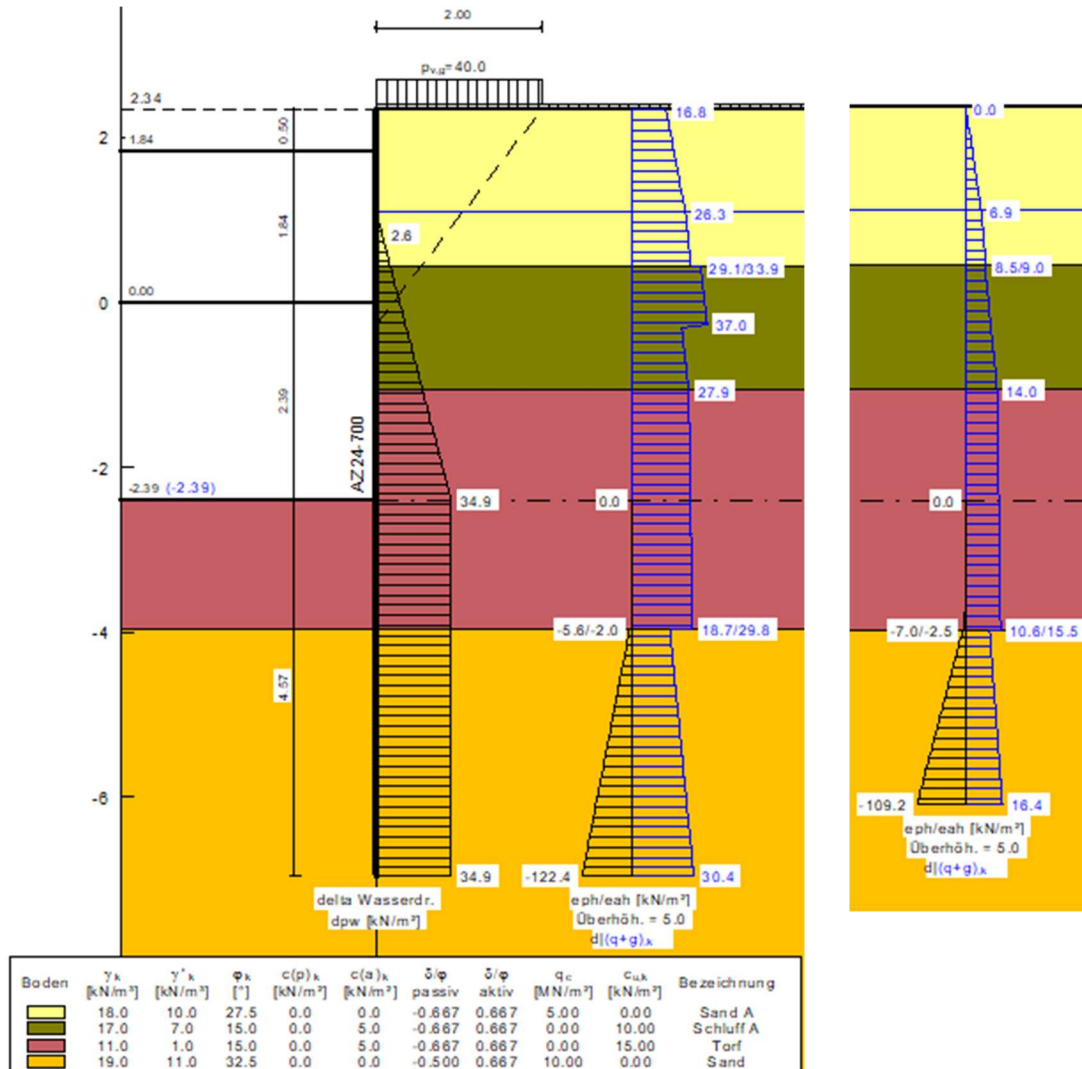
CPT 12 +2,32 m NHN



12.2 Bemessung Senkschacht

Nachbarbebauung: Gebäude in > 12 m Entfernung zur Baugrube – werden nicht berücksichtigt

Erddruckansatz: erhöht aktiv 50%, da der Verbau sehr steif ist



Betonrohr - biegesteif:

Maximaler Erddruck aus erhöht aktiven Erddruck und Verkehr: $e_{\max} = 37,0 \text{ kN/m}^2$

Minimaler Erddruck aus aktiven Erddruck ohne Verkehr: $e_{\min} = 11,5 \text{ kN/m}^2$

radialen umlaufenden Belastung von 11,5 kN/m² und einer gegenüberliegend angesetzten Überlast von 25,5 kN/m²

Hamco LinerPlate 2-Flansch mit $t = 6 \text{ mm}$ - biegeweich:

Aufgrund der Biegeweichheit werden auch bei einseitiger Verkehrsbelastung passiver Erddruck erzeugt und die Belastung auf den Ring führt dadurch immer auf eine ungefähre gleichmäßige Radialbelastung. Angesetzt

Maximaler Erddruck aus Baggerlast 40 kN/m²: $e_{\max} = 12,9 \text{ kN/m}^2$

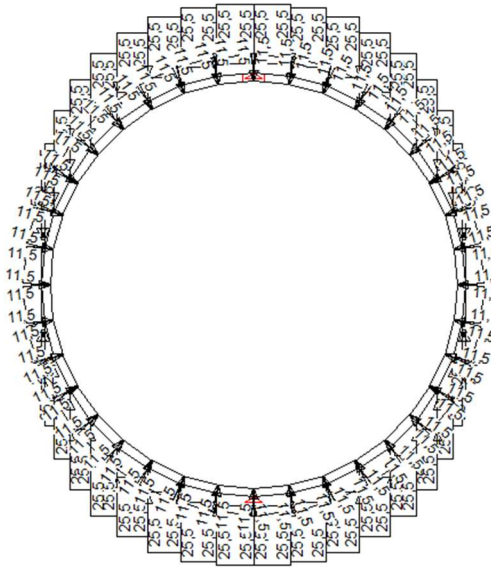
Minimaler Erddruck aus erhöht aktiven Erddruck ohne Verkehr: $e_{\min} = 12,0 \text{ kN/m}^2$

radialen umlaufenden Belastung von $12 + 12,9 - 2,5 = 22,4 \text{ kN/m}^2$ und einer gegenüberliegend angesetzten Überlast von 2,5 kN/m²

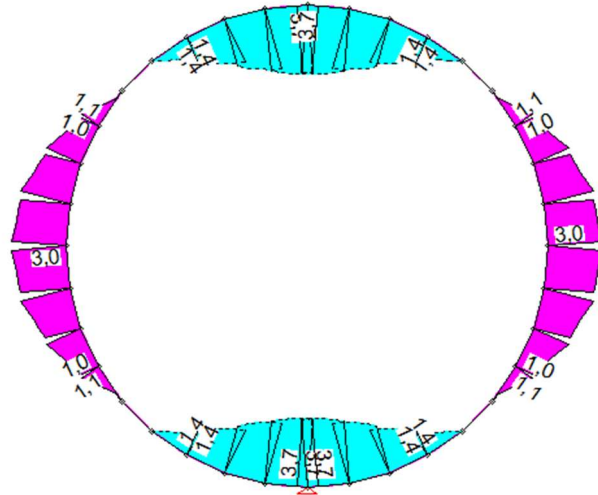
Bemessung Betonrohr

mit 20 cm Wandstärke in C 30/37 und 3 cm Randabstand der Bewehrung

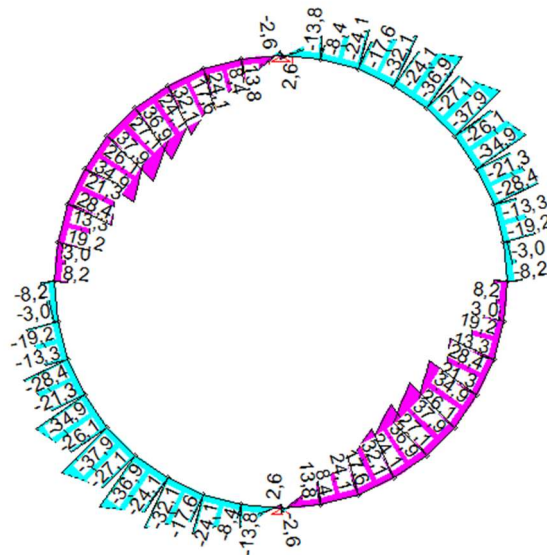
Belastung



Bewehrung max $A_s = 3,7 \text{ cm}^2/\text{m}$



Querkraft: $V_{Sd} = 38 \text{ kN} < V_{Rdc} = 86 \text{ kN/m} \rightarrow$ keine Schubbewehrung



Bemessung Hamco LinerPlate 2-Flansch mit $t = 6 \text{ mm}$:

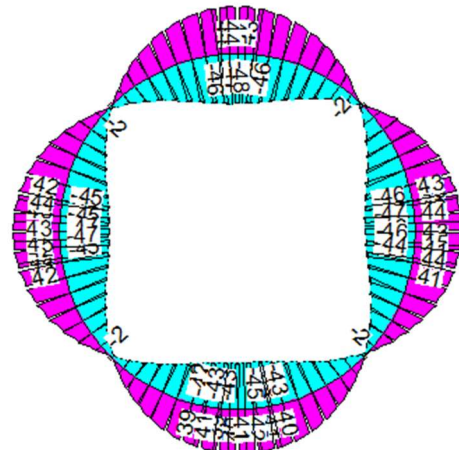
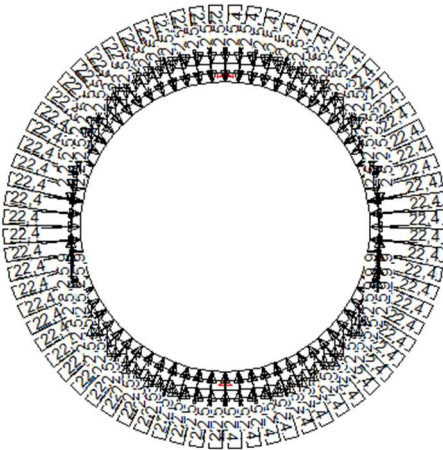
$I = 192 \text{ cm}^4/\text{m}$ entspricht Blech mit der Dicke von $\sqrt[3]{(192 \cdot 12/100)} = 2,8 \text{ cm}$

$W = 67,75 \text{ cm}^3/\text{m}$ entspricht Blech mit der Dicke von $\sqrt{(67,75 \cdot 6/100)} = 2,0 \text{ cm}$

Gerechnet mit Stabwerk aus Blech $100 \times 2 \text{ cm}$ in S235

Belastung

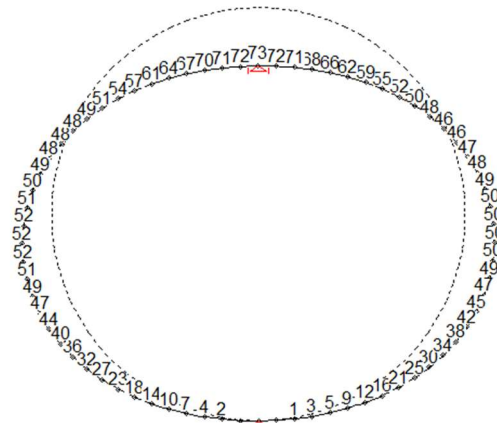
Spannung max $\sigma_{sd} = 1,5 \cdot 48 = 72 \text{ N/mm}^2$



Verformung

Die Verformung max $f = 36 \text{ mm}$ zeigt, dass auch die Überlast von $2,5 \text{ kN/m}^2$ schon zuviel ist, da für die einseitige Last sofort eine Bettung aktiviert wird.

Dadurch kommt es nicht zu einer Spannungsüberschreitung.



12.3 Auftriebsnachweis:

$$A_d = 1,05 \cdot 5,77 \cdot 10 \cdot 3,14 \cdot 3,6^2/4 = 617 \text{ kN}$$

$$\leq G \text{ (UWS + Senkschacht) } = 0,95 \cdot 2,28 \cdot 23 \cdot 3,14 \cdot 3,2^2/4 + 0,95 \cdot (3,6^2 - 3,2^2) \cdot 3,14/4 \cdot 6 \cdot 24 = 400 + 307 = 707 \text{ kN}$$

12.4 Vortrieb

Abschätzung der Vortriebskräfte und maximal mögliche Widerlagerkräfte max V:

Vortrieb von M12							
		m	m	kN/m ²	MN	m	MN
Typ	zu	DA	Länge	Reibung	Vortriebskraft	Widerlagerbreite	max V
Start	M5	1,1	70	5	1,2	3,1	1,22
Start	M8	1,1	74	5	1,3	3,4	1,3

Schacht M12 zu M5																
b =		3,1 m														
h Vortrieb =		3,5 m														
h	dh	y	h*y	phi	c	kph/2	kpch/2	h*y*kph	b+0,6*h*tan(phi)	eph	b+0,3*h*(1+1,5*tan(phi))	epch	epg	Ep	M	
1,24	1,24	19	23,56	25	0	1,78	2,16	41,9	3,45	145	3,73	0	145	0	0	
1,9	0,66	10	30,16	25	0	1,78	2,16	53,7	3,63	195	4,07	0	195	0	0	
1,9	0	5	30,16	15	5	1,125	1,6	33,9	3,41	116	3,90	31	147	0	0	
3,4	1,5	5	37,66	15	5	1,125	1,6	42,4	3,65	154	4,53	36	191	253	612	
3,4	0	1	37,66	15	5	0,98	1,5	36,9	3,65	135	4,53	34	169	0	0	
6,3	2,9	1	40,56	15	5	0,98	1,5	39,7	4,11	163	5,75	43	207	544	109	
6,3	0	11	40,56	32,5		3		121,7	5,51	670			670	0	0	
6,87	0,57	11	46,83	32,5		3		140,5	5,73	804			804	420	-628	
														1217	93	
halber räumlicher passiver Erddruck:						1,22	MN									

Schacht M12 zu M5																
b =		3,4 m														
h Vortrieb =		3,5 m														
h	dh	y	h*y	phi	c	kph/2	kpch/2	h*y*kph	b+0,6*h*tan(phi)	eph	b+0,3*h*(1+1,5*tan(phi))	epch	epg	Ep	M	
1,24	1,24	19	23,56	25	0	1,78	2,16	41,9	3,75	157	4,03	0	157	0	0	
1,9	0,66	10	30,16	25	0	1,78	2,16	53,7	3,93	211	4,37	0	211	0	0	
1,9	0	5	30,16	15	5	1,125	1,6	33,9	3,71	126	4,20	34	159	0	0	
3,4	1,5	5	37,66	15	5	1,125	1,6	42,4	3,95	167	4,83	39	206	274	662	
3,4	0	1	37,66	15	5	0,98	1,5	36,9	3,95	146	4,83	36	182	0	0	
6,3	2,9	1	40,56	15	5	0,98	1,5	39,7	4,41	175	6,05	45	221	584	119	
6,3	0	11	40,56	32,5		3		121,7	5,81	707			707	0	0	
6,87	0,57	11	46,83	32,5		3		140,5	6,03	847			847	443	-661	
														1300	120	
halber räumlicher passiver Erddruck:						1,30	MN									

Für das Erdwiderlager wird die volle Breite des Senkrohes gebraucht. 0 0

Der Senkschacht wird durch den Vortrieb zusätzlich belastet und erfordert zusätzliche Bewehrung.

Berechnung als FEM-Schalenmodell

System und Belastung:

Senkschachtwand 20 cm dick in C 30/37

- 2-FL d=0,2  Bettung aufgefüllter Sand mit 6,5 MN/m³
- 3-FL d=0,2  Bettung aufgefüllter Schluff mit 5 MN/m³
- 4-FL d=0,2  Bettung Torf mit 1 MN/m³
- 5-FL d=0,2  Bettung Sand mit 20 MN/m³

Die Unterkante des Schachtes wird mit einer Federkonstante von 20 MN/m² vertikal gehalten.

Vortriebskraft von 1,3 MN auf einer Fläche von 2 x 2,4 m

Das Eigengewicht der Unterwasserbetonsohle wird als Ringlast von 40 kN/m auf den Schacht angesetzt.

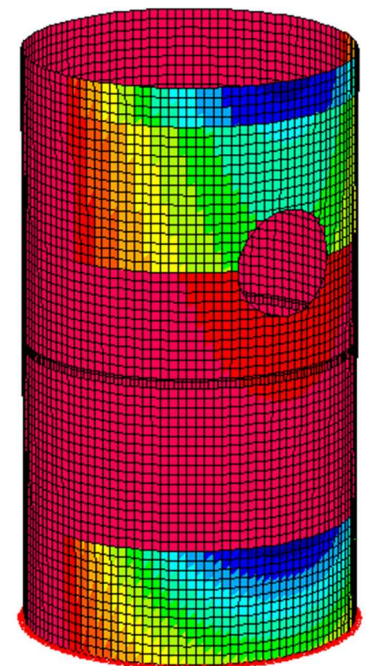
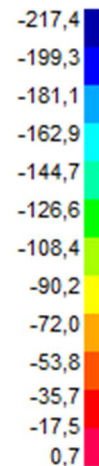
Zugbettung und Zugkräfte an der UK Schacht werden ausgeschlossen.

In der Mitte des Schachte ist eine Gelenkfuge angeordnet, da der Schacht aus zwei Fertigteilrohren bestehen soll. Normal- und Querkräfte müssen über Verbindungsmittel übertragen werden können.

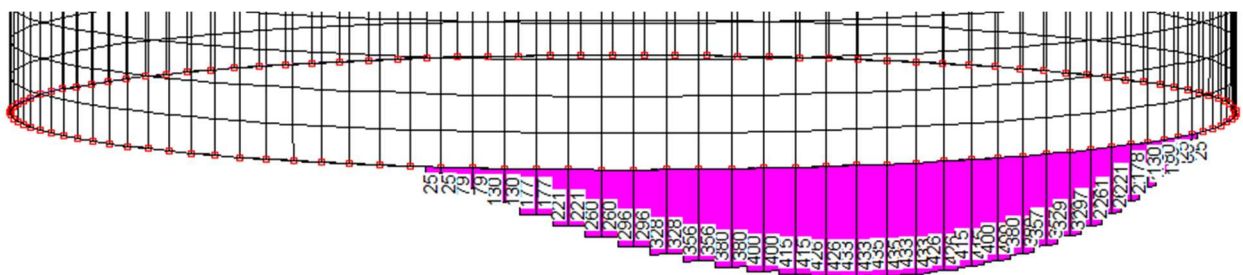
Bettungskräfte:

aufgefüllter Sand:	205 kN/m ²	< 211 kN/m ²
aufgefüllter Schluff:	150 kN/m ²	< 159 kN/m ²
Torf:	21 kN/m ²	< 182 kN/m ²
Sand	277kN/m ²	< 707 kN/m ²

Werte des zulässigen Erwiderstandes
siehe Tabelle auf der Seite zuvor.



Auflagerkräfte an UK Schacht: max. A = 435 kN/m

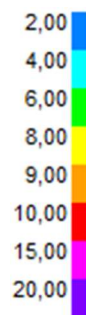
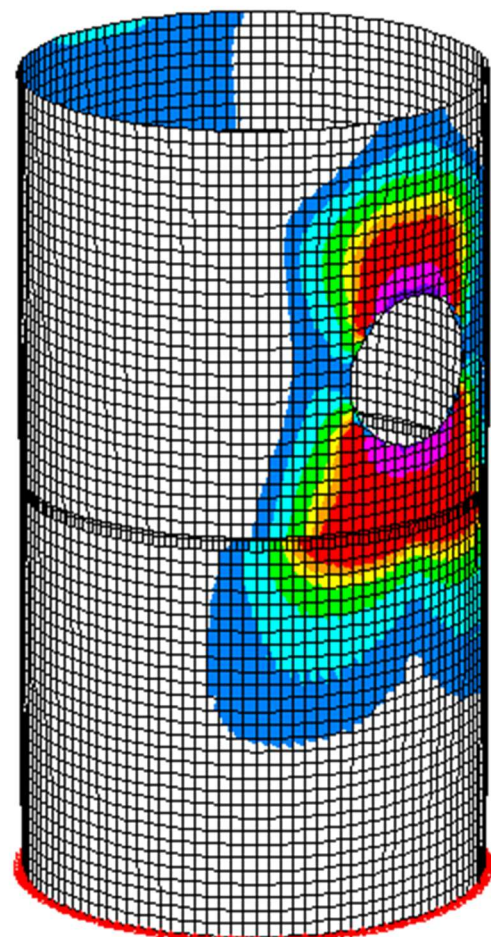
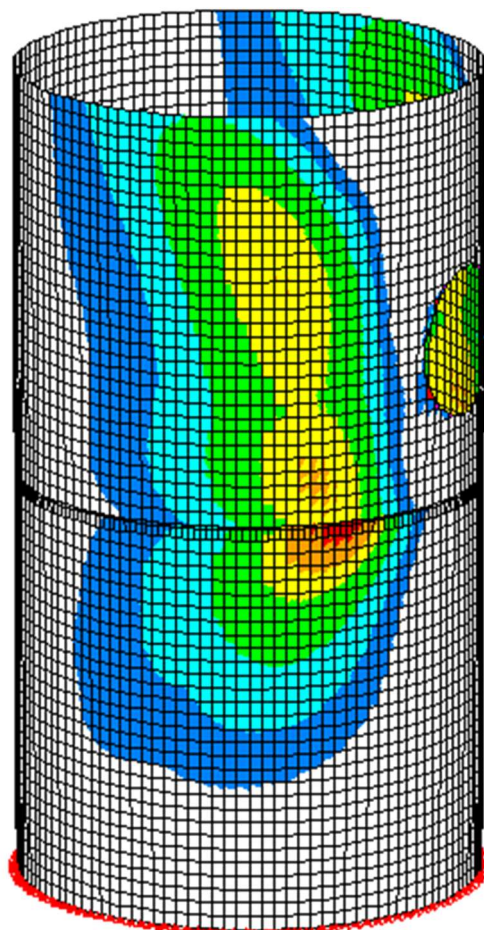


Verformung: max u am Schachtkopf = 36 mm

Horizontale Bewehrung:

Innen

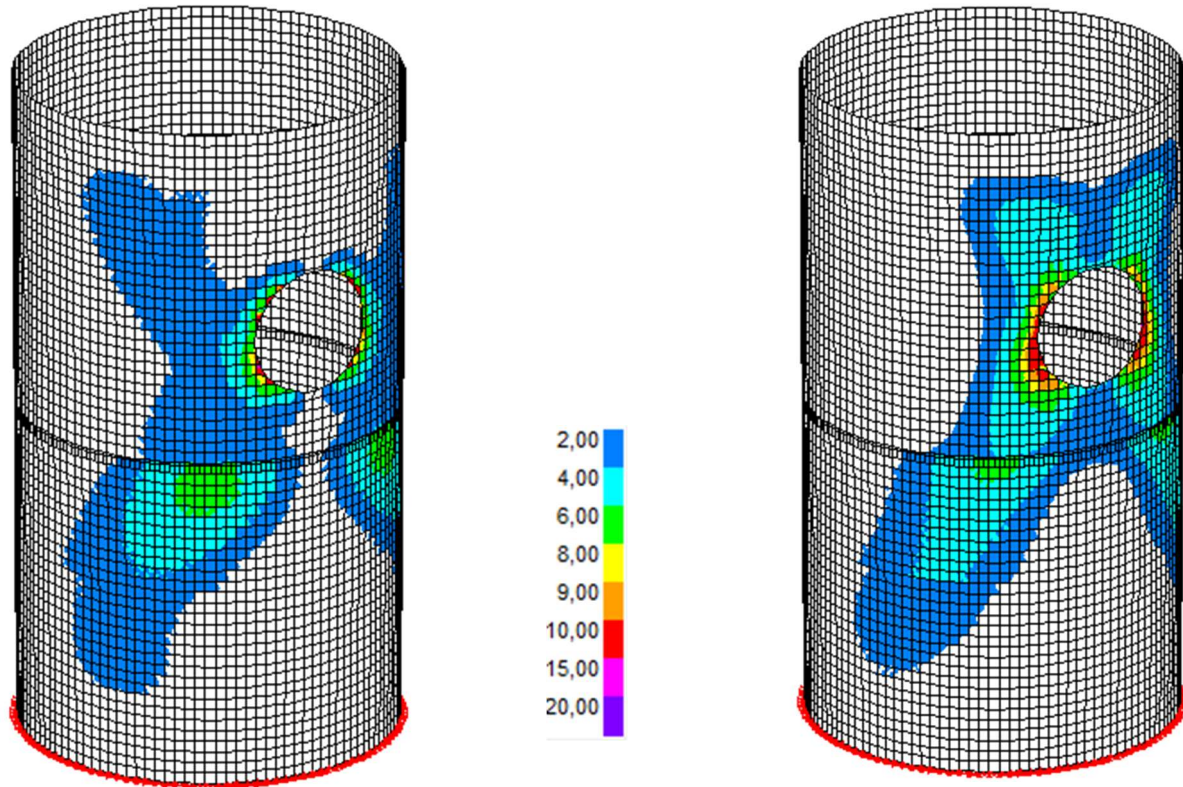
außen



Vertikale Bewehrung:

Innen

außen

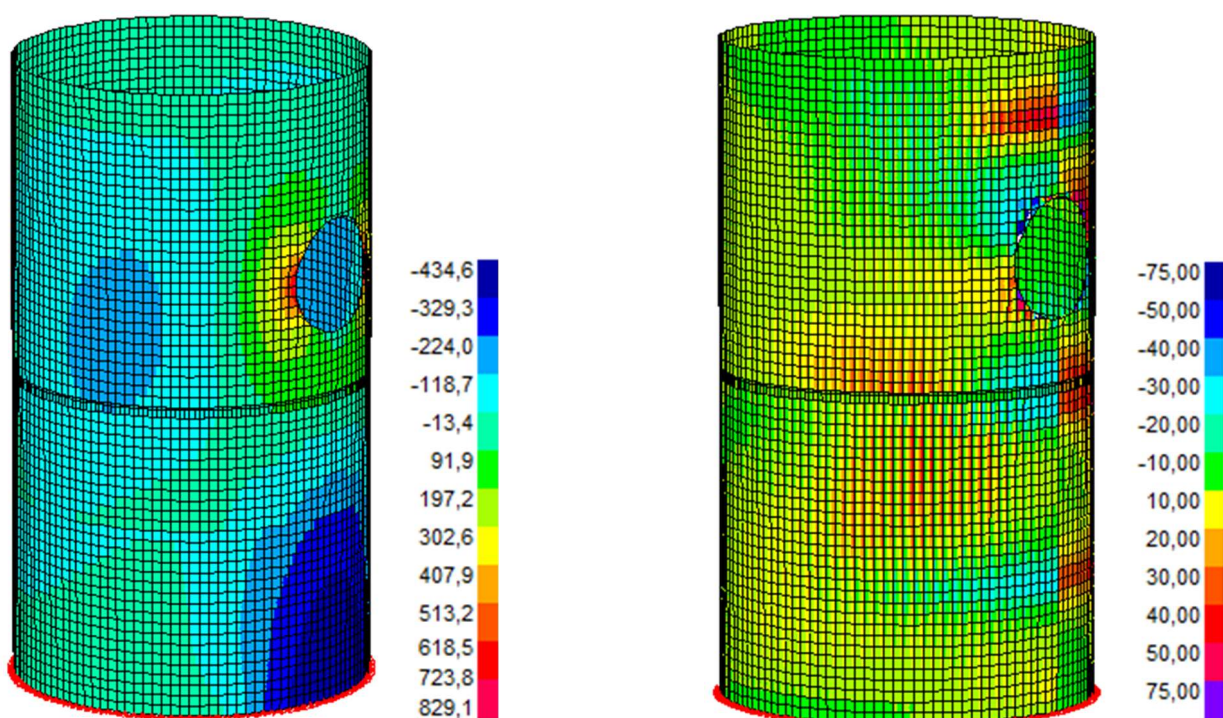


Der Senkschacht muss als monolithische Rohr wirken, um die Pressenkräfte abzutragen.

Bei Fertigteilen müssen die Verbindungsmittel für die auftretenden Schnittkräfte bemessen werden.

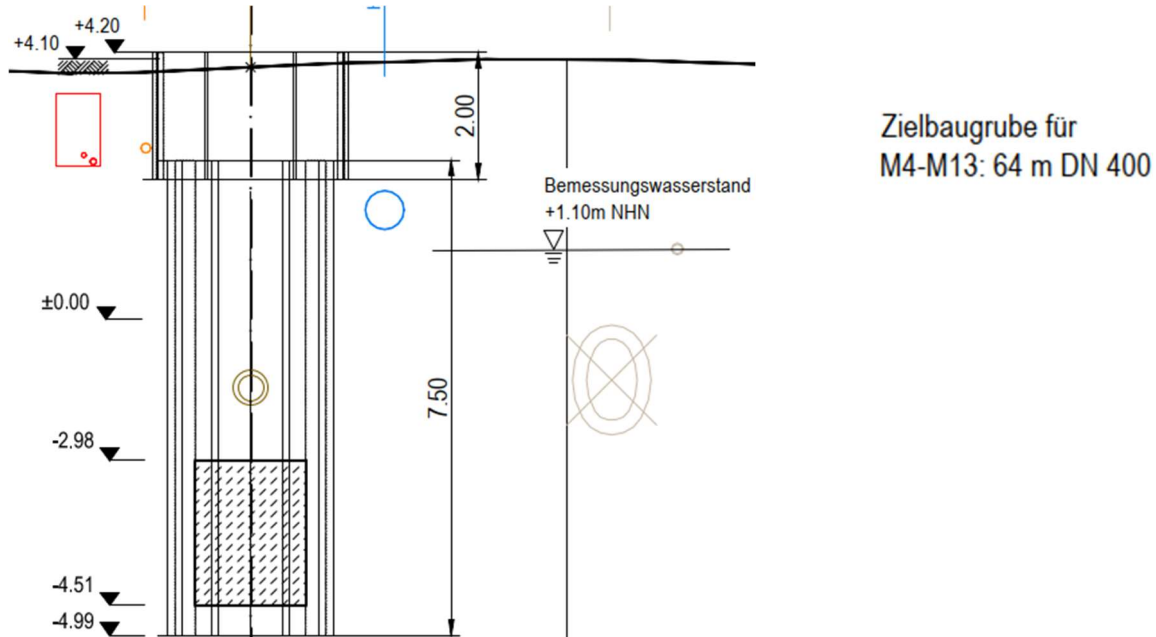
Vertikale Normalkräfte

Querkkräfte



13 Senkschachtbaugrube M13 – Zielbaugrube (M4 – M13 DN400)

13.1 Geometrie, Bodenprofil

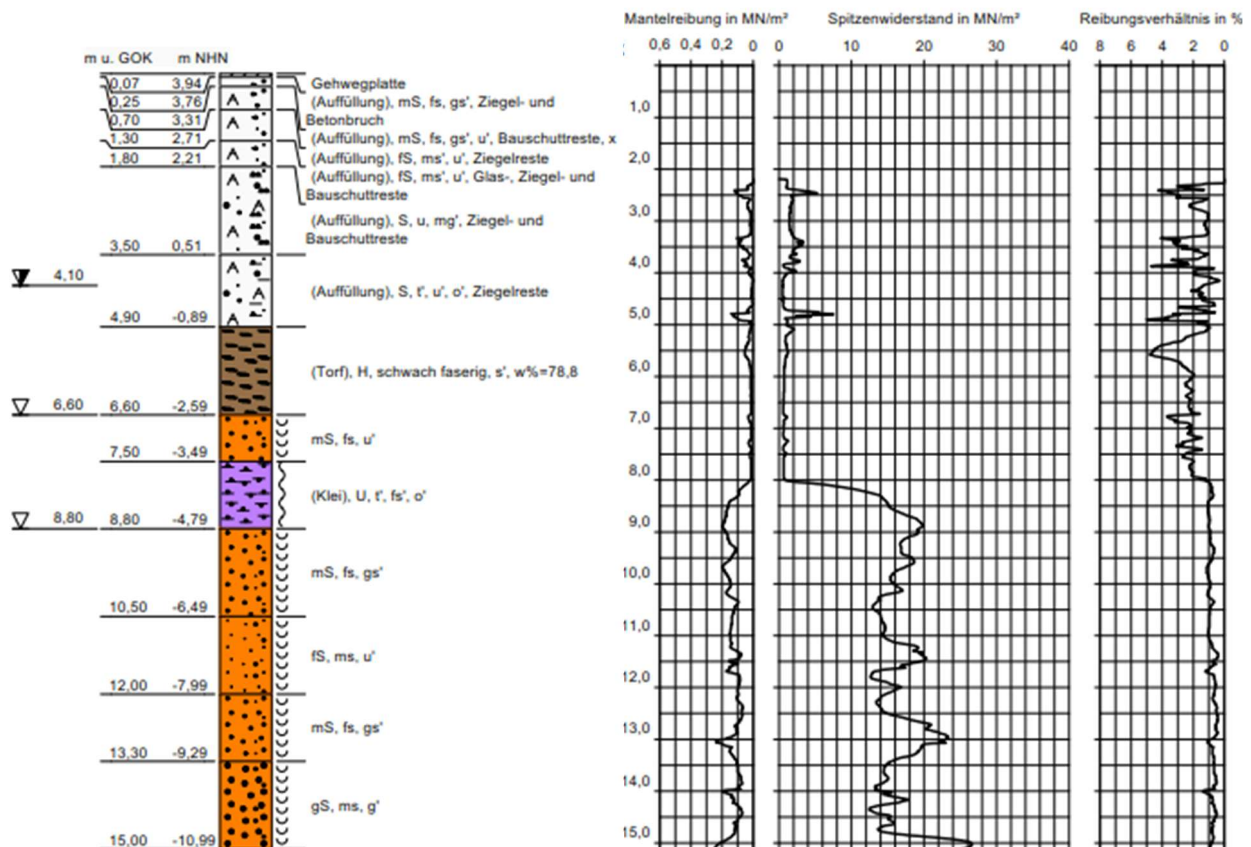


Grundriß: oberer Stahlring $\varnothing_i = 3,2 \text{ m}$ / unterer Betonring $\varnothing_i = 2,2 \text{ m}$

Tiefe: $D = 3,98 \text{ m} + M = -1,29 \text{ m} \rightarrow 3,98 + 1,29 + 1,69 = 6,96 \text{ m}$

KRB 19
+4,01 m NHN

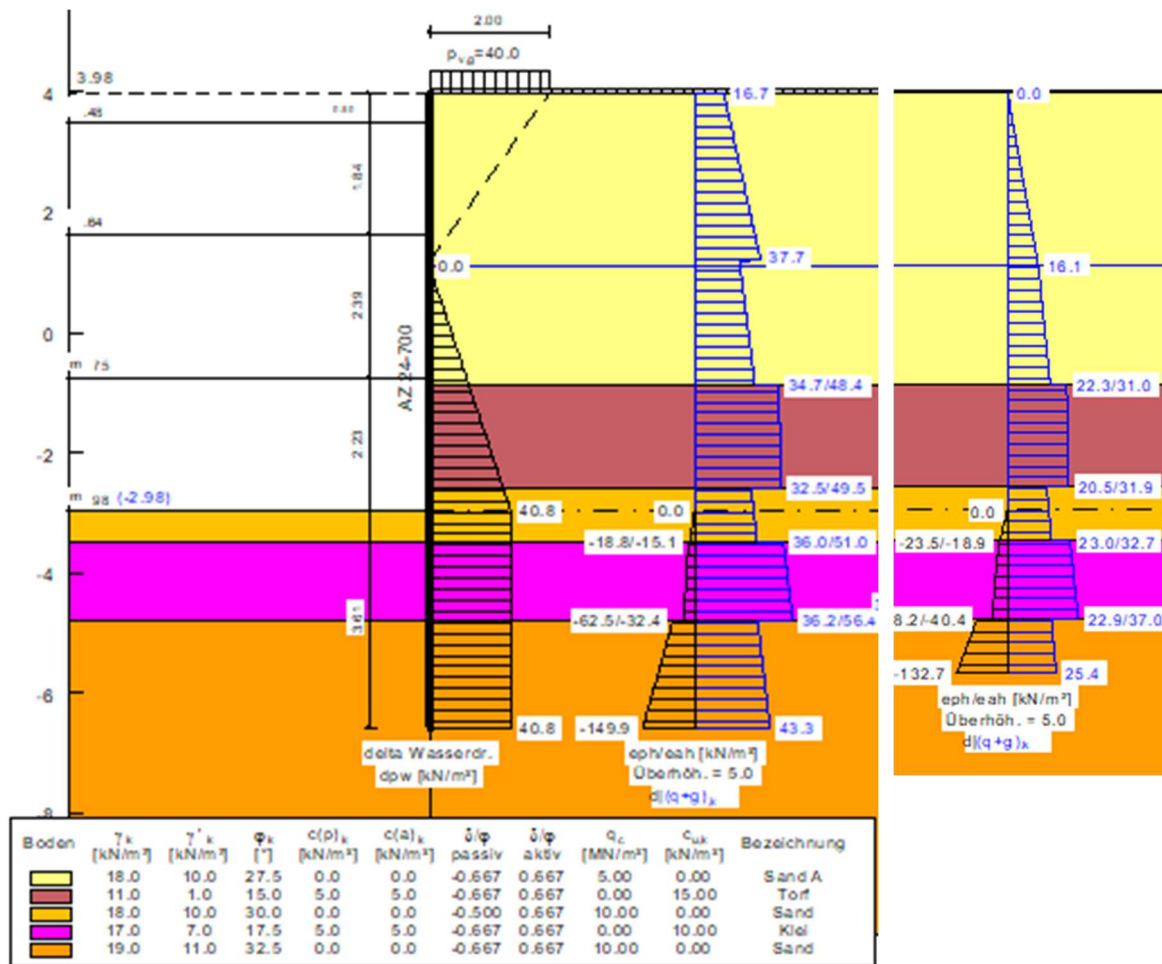
CPT 10
+3,83 m NHN



13.2 Bemessung Senkschacht

Nachbarbebauung: keine

Erddruckansatz: erhöht aktiv 50%, da der Verbau sehr steif ist



Betonrohr - biegesteif:

Maximaler Erddruck aus erhöht aktiven Erddruck und Verkehr: $e_{\max} = 56,4 \text{ kN/m}^2$

Minimaler Erddruck aus aktiven Erddruck ohne Verkehr: $e_{\min} = 22,9 \text{ kN/m}^2$

radialen umlaufenden Belastung von $22,9 \text{ kN/m}^2$ und einer gegenüberliegend angesetzten Überlast von $33,5 \text{ kN/m}^2$

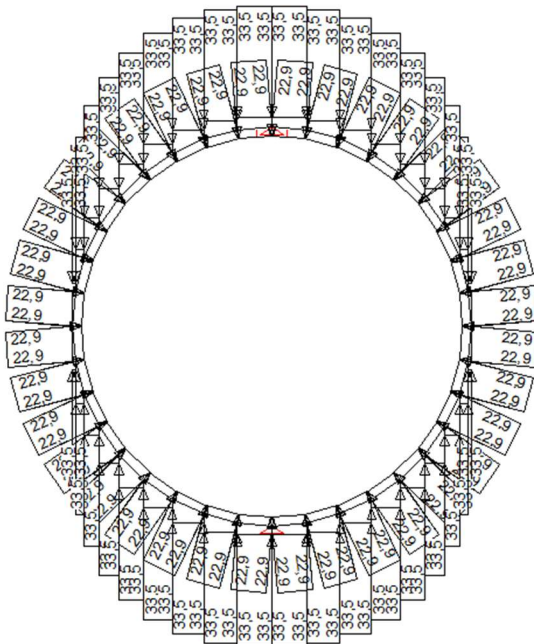
Hamco LinerPlate 2-Flansch mit $t = 6 \text{ mm}$ - biegeweich:

Nachweis wie bei Baugrube M12

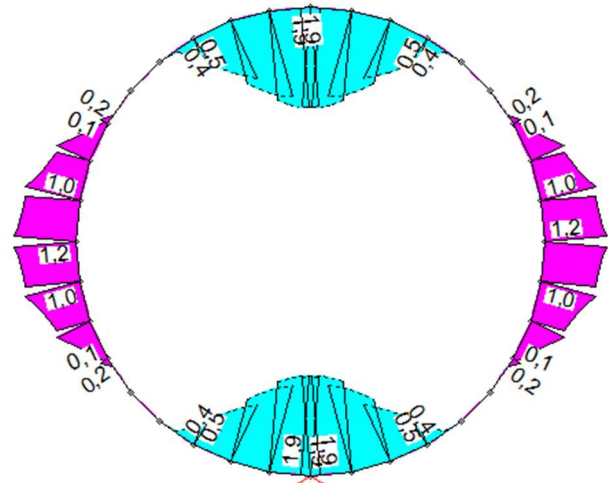
Bemessung Betonrohr

mit 20 cm Wandstärke in C 30/37 und 4 cm Randabstand der Bewehrung mit einer radialen umlaufenden Belastung von 7 kN/m² und einer gegenüberliegend angesetzten Überlast von 30 kN/m²:

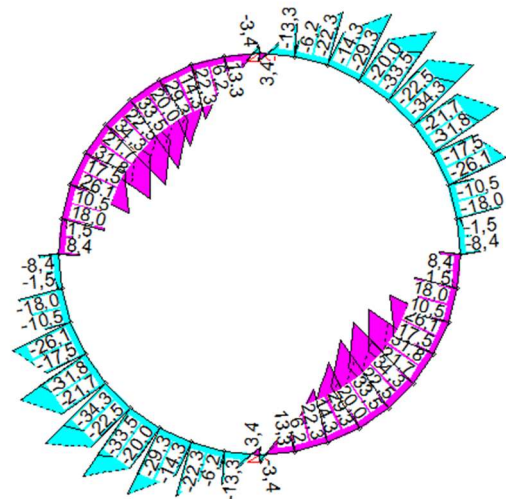
Belastung



Bewehrung max $A_s = 4,4 \text{ cm}^2/\text{m}$



Querkraft: $V_{Sd} = 35 \text{ kN} < V_{Rdc} = 86 \text{ kN/m} \rightarrow$ keine Schubbewehrung



13.3 Auftriebsnachweis:

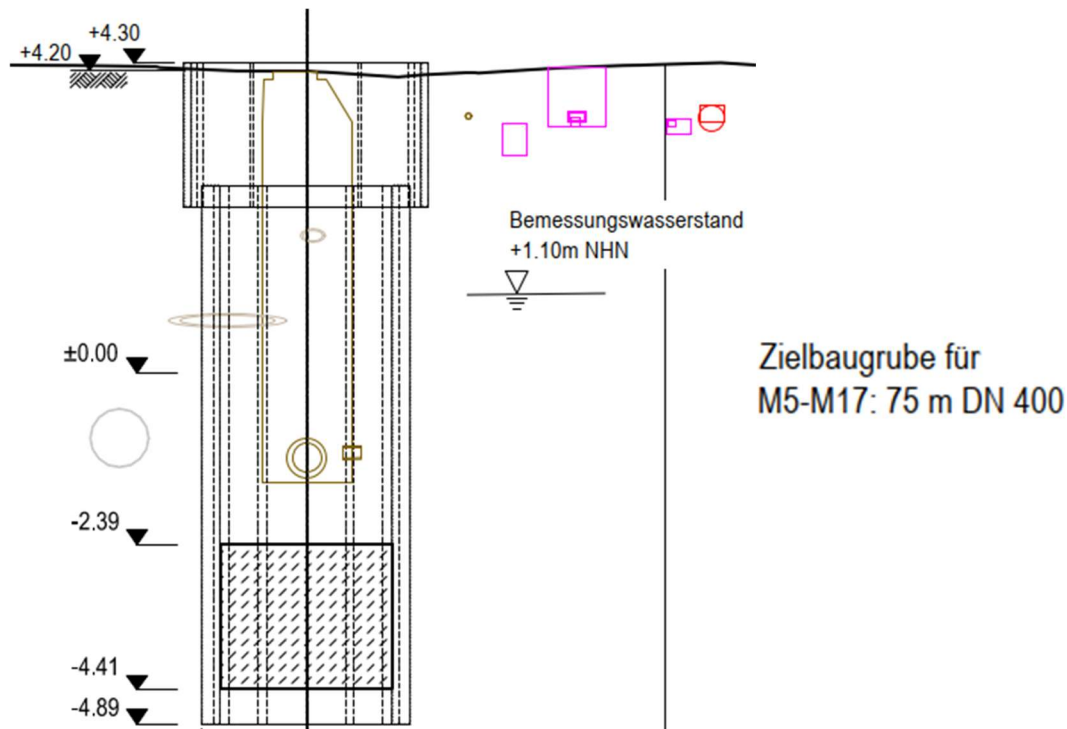
$$A_d = 1,05 \cdot 5,61 \cdot 10 \cdot 3,14 \cdot 2,6^2 / 4 = 313 \text{ kN}$$

$$\leq G \text{ (UWS + Senkschacht) } = 0,95 \cdot 2,3 \cdot 23 \cdot 3,14 \cdot 2,2^2 / 4 + 0,95 \cdot (2,6^2 - 2,2^2) \cdot 3,14 / 4 \cdot 7 \cdot 24$$

$$= 191 + 240 = 431 \text{ kN}$$

14 Senkschachtbaugrube M17 – Zielbaugrube (M4 – M17 DN400)

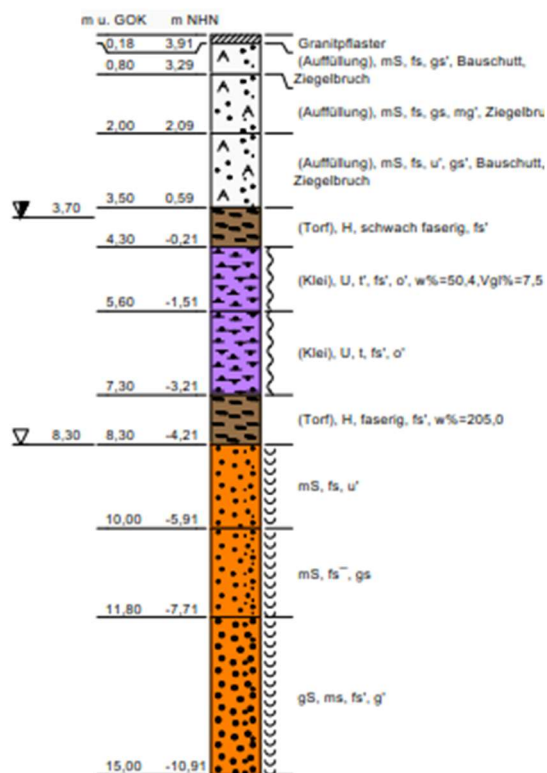
14.1 Geometrie, Bodenprofil



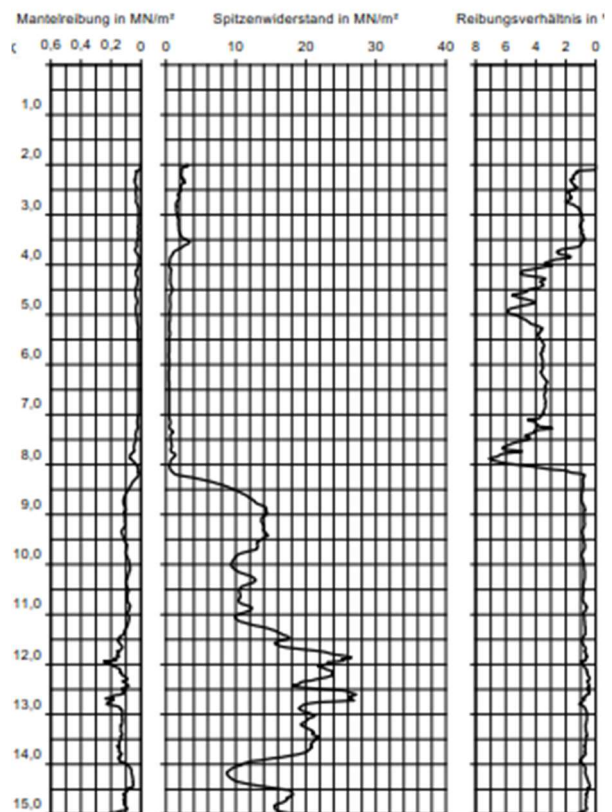
Grundriß: oberer Stahlring Øi = 3,4 m / unterer Betonring Øi = 2,4 m

Tiefe: D = 4,18 m + M = -1,40 m → 4,18+1,40+0,99 = 6,57 m

KRB 26
+4,09 m NHN



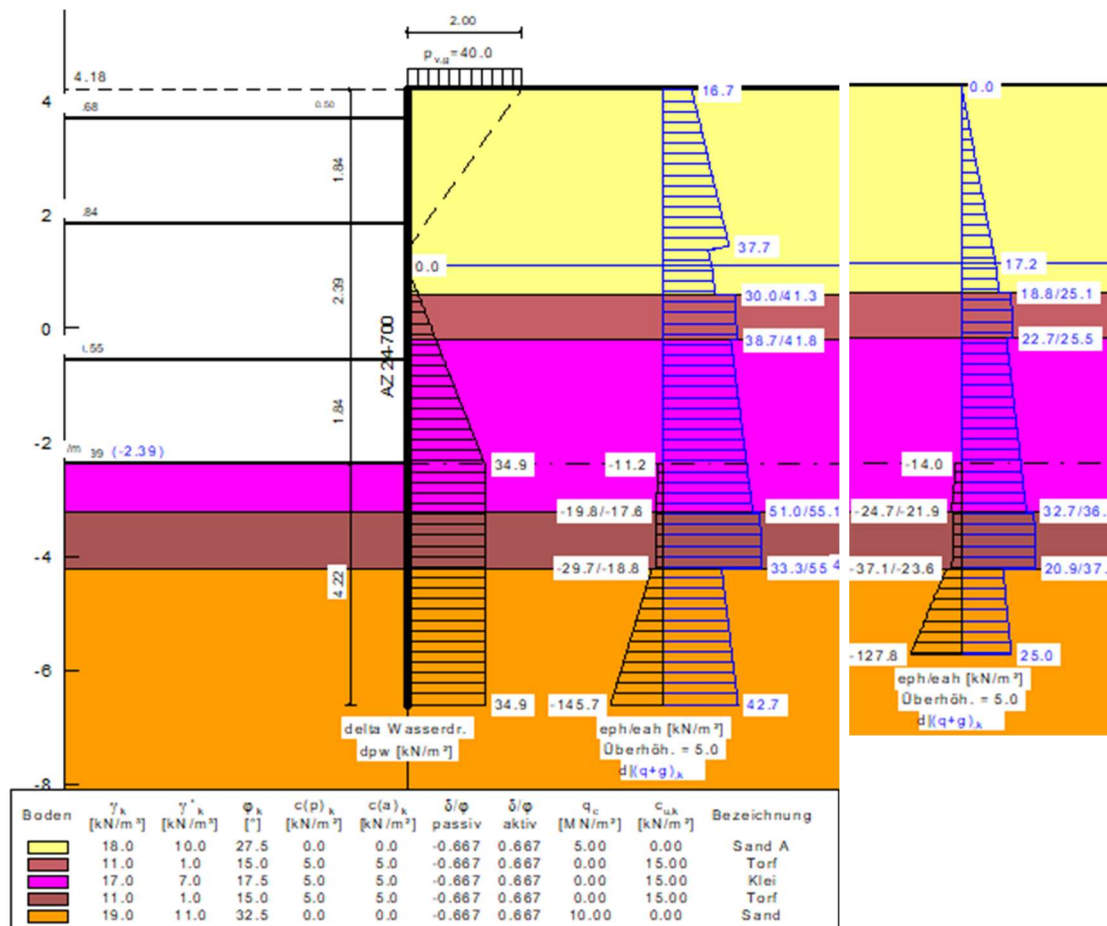
CPT 13
+4,15 m NHN



14.2 Bemessung Senkschacht

Nachbarbebauung: Gebäude in > 11 m Entfernung zur Baugrube – werden nicht berücksichtigt

Erddruckansatz: erhöht aktiv 50%, da der Verbau sehr steif ist



Betonrohr - biegesteif:

Maximaler Erddruck aus erhöht aktiven Erddruck und Verkehr: $e_{max} = 55 \text{ kN/m}^2$

Minimaler Erddruck aus aktiven Erddruck ohne Verkehr: $e_{min} = 20,9 \text{ kN/m}^2$

radialen umlaufenden Belastung von 20,9 kN/m² und einer gegenüberliegend angesetzten Überlast von 34,1 kN/m²

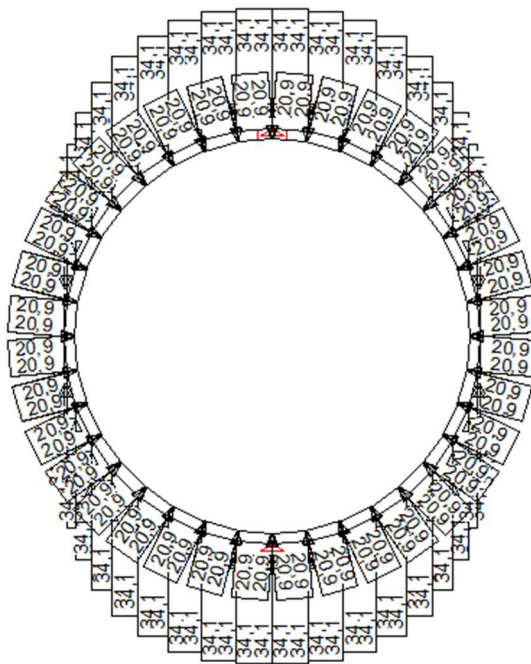
Hamco LinerPlate 2-Flansch mit $t = 6 \text{ mm}$ - biegeweich:

Nachweis wie bei Baugrube M12

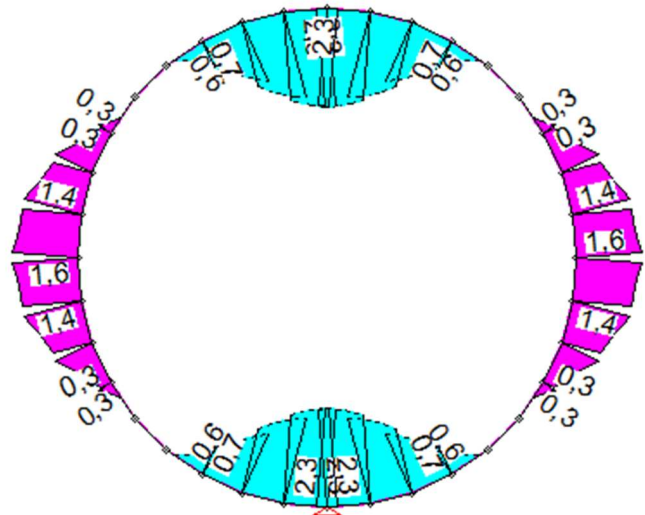
Bemessung Betonrohr

mit 20 cm Wandstärke in C 30/37 und 4 cm Randabstand der Bewehrung mit einer radialen umlaufenden Belastung von 7 kN/m² und einer gegenüberliegend angesetzten Überlast von 30 kN/m²:

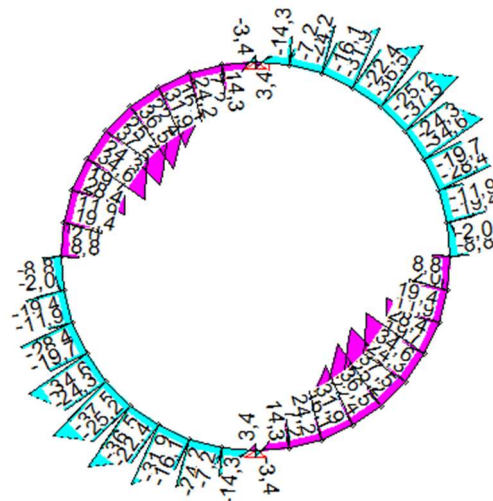
Belastung



Bewehrung max $A_s = 4,4 \text{ cm}^2/\text{m}$



Querkraft: $V_{Sd} = 41 \text{ kN} < V_{Rdc} = 86 \text{ kN/m} \rightarrow$ keine Schubbewehrung



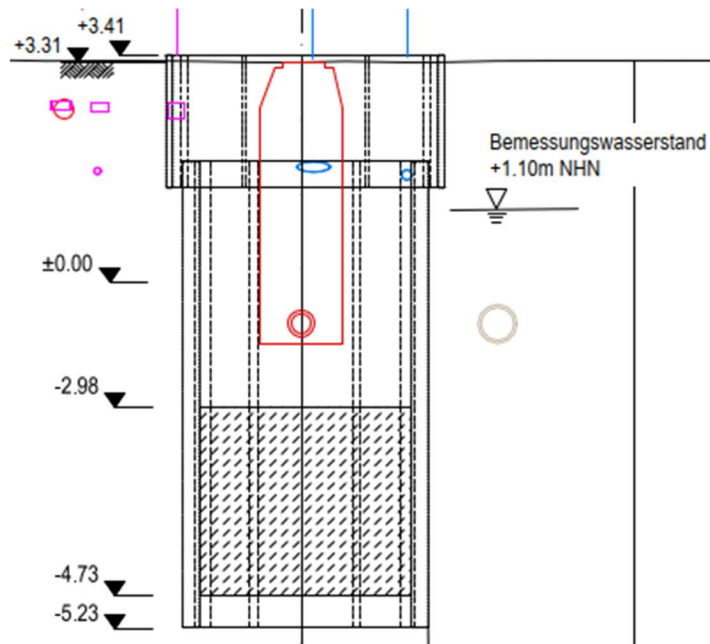
14.3 Auftriebsnachweis:

$$A_d = 1,05 \cdot 5,51 \cdot 10 \cdot 3,14 \cdot 2,8^2 / 4 = 356 \text{ kN}$$

$$\leq G \text{ (UWS + Senkschacht) } = 0,95 \cdot 2 \cdot 23 \cdot 3,14 \cdot 2,4^2 / 4 + 0,95 \cdot (2,8^2 - 2,4^2) \cdot 3,14 / 4 \cdot 6,85 \cdot 24 = 198 + 255 = 453 \text{ kN}$$

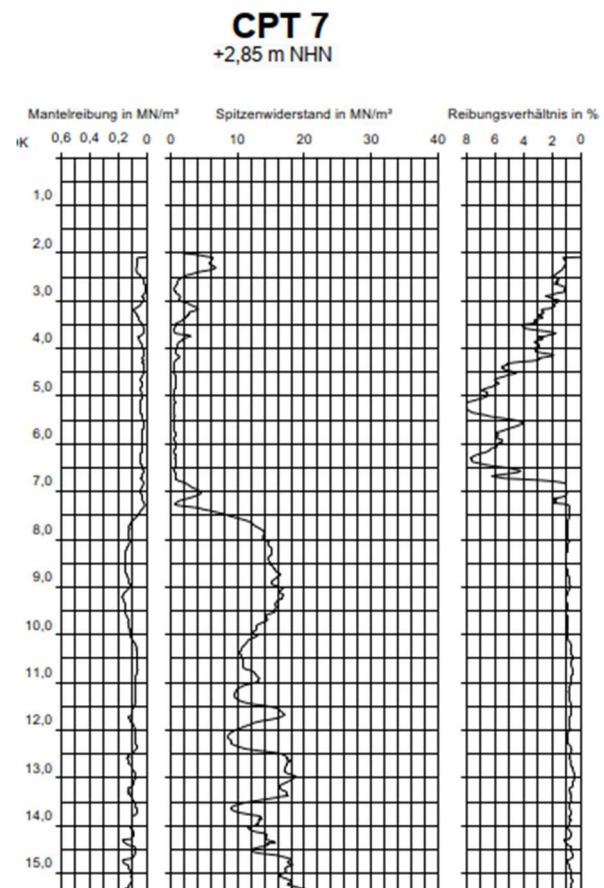
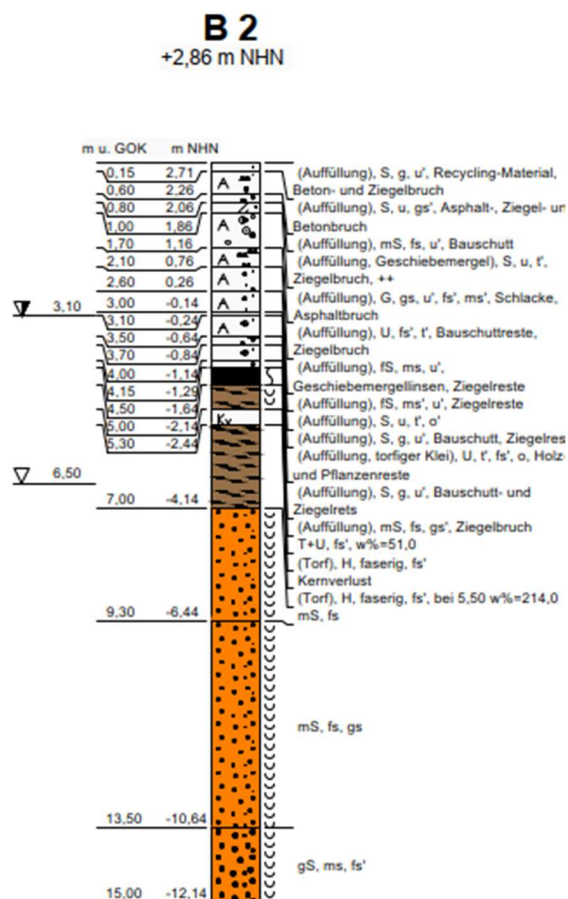
15 Senkschachtbaugrube S2– Startbaugrube DN 3200

15.1 Geometrie, Bodenprofil



Startbaugrube für
S2-S1: 13 m DN 300
S2-S3: 14 m DN 300
S2-S4: 50 m DN 300

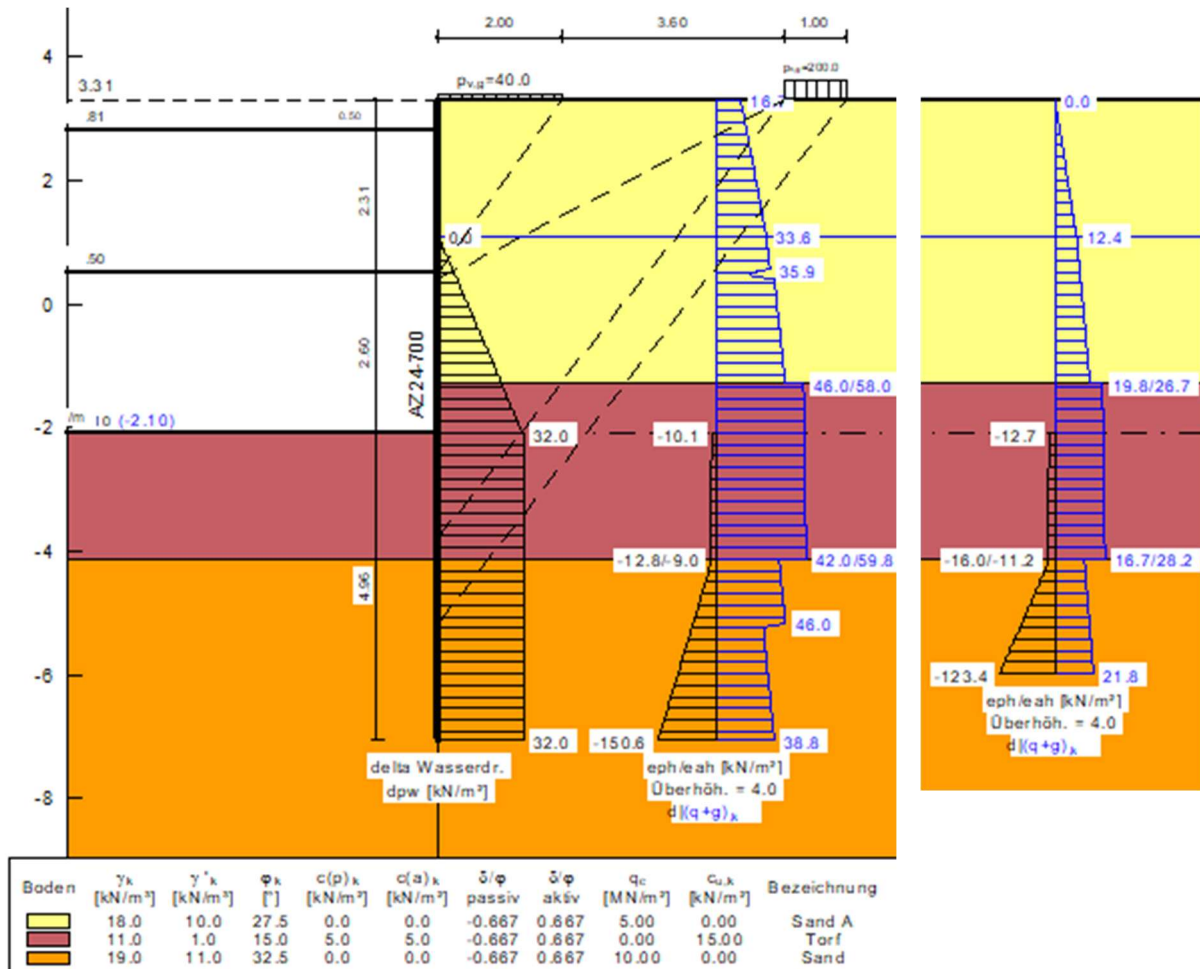
Grundriß: oberer Stahlring Øi = 4,0 m / unterer Betonring Øi = 3,2 m
Tiefe: D = 3,31 m + M = -0,88 m → 3,31+0,88+1,22 = 5,41 m



15.2 Bemessung Senkschacht

Nachbarbebauung: 8-geschossiges massives Wohngebäude in 5,6 m Entfernung zur Baugrube – wird mit einem Streifenfundament von 1 m Breite und 200 kN/m² angesetzt

Erddruckansatz: erhöht aktiv 50%, da der Verbau sehr steif ist



Betonrohr - biegesteif:

Maximaler Erddruck aus erhöht aktiven Erddruck und Verkehr: $e_{\max} = 60 \text{ kN/m}^2$

Minimaler Erddruck aus aktiven Erddruck ohne Verkehr: $e_{\min} = 16,7 \text{ kN/m}^2$

radialen umlaufenden Belastung von 16,7 kN/m² und einer gegenüberliegend angesetzten Überlast von 43,3 kN/m²

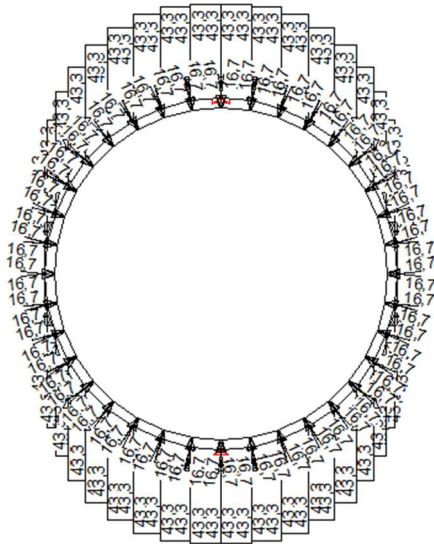
Hamco LinerPlate 2-Flansch mit $t = 6 \text{ mm}$ - biegeweich:

Nachweis wie bei Baugrube M12

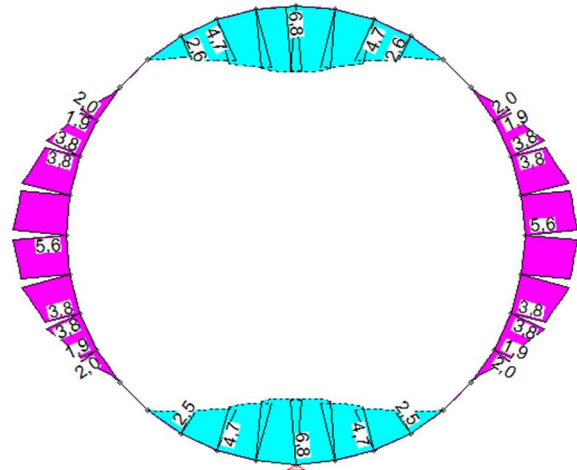
Bemessung Betonrohr

mit 20 cm Wandstärke in C 30/37 und 4 cm Randabstand der Bewehrung

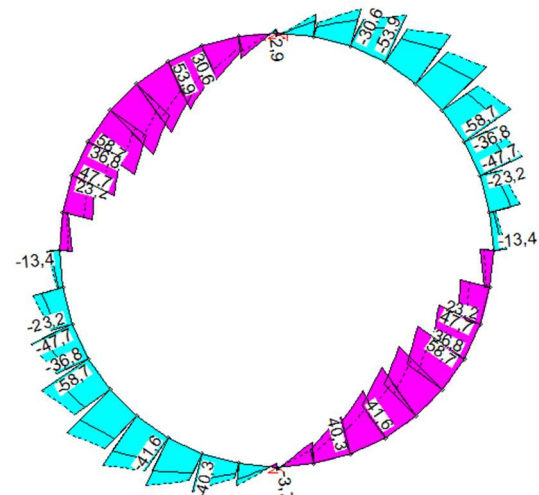
Belastung



Bewehrung max $A_s = 6,8 \text{ cm}^2/\text{m}$



Querkraft: $V_{Sd} = 38 \text{ kN} < V_{Rdc} = 86 \text{ kN/m} \rightarrow$ keine Schubbewehrung



15.3 Auftriebsnachweis:

$$A_d = 1,05 \cdot 5,83 \cdot 10 \cdot 3,14 \cdot 3,6^2 / 4 = 623 \text{ kN}$$

$$\leq G \text{ (UWS + Senkschacht)} = 0,95 \cdot 2,63 \cdot 23 \cdot 3,14 \cdot 3,2^2 / 4 + 0,95 \cdot (3,6^2 - 3,2^2) \cdot 3,14 / 4 \cdot 6,23 \cdot 24 = 462 + 303 = 765 \text{ kN}$$

15.4 Vortrieb

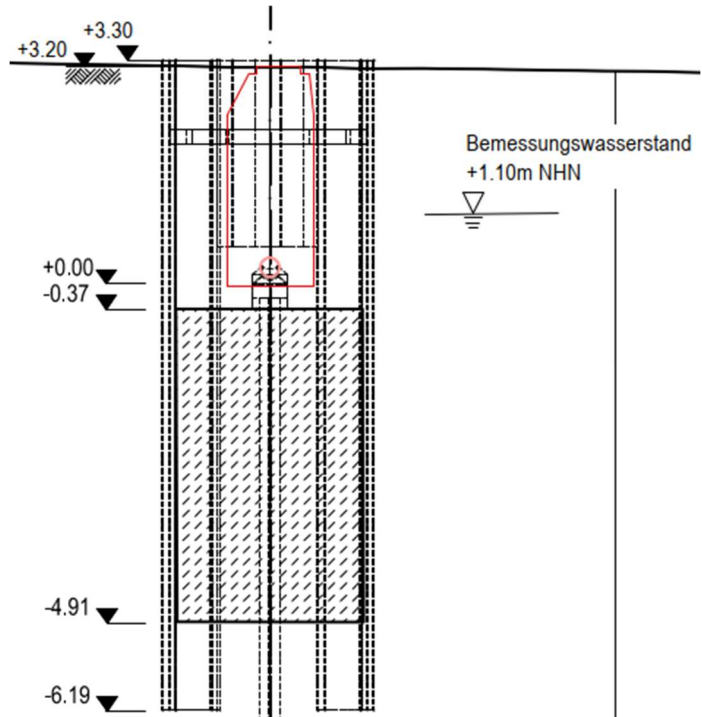
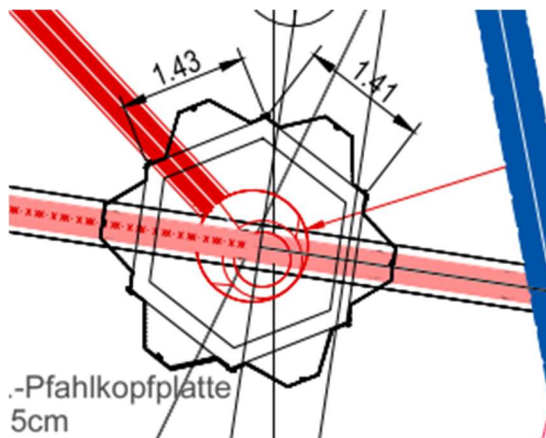
Die Vortriebskräfte sind gering die Widerlager konstruktiv 1 x 1 m

Vortrieb von S2							
		m	m	kN/m ²	MN	m	MN
Typ	zu	DA	Länge	Reibung	Vortriebskraft	Widerlagerbreite	max V
Start	S1	0,4	13	5	0,1	1	
Start	S3	0,4	14	5	0,1	1	
Start	S4	0,4	50	5	0,3	1	

16 Spundwandbaugrube S3– Zielbaugrube DN 3200

16.1 Geometrie, Bodenprofil

Zielbaugrube für
S2-S3: 14 m DN 300

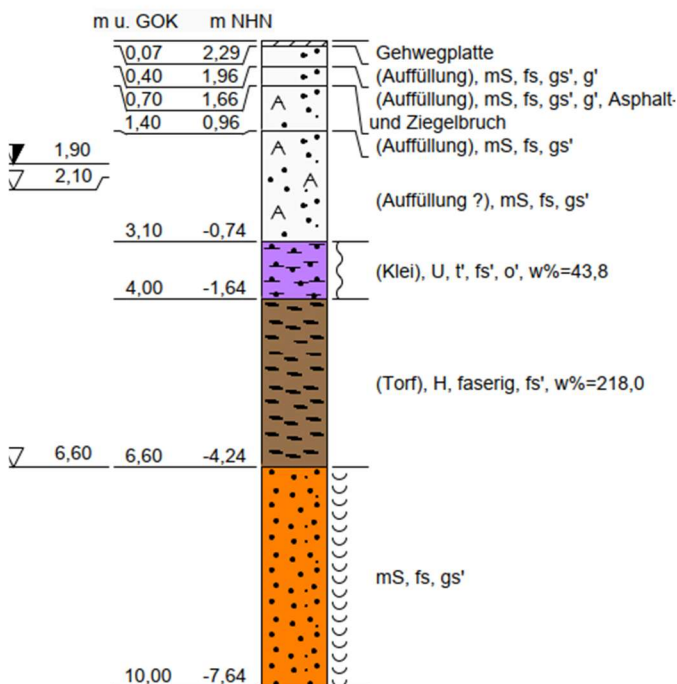


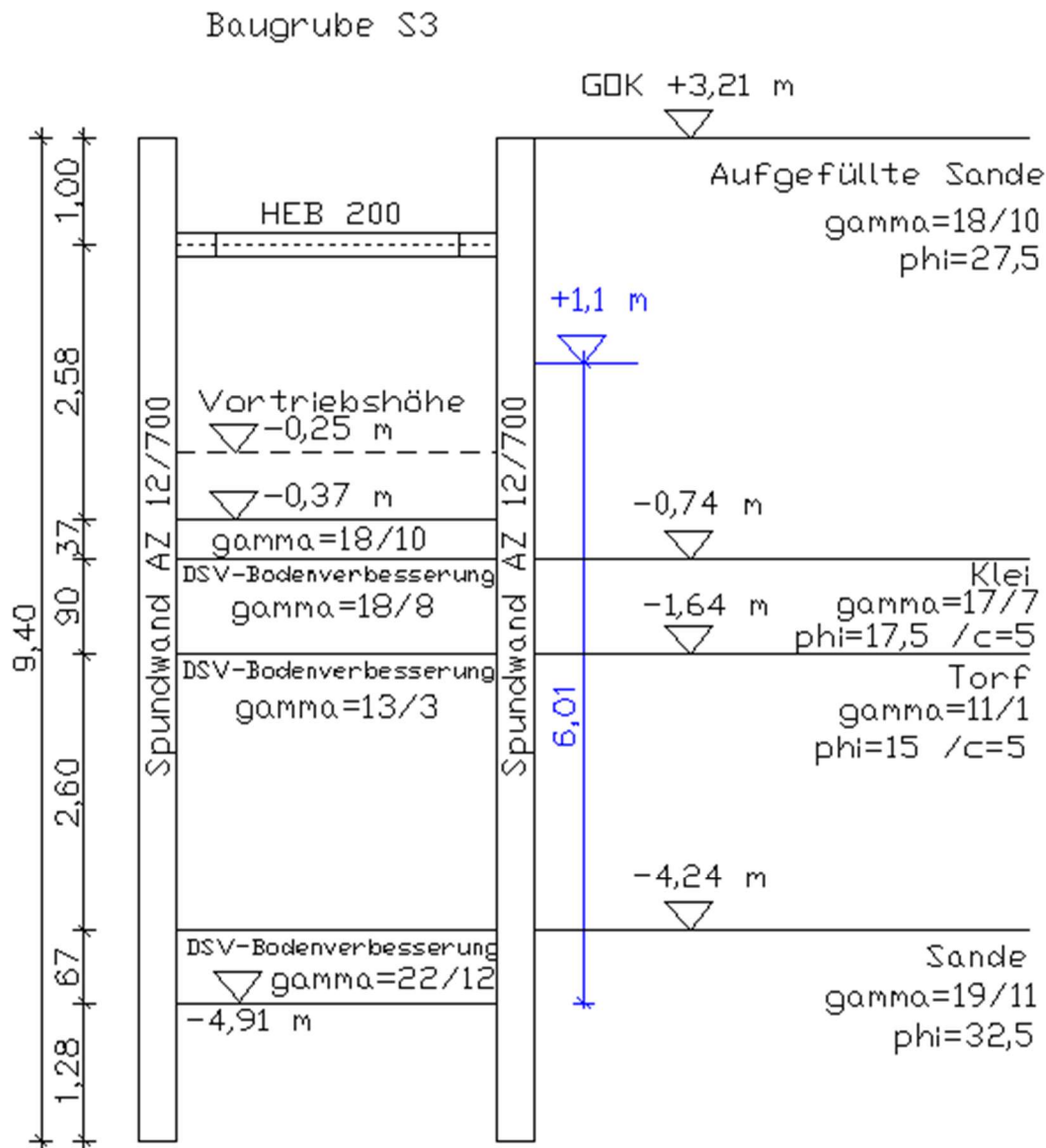
Grundriß: 6-eckige Spundwandbaugrube

Tiefe: $D = 3,21 \text{ m} + M = 0,18 \text{ m} \rightarrow 3,21 - 0,18 + 0,55 = 3,58 \text{ m}$

KRB 14B

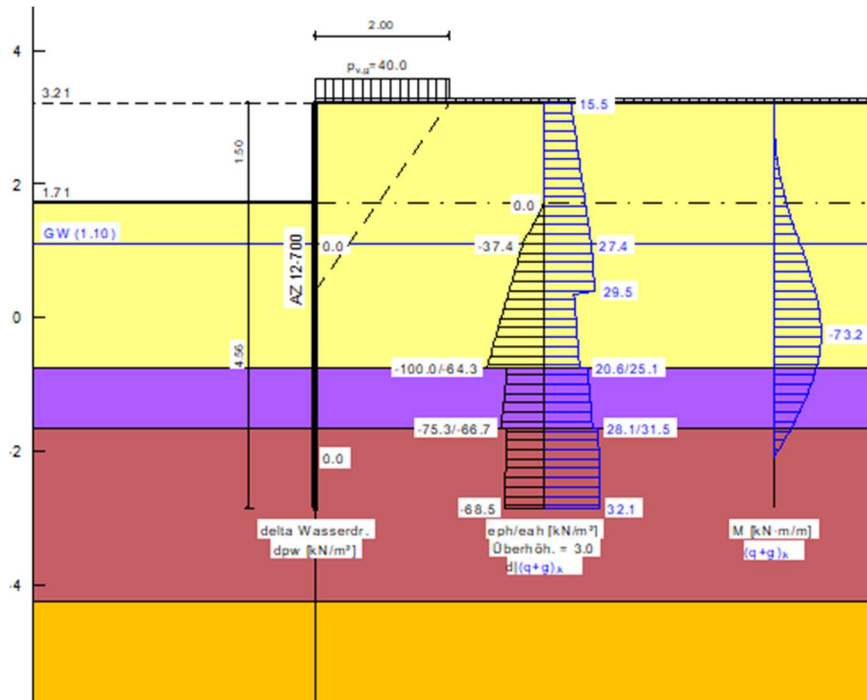
+2,36 m NHN





Bauzustand 1:

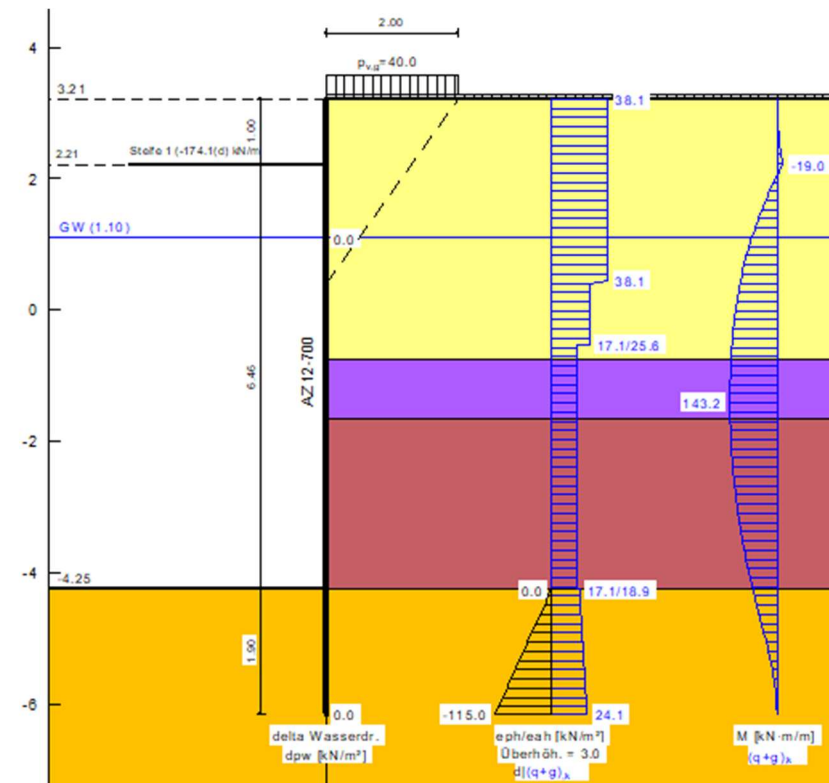
Stahlausnutzung: $\mu = 0,26$



Bauzustand 2:

Stahlausnutzung: $\mu = 0,51$

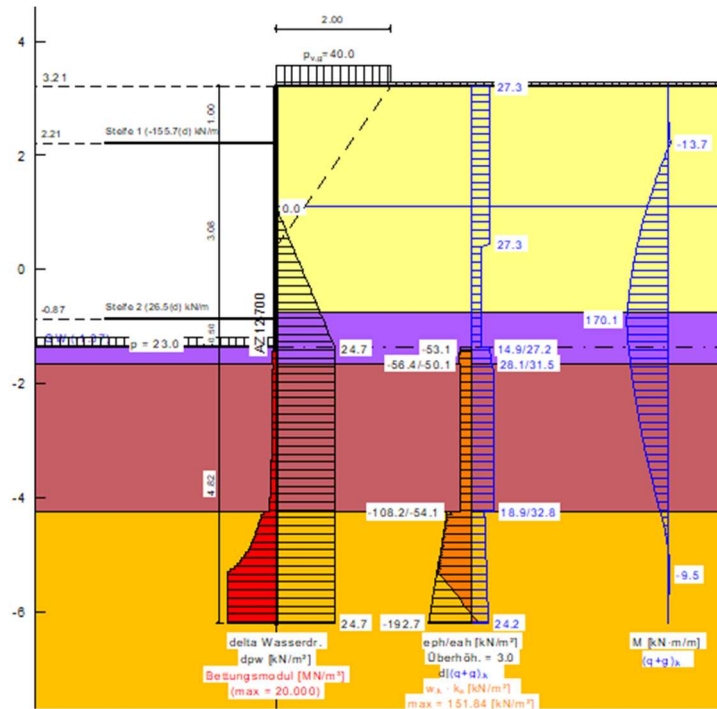
Steifenkraft: $N_d = 174$ kN/m



Endzustand:

Stahlausnutzung: $\mu = 0,6$

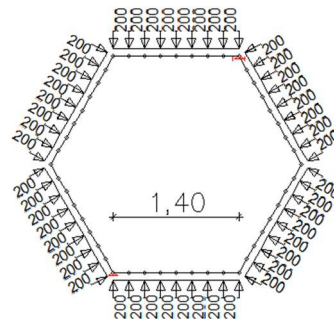
Steifenkräfte: $N_{d1} = 156 \text{ kN/m}$



16.3 Gurtung

Auflagerkraft: $A_d = 174 \cdot 1,15 = 200 \text{ kN/m}$ (Umrechnung in BS-P, da auch Steifen)

System:



Schnittgrößen: $M_{Sd} = 200 \cdot 1,4^2 / 8 = 49 \text{ kNm}$

$V_{Sd} = 200 \cdot 1,4 / 2 = 140 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 200 \cdot 1,21 = 242 \text{ kN}$

Gewählt: HEB 200 , S235

Nachweis: $M_{Sd} = 49 \text{ kNm} < M_{ply,Rd} = 151 \text{ kNm}$

$V_{Sd} = 140 \text{ kN} < V_{pl,z,Rd} = 337 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 242 \text{ kN} < N_{pl,Rd} = 0,25 \cdot 1835 = 458 \text{ kN}$

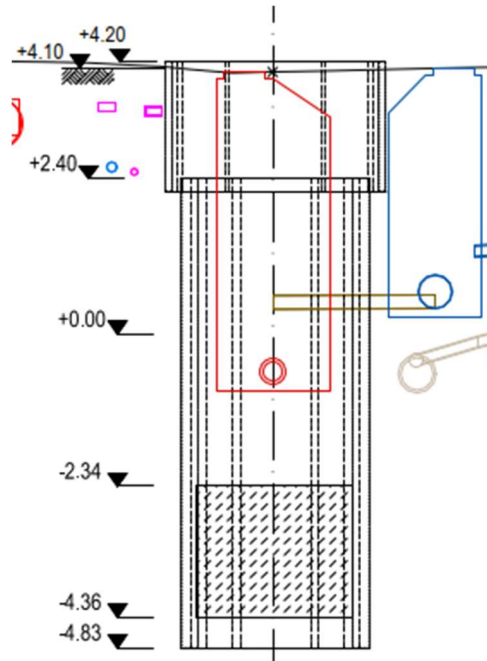
16.4 Auftriebsnachweis:

$$A_d = 1,05 * 2,47 * 10 * 2,9^2 * 3,14/4 = 171 \text{ kN}$$

$$\leq G (UWS) + E_{av,k} = 0,95 * (0,67*22 + 2,6*13 + 0,9*18 + 0,37*18) * 2,9^2 * 3,14/4 = 448 \text{ kN}$$

17 Senkschachtbaugrube DN 2400 S4 – Zielbaugrube

17.1 Geometrie, Bodenprofil

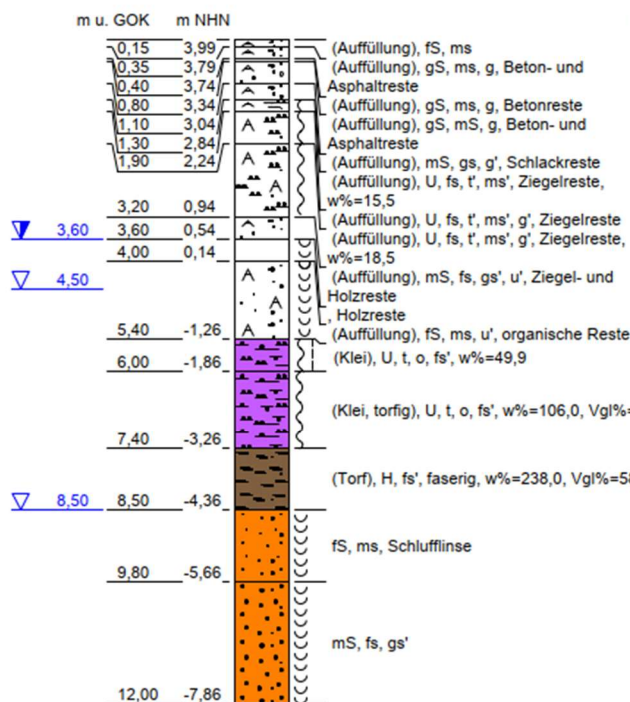


Zielbaugrube für
S2-S4: 50 m DN 300

Grundriß: oberer Stahlring Øi = 3,4 m / unterer Betonring Øi = 2,4 m
Tiefe: D = 4,05 m + M = 0,83 m → 4,05-0,83+1,51 = 6,39 m

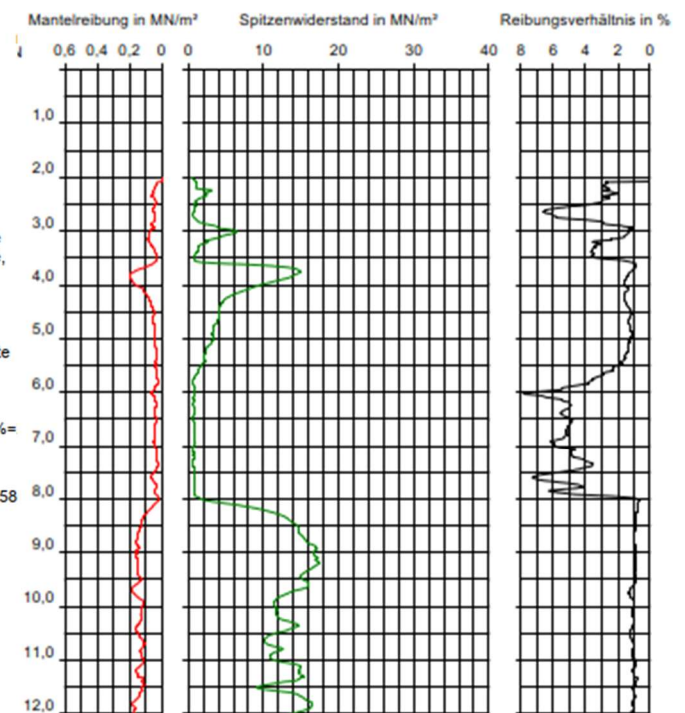
KRB 28

+4,14 m NHN
31.07.2025



CPT 14

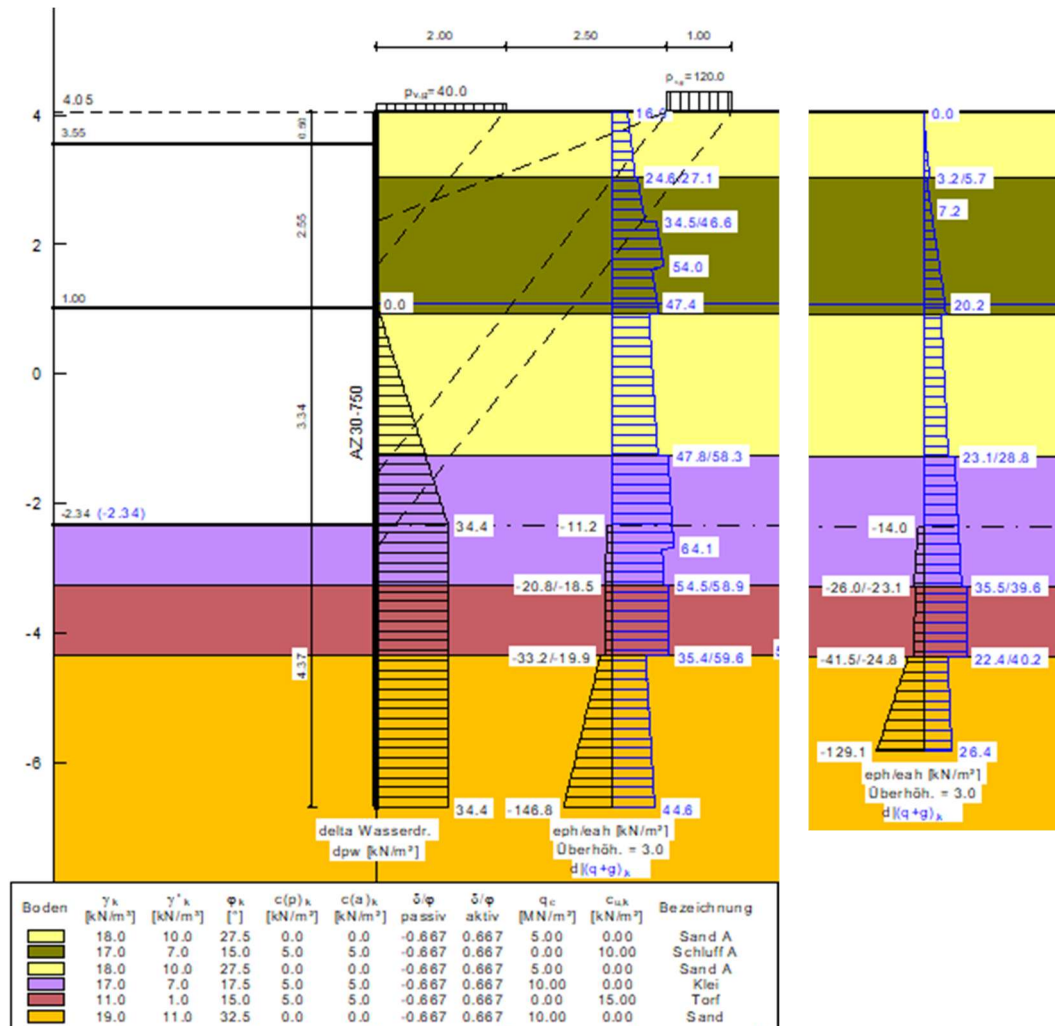
+4,15 m NHN
01.08.2025



17.2 Bemessung Senkschacht

Nachbarbebauung: 7-geschossiges massives Wohngebäude in 4,5 m Entfernung zur Baugrube – wird mit einem Streifenfundament von 1 m Breite und 200 kN/m² angesetzt

Erddruckansatz: erhöht aktiv 50%, da der Verbau sehr steif ist



Betonrohr - biegesteif:

Maximaler Erddruck aus erhöht aktiven Erddruck und Verkehr: $e_{\max} = 64 \text{ kN/m}^2$

Minimaler Erddruck aus aktiven Erddruck ohne Verkehr: $e_{\min} = 33 \text{ kN/m}^2$

radialen umlaufenden Belastung von 33 kN/m² und einer gegenüberliegend angesetzten Überlast von 31 kN/m²

Nachweis wie Baugrube M17

Hamco LinerPlate 2-Flansch mit $t = 6 \text{ mm}$ - biegeweich:

Nachweis wie bei Baugrube M12

17.3 Auftriebsnachweis:

$$A_d = 1,05 * 5,46 * 10 * 3,14 * 2,8^2 / 4 = 353 \text{ kN}$$

$$\leq G \text{ (UWS + Senkschacht) } = 0,95 * 2,0 * 23 * 3,14 * 2,4^2 / 4 + 0,95 * (2,8^2 - 2,4^2) * 3,14 / 4 * 6,76 * 24 = 198 + 252 = 450 \text{ kN}$$

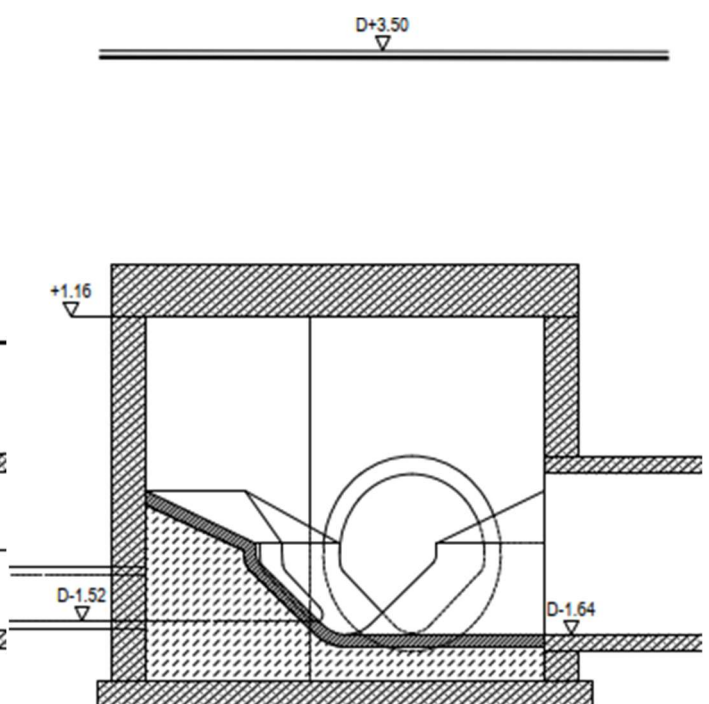
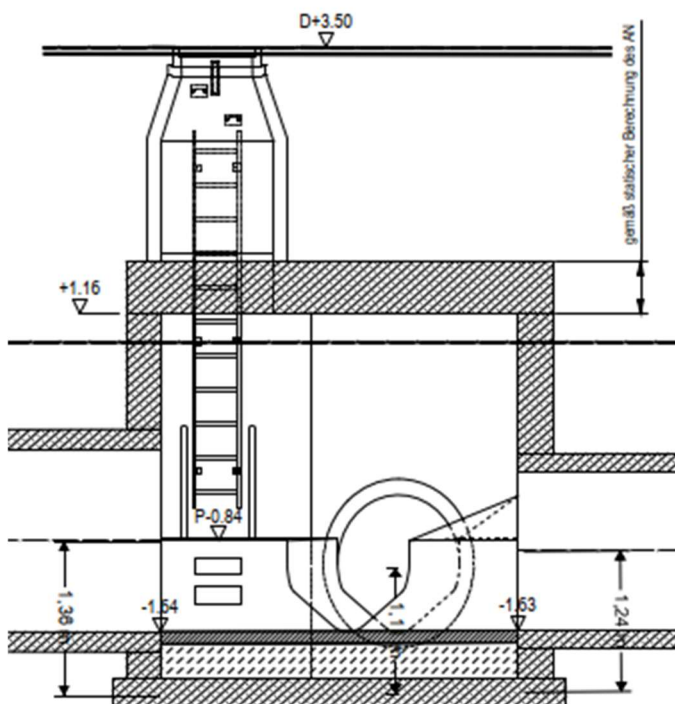
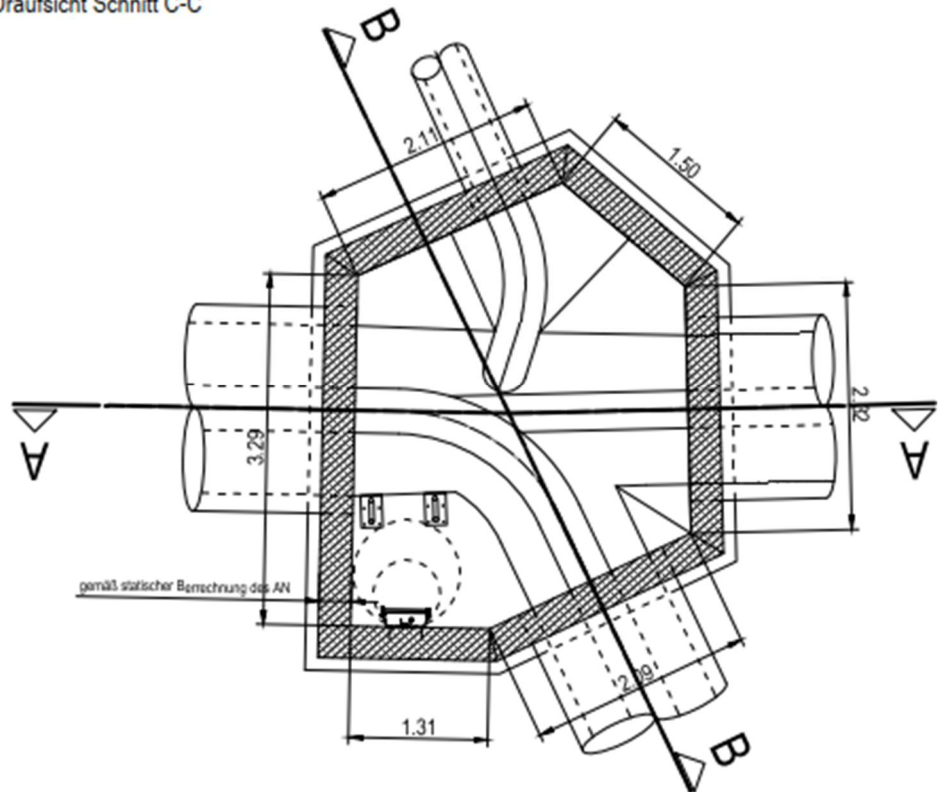
18 Schacht M4

Draufsicht Schnitt C-C

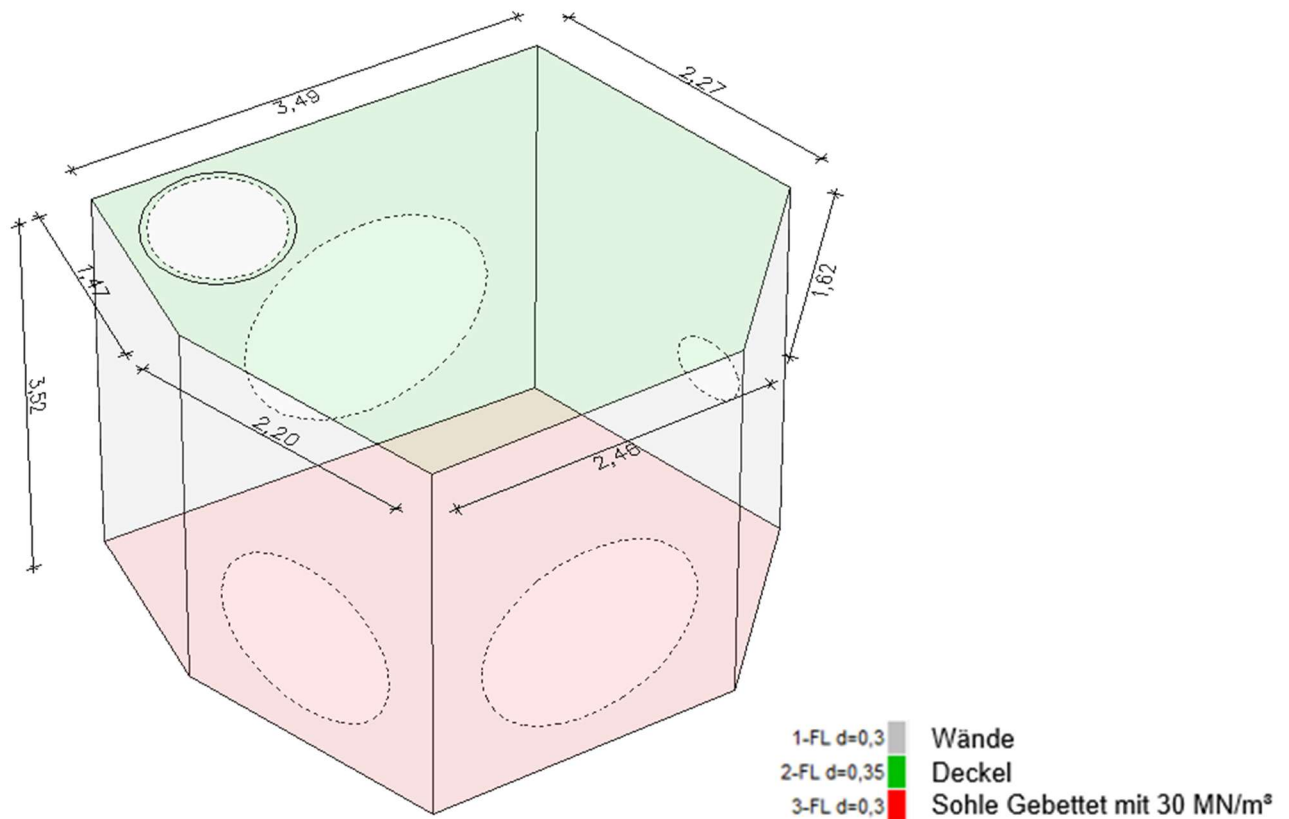
Dicke Deckel: 35 cm

Dicke Wände: 30 cm

Dicke Sohle: 30 cm



Berechnung als FEM Model



Belastung Deckel OK +1,46 m

Überschüttung: $2,04 \cdot 18 = 36,8 \text{ kN/m}^2$
 Verkehr ZTV Siele: $31,3 \text{ kN/m}^2$
 Auflast Einsteigeschacht: $23 / (1,09 \cdot 3,14) = 6,7 \text{ kN/m}$ (auf Rand)
 Radlast auf Deckel: $150 / (1,09 \cdot 3,14 \cdot 0,67) = 65,4 \text{ kN/m}$

Belastung Wände OK +1,16 m – UK -2,06 m

Aus Erd- und Wasserdruck

Oben $2,4 \cdot 18 \cdot 0,5 = 21,6 \text{ kN/m}^2$

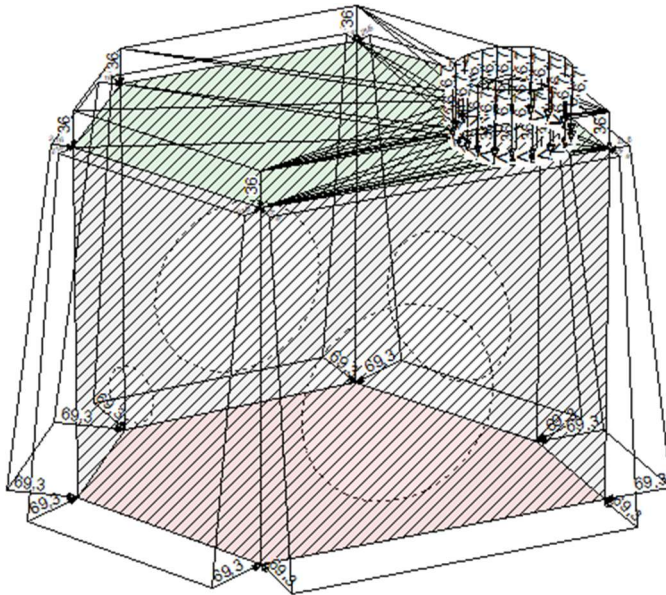
Unten $21,6 + 3,22 \cdot 10 \cdot 0,5 + 3,16 \cdot 10 = 69,3 \text{ kN/m}^2$

Aus Verkehr

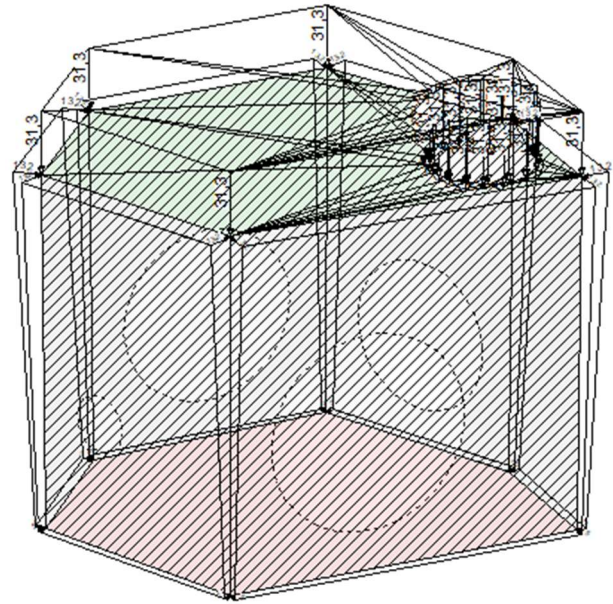
Oben $26,4 \cdot 0,5 = 13,2 \text{ kN/m}^2$

Unten $10 \cdot 0,5 = 5,0 \text{ kN/m}^2$

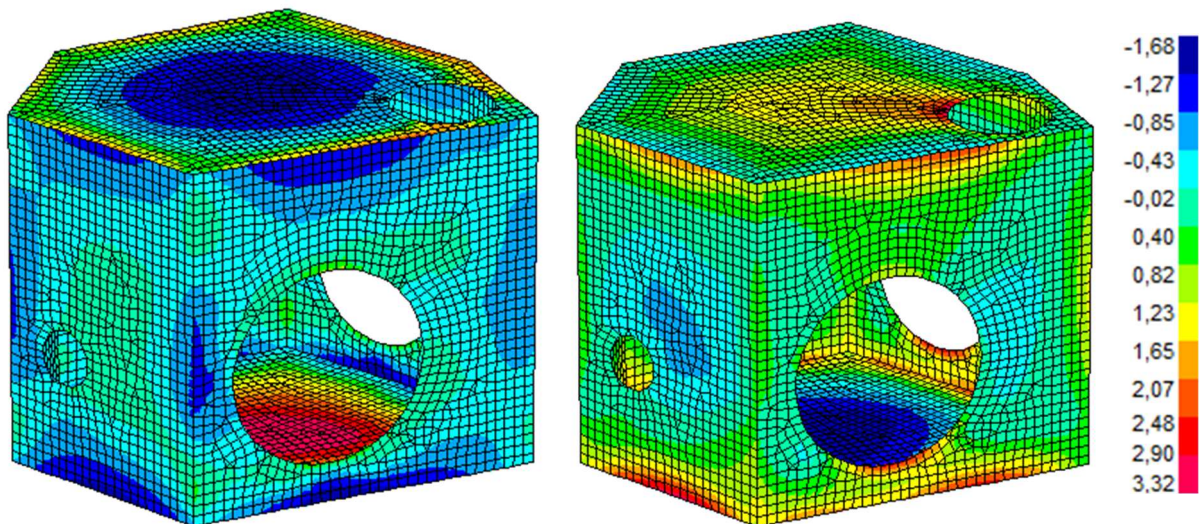
Eigengewicht, Erd- und Wasserdruck



Verkehrslasten



Maximale Biegezugspannung = $3,32 \text{ N/mm}^2 < \text{zul. Spannung} = 8 / 2,2 = 3,6 \text{ N/mm}^2$

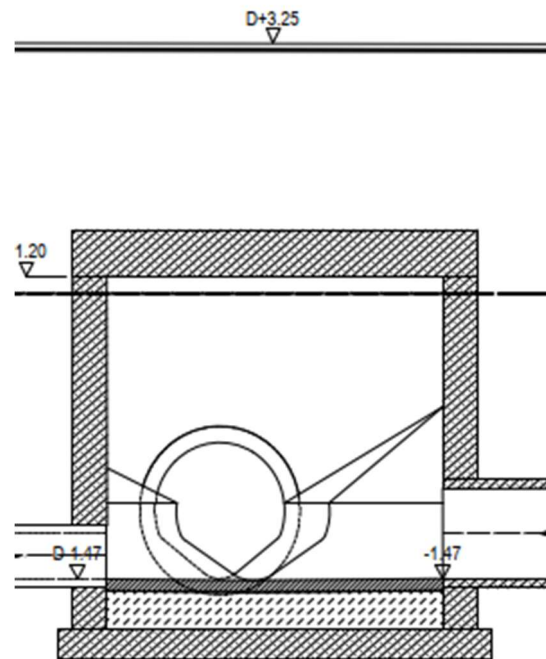
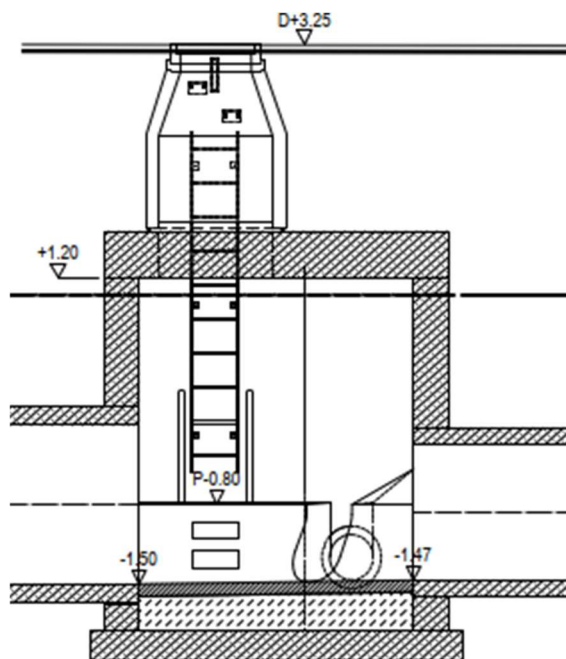
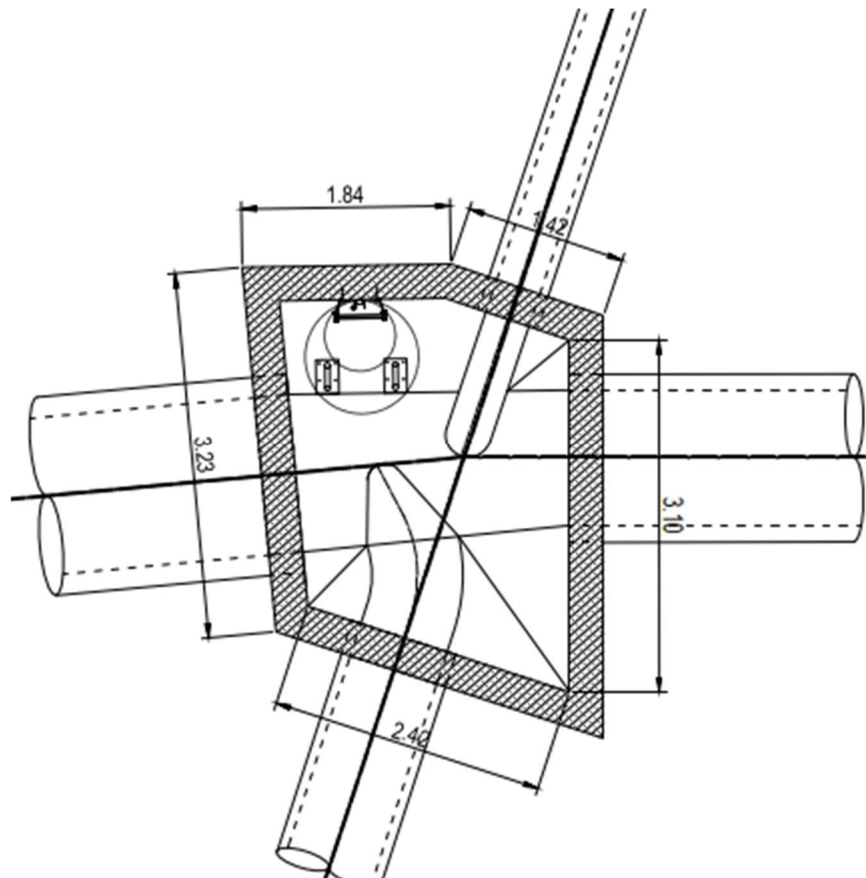


19 Schacht M5

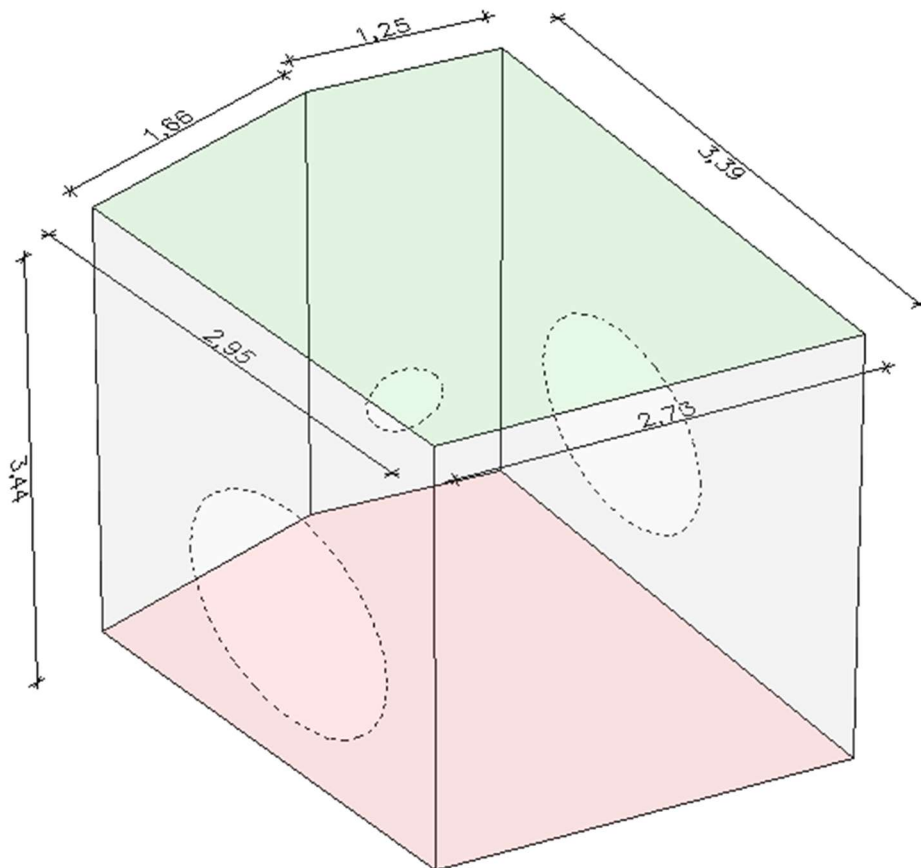
Dicke Deckel: 30 cm

Dicke Wände: 27 cm

Dicke Sohle: 30 cm



Berechnung als FEM Model



Belastung Deckel OK +1,46 m

Überschüttung: $1,7 \cdot 18 = 30,6 \text{ kN/m}^2$

Verkehr ZTV Siele: $37,1 \text{ kN/m}^2$

Auflast Einsteigeschacht: $20 / (1,09 \cdot 3,14) = 6,0 \text{ kN/m}$ (auf Rand)

Radlast auf Deckel: $150 / (1,09 \cdot 3,14 \cdot 0,67) = 65,4 \text{ kN/m}$

Belastung Wände OK +1,16 m – UK -2,06 m

Aus Erd- und Wasserdruck

Oben $2,05 \cdot 18 \cdot 0,5 = 18,5 \text{ kN/m}^2$

Unten $18,5 + 3,12 \cdot 10 \cdot 0,5 + 3,0 \cdot 10 = 64 \text{ kN/m}^2$

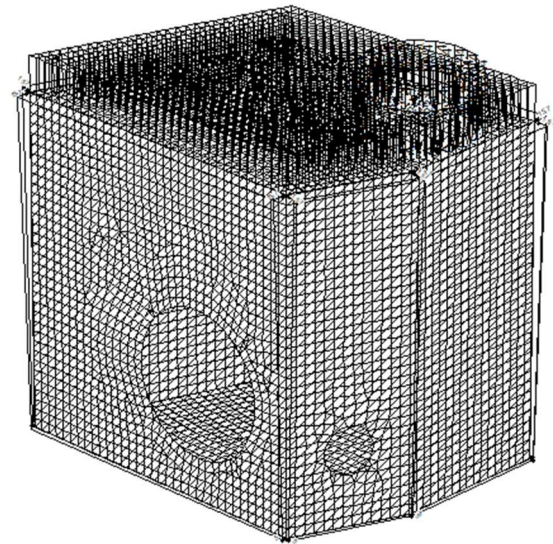
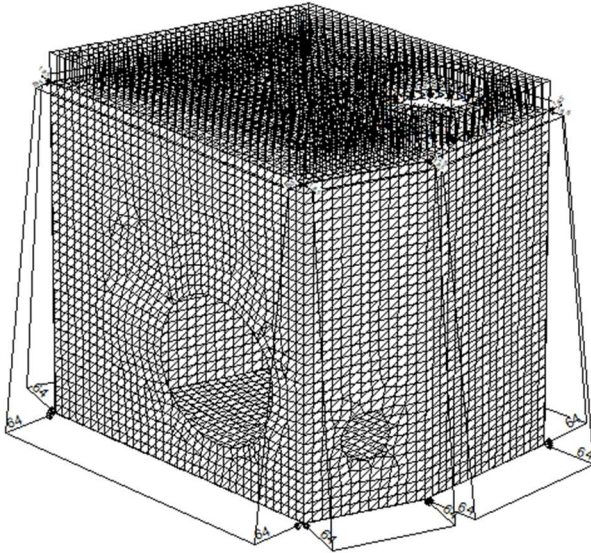
Aus Verkehr

Oben $31,3 \cdot 0,5 = 15,7 \text{ kN/m}^2$

Unten $10 \cdot 0,5 = 5,0 \text{ kN/m}^2$

Eigengewicht, Erd- und Wasserdruck

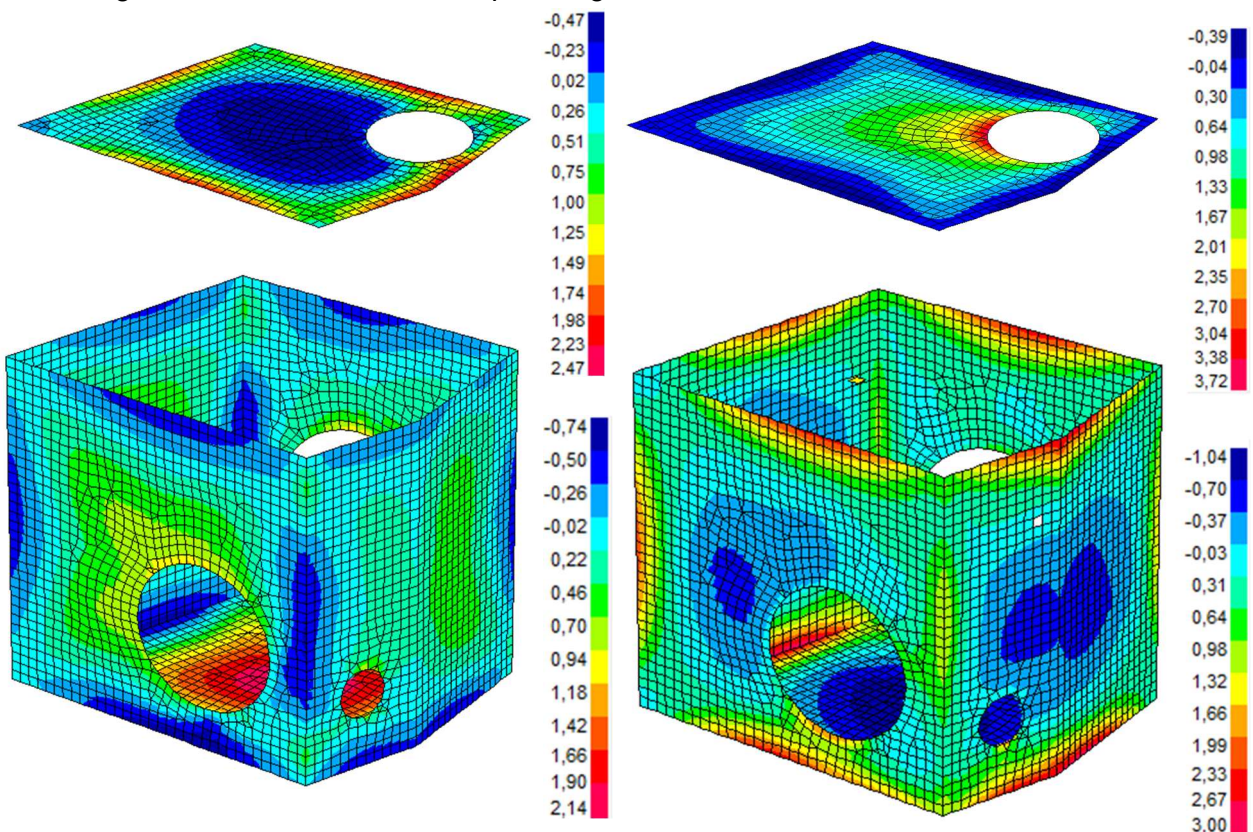
Verkehrslasten



Maximale Biegezugspannung

in der Platte: $\sigma_{BZ} = 3,7 \text{ N/mm}^2 < \text{zul. Spannung} = 10 / 2,2 = 4,5 \text{ N/mm}^2$

in der Fuge: $\sigma_{BZ} = 3,0 \text{ N/mm}^2 < \text{zul. Spannung} = 8 / 2,2 = 3,6 \text{ N/mm}^2$

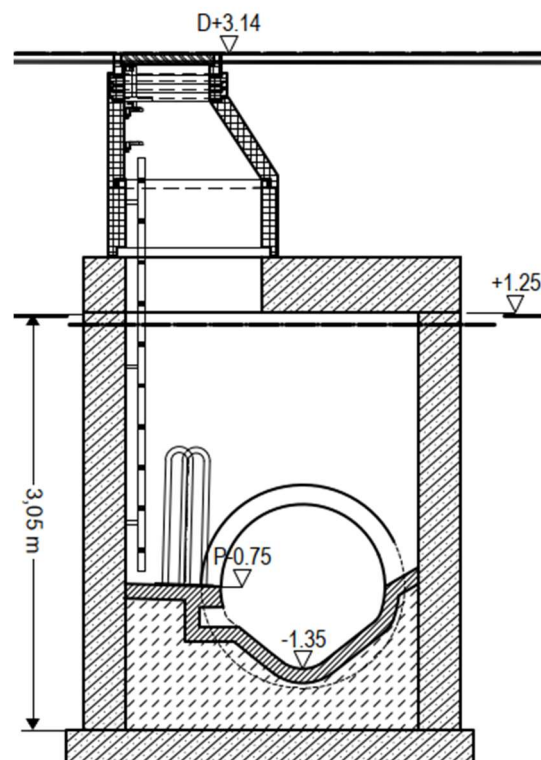
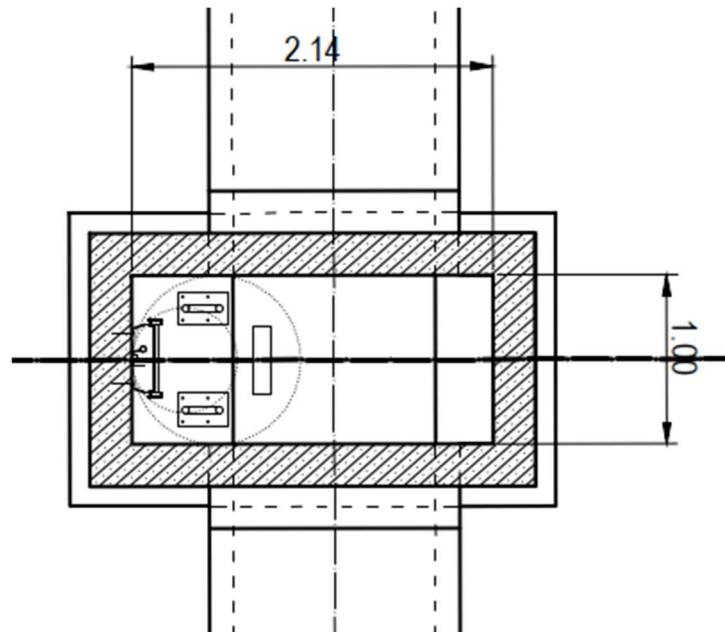


20 Schacht M6 und M10

Dicke Deckel: 25 cm

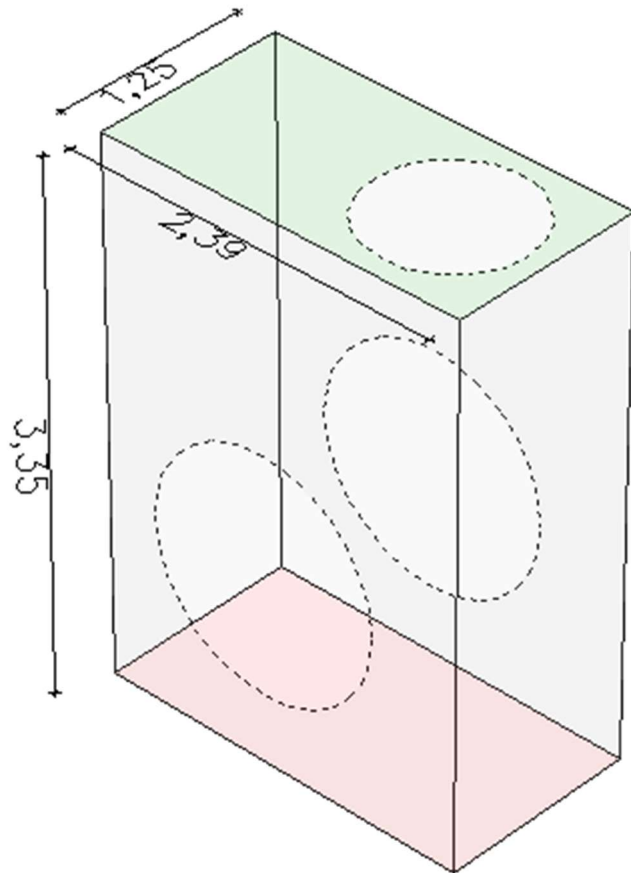
Dicke Wände: 20 cm

Dicke Sohle: 25 cm



Berechnung als FEM Model

- 1-FL d=0,2 Wände
- 2-FL d=0,25 Deckel
- 3-FL d=0,25 Sohle gebettet mit 30 MN/



Belastung Deckel OK +1,55 m

- Überschüttung: $1,6 * 18 = 29 \text{ kN/m}^2$
- Verkehr ZTV Siele: $39,3 \text{ kN/m}^2$
- Auflast Einsteigeschacht: $20 / (1,09 * 3,14) = 6,0 \text{ kN/m}$ (auf Rand)
- Radlast auf Deckel: $150 / (1,09 * 3,14 * 0,67) = 65,4 \text{ kN/m}$

Belastung Wände OK +1,25 m – UK -1,8 m

Aus Erd- und Wasserdruck

Oben $1,89 * 18 * 0,5 = 17 \text{ kN/m}^2$

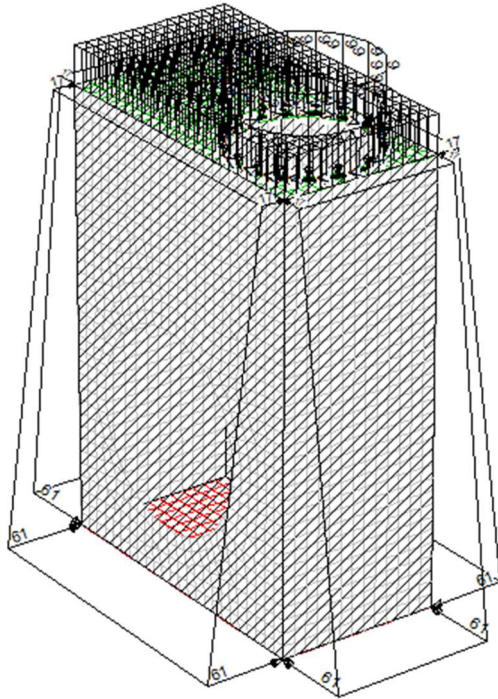
Unten $17 + 3,05 * 10 * 0,5 + 2,9 * 10 = 61 \text{ kN/m}^2$

Aus Verkehr

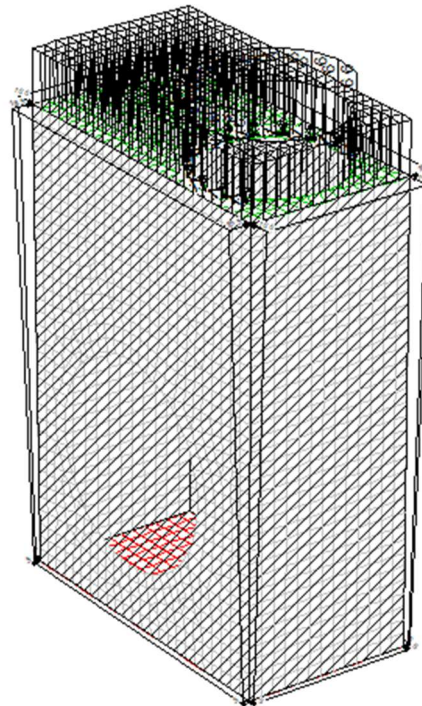
Oben $33 * 0,5 = 16,5 \text{ kN/m}^2$

Unten $10 * 0,5 = 5,0 \text{ kN/m}^2$

Eigengewicht, Erd- und Wasserdruck

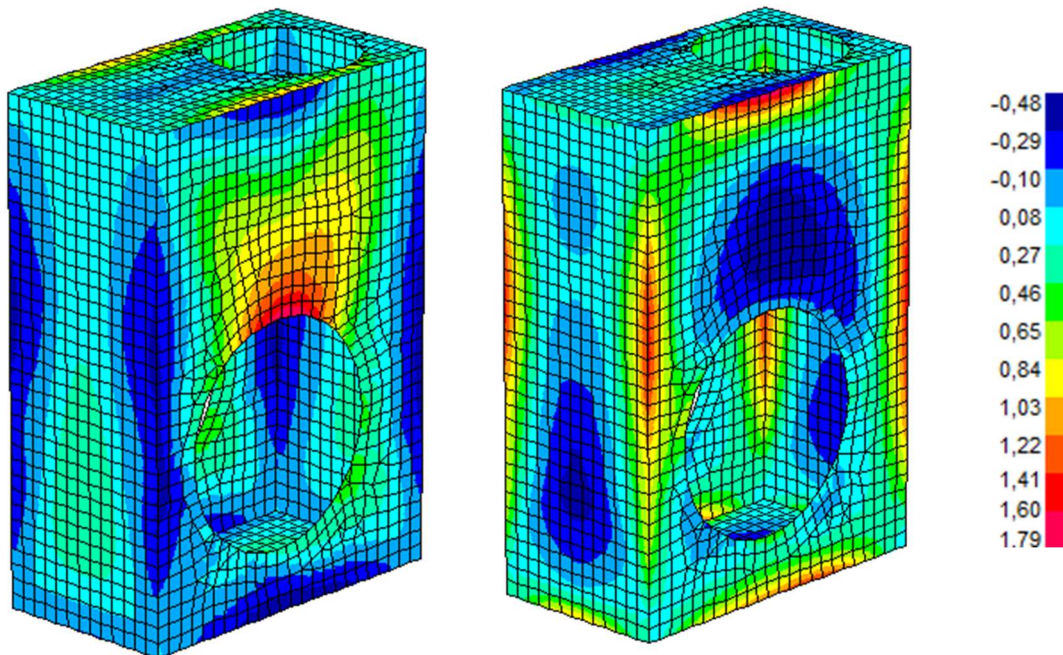


Verkehrslasten



Maximale Biegezugspannung

in der Fuge: $\sigma_{BZ} = 1,79 \text{ N/mm}^2 < \text{zul. Spannung} = 8 / 2,2 = 3,6 \text{ N/mm}^2$

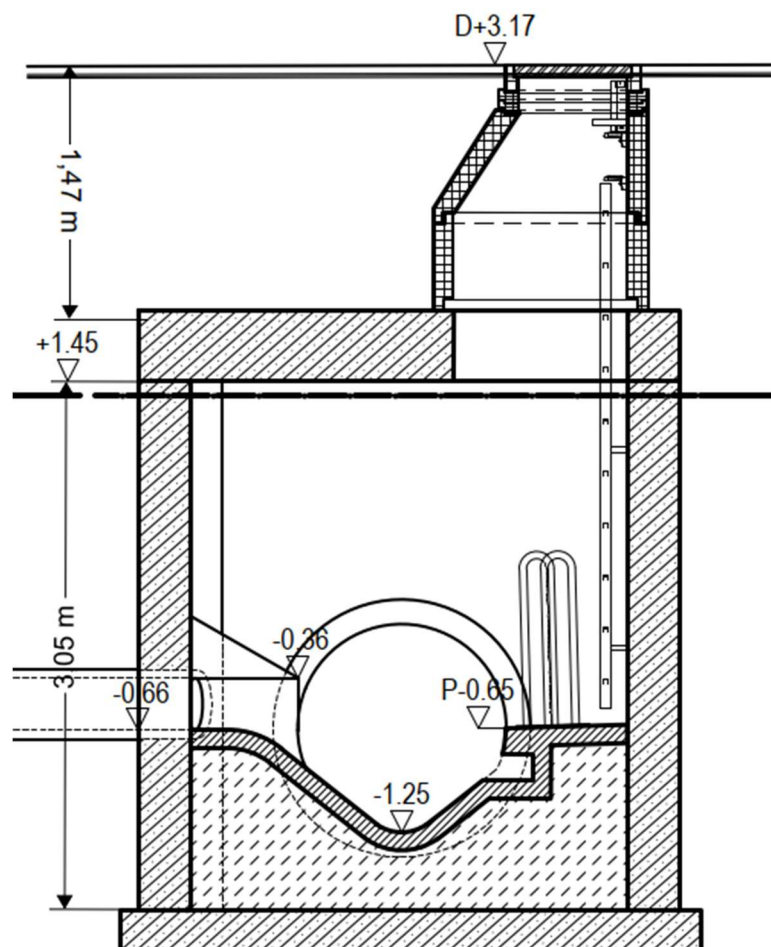
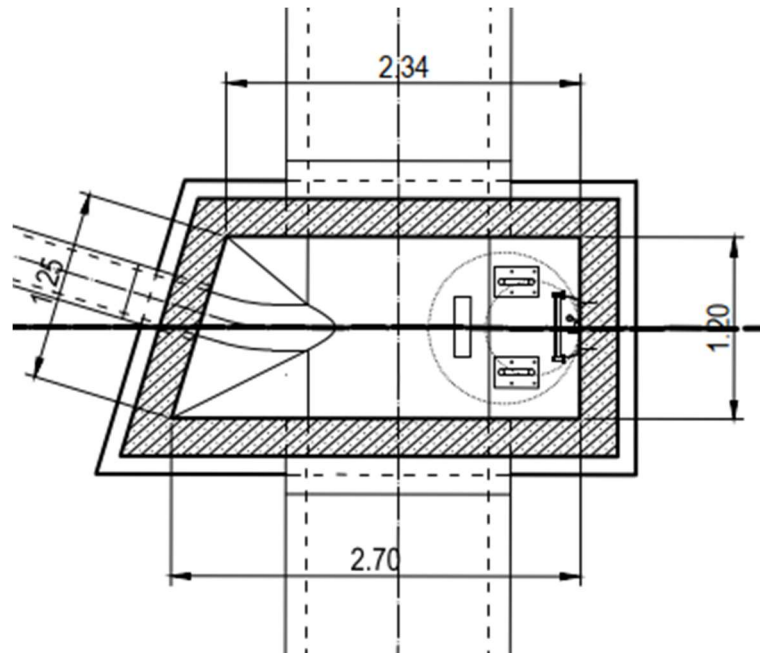


21 Schacht M7

Dicke Deckel: 25 cm

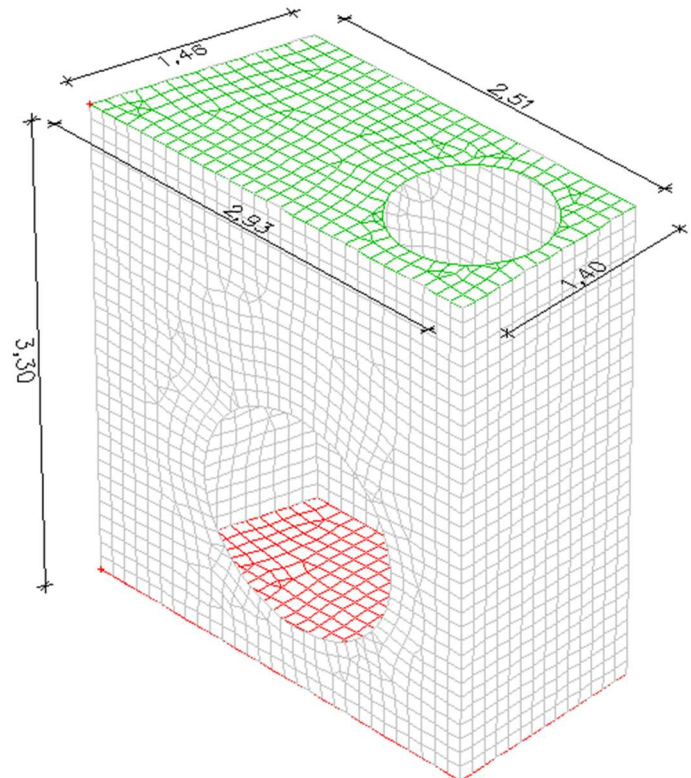
Dicke Wände: 20 cm

Dicke Sohle: 25 cm



Berechnung als FEM Model

- 1-FL d=0,2 Wände
- 2-FL d=0,25 Deckel
- 3-FL d=0,25 Sohle gebettet mit 30 MN/m³



Belastung Deckel OK +1,7 m

- Überschüttung: $1,47 \cdot 18 = 26,5 \text{ kN/m}^2$
- Verkehr ZTV Siele: 42 kN/m^2
- Auflast Einsteigeschacht: $20 / (1,09 \cdot 3,14) = 6,0 \text{ kN/m}$ (auf Rand)
- Radlast auf Deckel: $150 / (1,09 \cdot 3,14 \cdot 0,67) = 65,4 \text{ kN/m}$

Belastung Wände OK +1,45 m – UK -1,6 m

Aus Erd- und Wasserdruck

Oben $1,72 \cdot 18 \cdot 0,5 = 15,5 \text{ kN/m}^2$

Unten $15,5 + 0,35 \cdot 18 \cdot 0,5 + 2,7 \cdot 10 \cdot 0,5 + 2,7 \cdot 10 = 59 \text{ kN/m}^2$

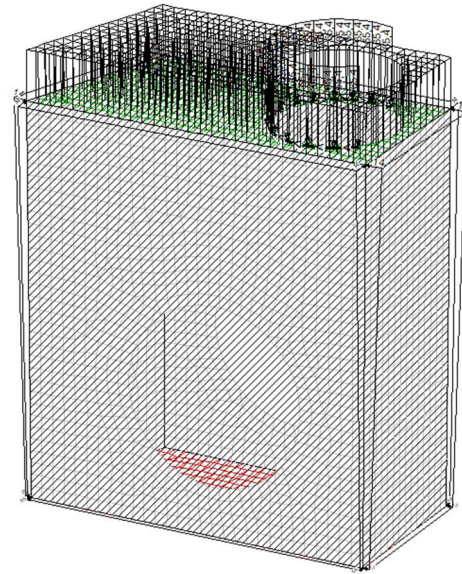
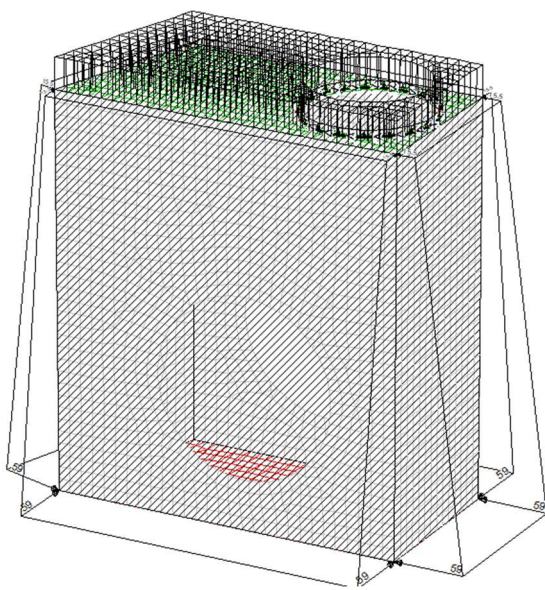
Aus Verkehr

Oben $38 \cdot 0,5 = 14 \text{ kN/m}^2$

Unten $11 \cdot 0,5 = 5,5 \text{ kN/m}^2$

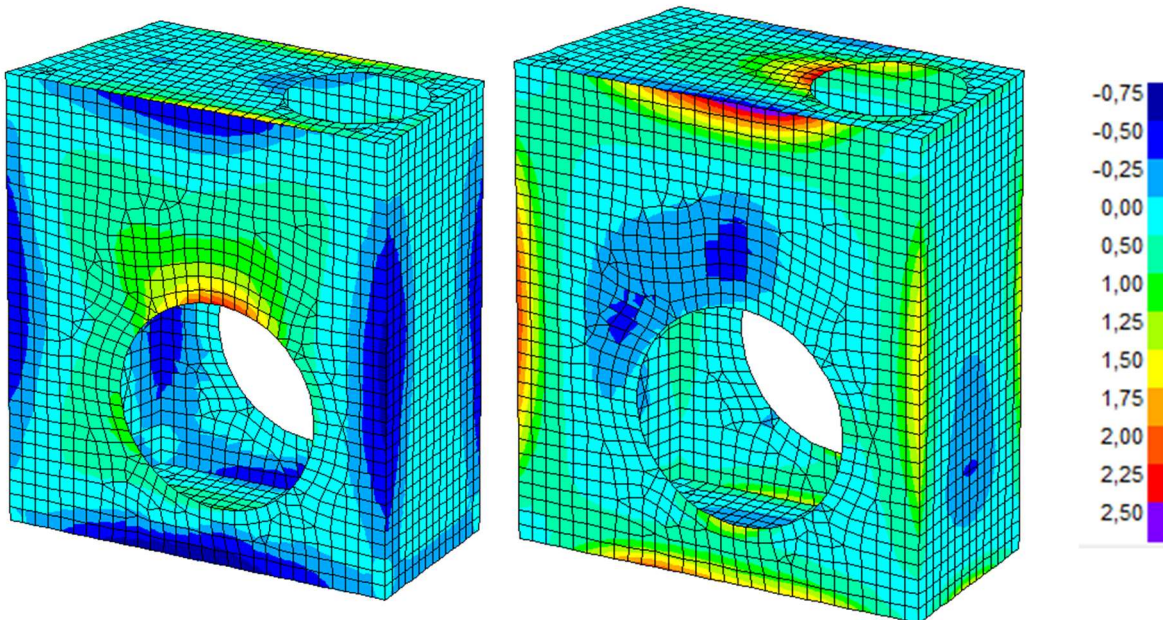
Eigengewicht, Erd- und Wasserdruck

Verkehrslasten



Maximale Biegezugspannung

in der Fuge: $\sigma_{BZ} = 2,79 \text{ N/mm}^2 < \text{zul. Spannung} = 8 / 2,2 = 3,6 \text{ N/mm}^2$

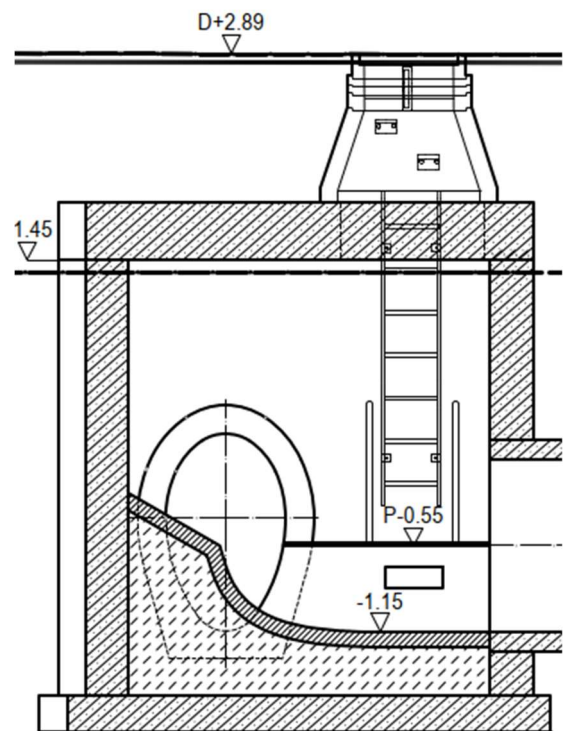
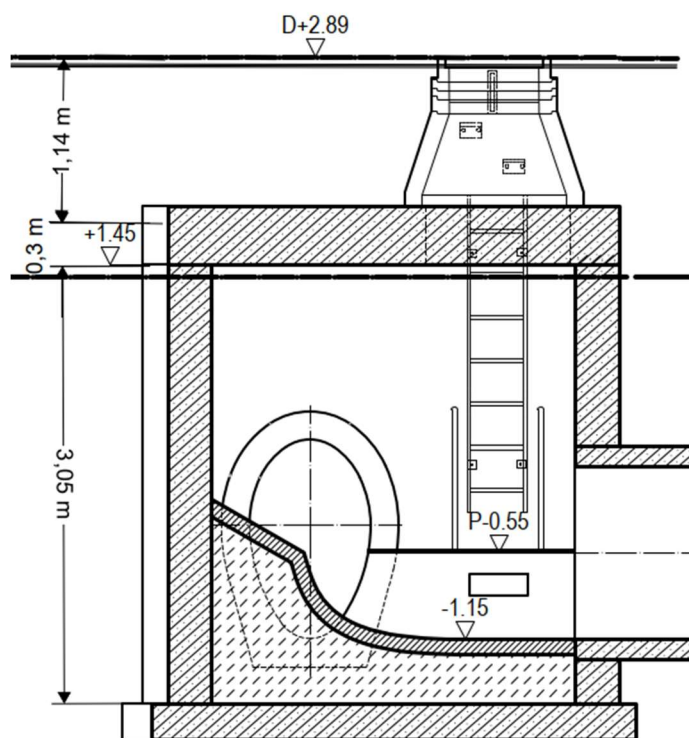
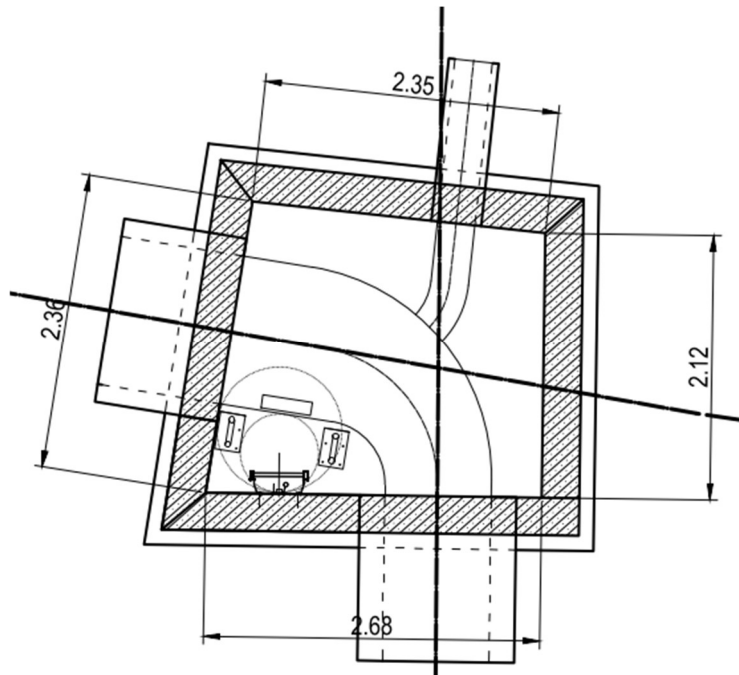


22 Schacht M8

Dicke Deckel: 30 cm

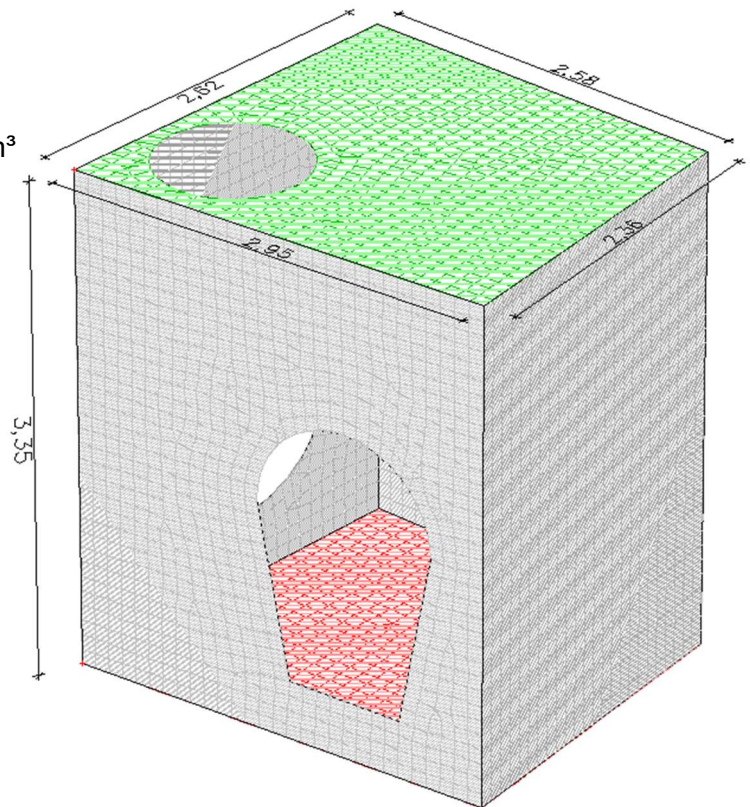
Dicke Wände: 25 cm

Dicke Sohle: 30 cm



Berechnung als FEM Model

- 1-FL d=0,25 Wände
- 2-FL d=0,3 Deckel
- 3-FL d=0,3 Sohle gebettet mit 30 MN/m³



Belastung Deckel OK +1,75 m

- Überschüttung: $1,14 \cdot 18 = 20,5 \text{ kN/m}^2$
- Verkehr ZTV Siele: 54 kN/m^2
- Auflast Einsteigeschacht: $14 / (1,09 \cdot 3,14) = 4,0 \text{ kN/m}$ (auf Rand)
- Radlast auf Deckel: $150 / (1,09 \cdot 3,14 \cdot 0,67) = 65,4 \text{ kN/m}$

Belastung Wände OK +1,45 m – UK -1,6 m

Aus Erd- und Wasserdruck

Oben $1,44 \cdot 18 \cdot 0,5 = 13 \text{ kN/m}^2$

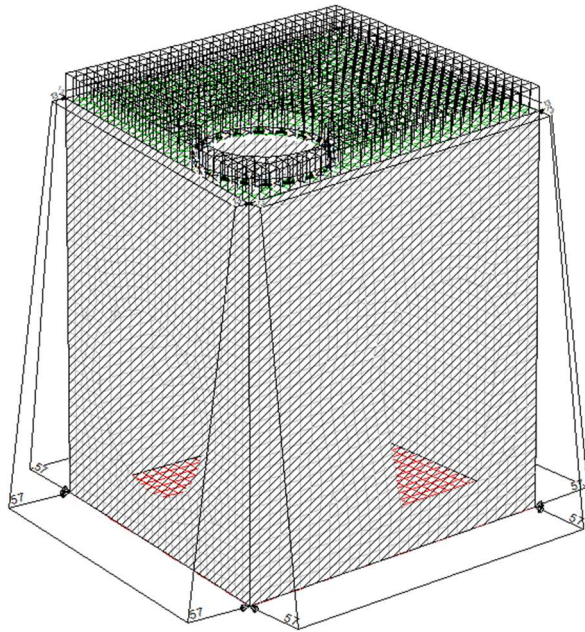
Unten $13 + 0,35 \cdot 18 \cdot 0,5 + 2,7 \cdot 10 \cdot 0,5 + 2,7 \cdot 10 = 57 \text{ kN/m}^2$

Aus Verkehr

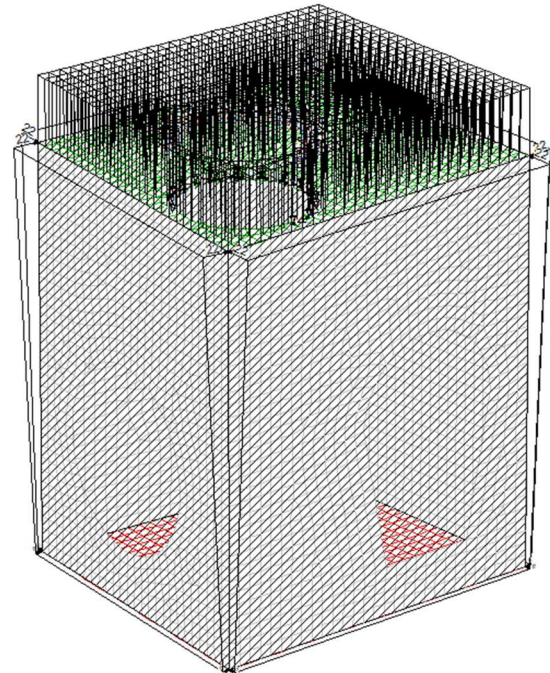
Oben $44 \cdot 0,5 = 22 \text{ kN/m}^2$

Unten $12 \cdot 0,5 = 6 \text{ kN/m}^2$

Eigengewicht, Erd- und Wasserdruck

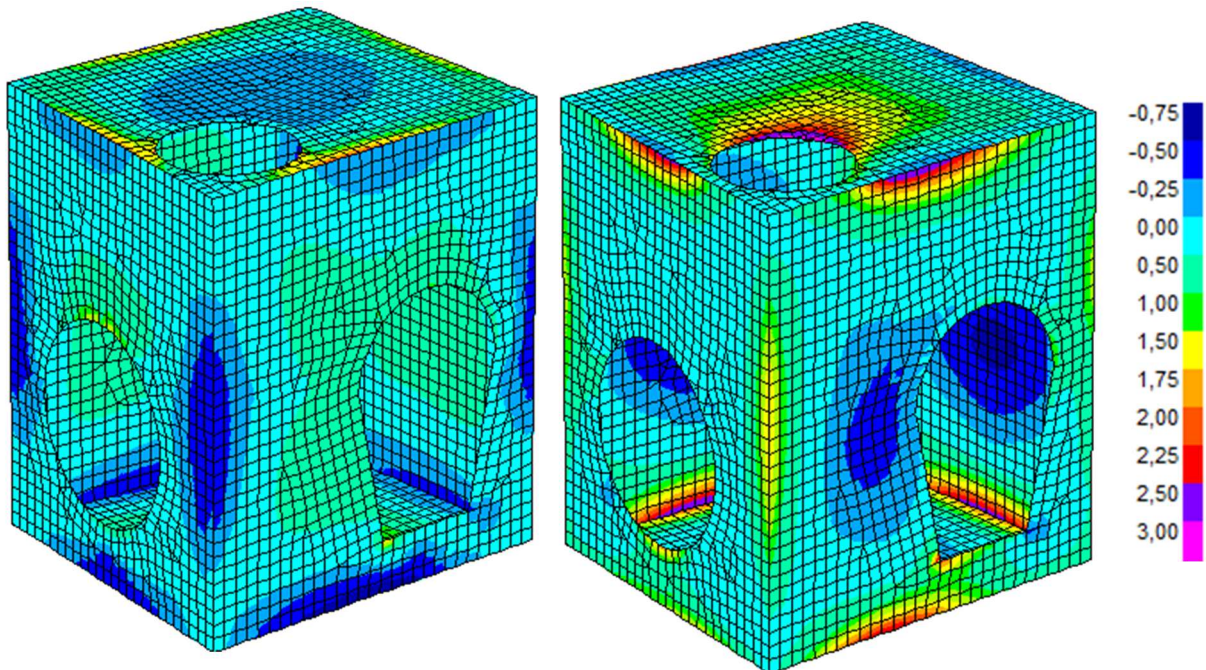


Verkehrslasten



Maximale Biegezugspannung

in der Fuge: $\sigma_{BZ} = 3,35 \text{ N/mm}^2 < \text{zul. Spannung} = 8 / 2,2 = 3,6 \text{ N/mm}^2$

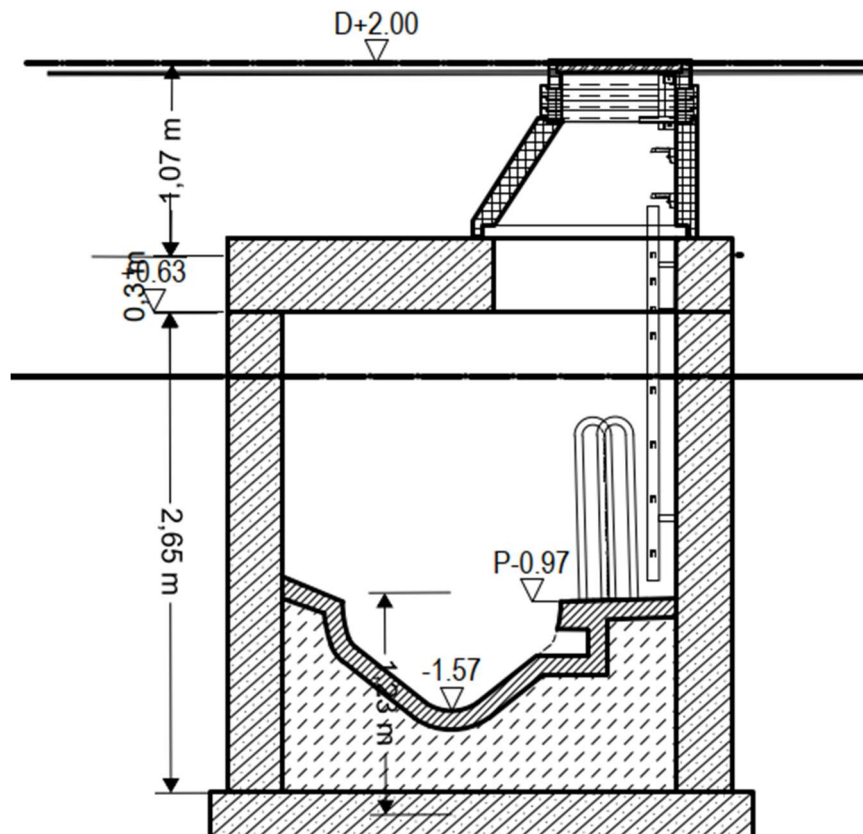
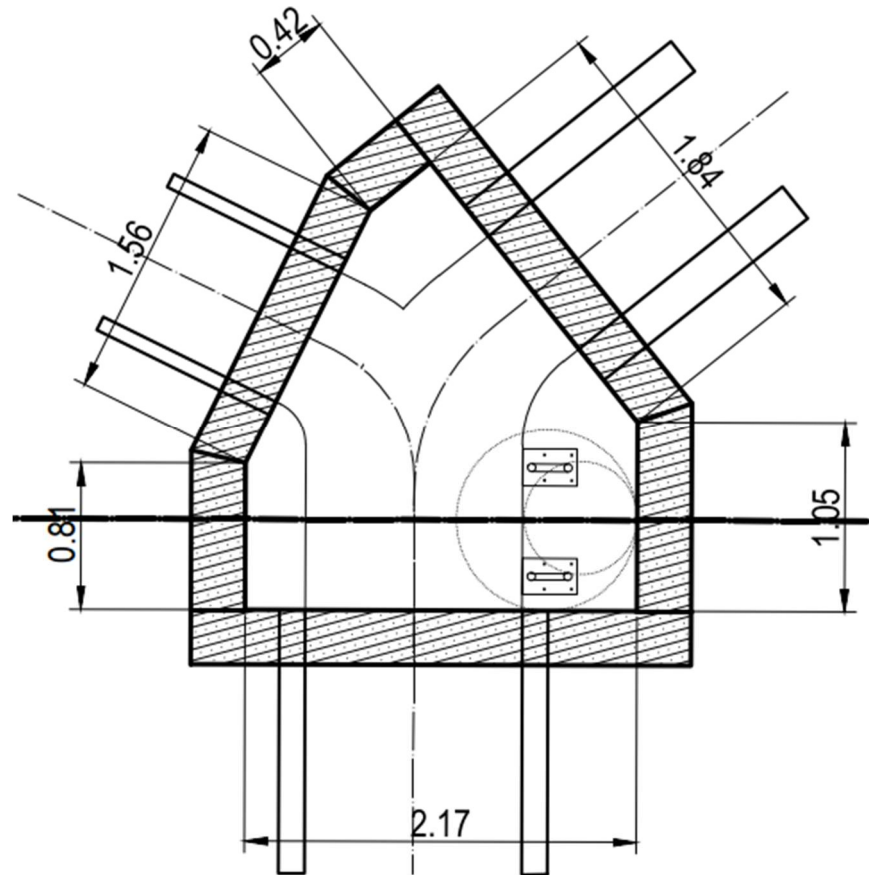


23 Schacht M11

Dicke Deckel: 30 cm

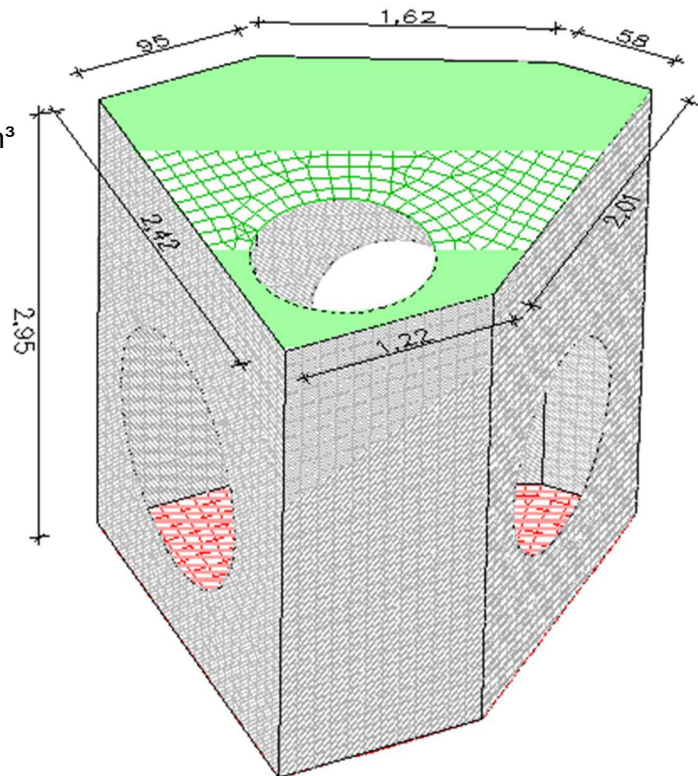
Dicke Wände: 22 cm

Dicke Sohle: 30 cm



Berechnung als FEM Model

- 1-FL d=0,22 Wände
- 2-FL d=0,3 Deckel
- 3-FL d=0,3 Sohle gebettet mit 30 MN/m³



Belastung Deckel OK +0,93 m

- Überschüttung: $0,9 * 18 + 0,17 * 10 + 0,2 * 10 = 20 \text{ kN/m}^2$
- Verkehr ZTV Siele: 56 kN/m^2
- Auflast Einsteigeschacht: $14 / (1,09 * 3,14) = 4,0 \text{ kN/m}$ (auf Rand)
- Radlast auf Deckel: $150 / (1,09 * 3,14 * 0,67) = 65,4 \text{ kN/m}$

Belastung Wände OK +1,45 m – UK -1,6 m

Aus Erd- und Wasserdruck

$$\text{Oben } 0,9 * 18 * 0,5 + 0,47 * 10 * 0,5 + 0,57 * 10 = 16,2 \text{ kN/m}^2$$

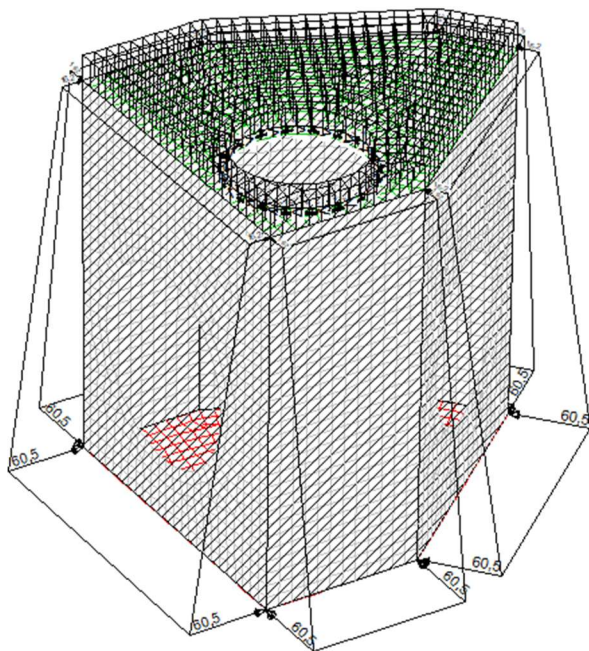
$$\text{Unten } 16,2 + 2,65 * 10 * 0,5 + 3,1 * 10 = 60,5 \text{ kN/m}^2$$

Aus Verkehr

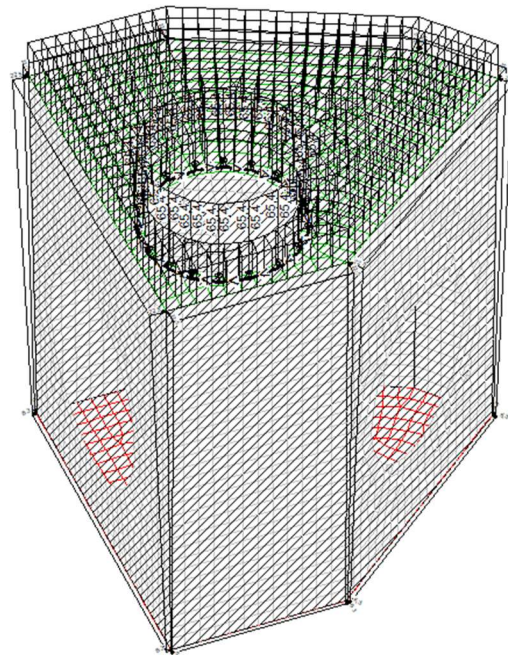
$$\text{Oben } 45 * 0,5 = 22,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Unten } 12,6 * 0,5 = 6,3 \text{ kN/m}^2$$

Eigengewicht, Erd- und Wasserdruck

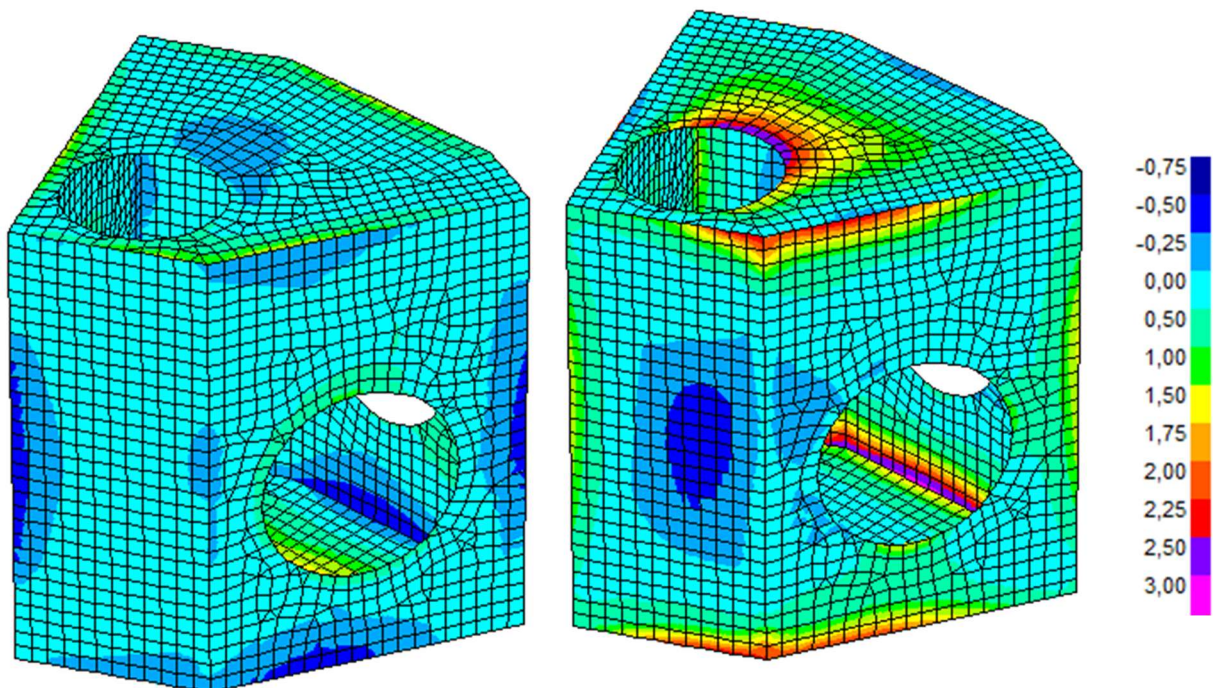


Verkehrslasten



Maximale Biegezugspannung

in der Fuge: $\sigma_{BZ} = 3,1 \text{ N/mm}^2 < \text{zul. Spannung} = 8 / 2,2 = 3,6 \text{ N/mm}^2$



24 Schlussseite

Für die statische Berechnung

Seite 1 bis 112

Hamburg den 12.08.2026



Geschäftsleitung

Dr.-Ing. F. Lüddecke



Sachbearbeiter

Jens Stilzebach, Dip.-Ing.

stilzebach@j-b-o.de / +49 40 429 292 – 25