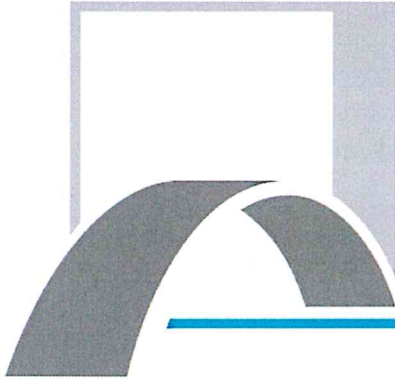


Baumaßnahme:	Fernwärmetrasse Wesernetz Bremen hier: Unterpressung U_SR (Schwachhauser Ring)	Projekt: 2019-006
Aufsteller:	Meinke / Mielke Ingenieurgruppe GmbH * 27283 Verden / Aller	Datum: August. 2020

## Statische Voruntersuchung Fernwärmetrasse Wesernetz Bremen

**Hier: Baugruben für Unterpressung U\_SR  
(Schwachhauser Ring)**

Bauvorhaben:	Verlegung einer Fernwärmeverbindungsleitung in Bremen von im Nord-Osten gelegenen Hochschulring bis zum Heizwerk Vahr	
Bauherr:	Wesernetz Bremen GmbH Theodor-Heus-Allee 20 28215 Bremen	
Statische Voruntersuchung:		Große Fischerstraße 15 27283 Verden / Aller  Tel: +49 (4231) 92 69-0 Fax: +49 (4231) 92 69-10 <a href="mailto:info@meinke-mielke.de">info@meinke-mielke.de</a>  <b>Meinke / Mielke</b> Ingenieurgruppe GmbH

Version-Nr.	Datum	Name	Erläuterung
1-E1 (Ergänzung-1)	14.08.2020	Solati	Unterpressung U-SR , Deckblatt, Austauschseite 1a, Ergänzungsseiten 30-43

Bauteil:	Seite: 0
Kapitel / Vorgang:	Archiv-Nr.

Baumaßnahme: Fernwärmetrasse Wesernetz Bremen hier: Unterpressung U_SR (Schwachhauser Ring)	Projekt: 2019-006																																													
Aufsteller: Meinke / Mielke Ingenieurgruppe GmbH * 27283 Verden / Aller	Datum: August. 2020																																													
<p><b><u>1. Inhaltsverzeichnis</u></b></p> <table border="0"> <tr> <td>1.</td> <td>Inhaltsverzeichnis .....</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Grundlagen .....</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2.1</td> <td>Allgemeines .....</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2.2</td> <td>Einwirkungen .....</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>2.3</td> <td>Technische Vorschriften, Gutachten, Literaturhinweise und Beschreibung der EDV-Programme, Technische Vorschriften .....</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>Nachweis der Auftriebssicherheit der Unterwasserbetonsohle .....</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>3.1</td> <td>Nachweis ohne Auftriebspfähle (UWBS nicht bewehrt).....</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>Berechnung der Baugruben (für Schwergewichtssohle, min Wasserstand).....</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>4.1</td> <td>Baugrube für min. Wasserstand .....</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>Untersuchung für max. Wasserstand .....</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>5.1</td> <td>Erläuterung .....</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>5.2</td> <td>Nachweis der Auftriebssicherheit der Unterwasserbetonsohle .....</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>5.3</td> <td>Berechnung der Baugrube (für Schwergewichtssohle, max. W) .....</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>5.3.1</td> <td>Spundwände.....</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>5.3.2</td> <td>Gurtung, Steifen .....</td> <td>41</td> </tr> </table>		1.	Inhaltsverzeichnis .....	1	2.	Grundlagen .....	2	2.1	Allgemeines .....	2	2.2	Einwirkungen .....	12	2.3	Technische Vorschriften, Gutachten, Literaturhinweise und Beschreibung der EDV-Programme, Technische Vorschriften .....	14	3.	Nachweis der Auftriebssicherheit der Unterwasserbetonsohle .....	16	3.1	Nachweis ohne Auftriebspfähle (UWBS nicht bewehrt).....	16	4.	Berechnung der Baugruben (für Schwergewichtssohle, min Wasserstand).....	19	4.1	Baugrube für min. Wasserstand .....	19	5.	Untersuchung für max. Wasserstand .....	30	5.1	Erläuterung .....	30	5.2	Nachweis der Auftriebssicherheit der Unterwasserbetonsohle .....	31	5.3	Berechnung der Baugrube (für Schwergewichtssohle, max. W) .....	32	5.3.1	Spundwände.....	32	5.3.2	Gurtung, Steifen .....	41
1.	Inhaltsverzeichnis .....	1																																												
2.	Grundlagen .....	2																																												
2.1	Allgemeines .....	2																																												
2.2	Einwirkungen .....	12																																												
2.3	Technische Vorschriften, Gutachten, Literaturhinweise und Beschreibung der EDV-Programme, Technische Vorschriften .....	14																																												
3.	Nachweis der Auftriebssicherheit der Unterwasserbetonsohle .....	16																																												
3.1	Nachweis ohne Auftriebspfähle (UWBS nicht bewehrt).....	16																																												
4.	Berechnung der Baugruben (für Schwergewichtssohle, min Wasserstand).....	19																																												
4.1	Baugrube für min. Wasserstand .....	19																																												
5.	Untersuchung für max. Wasserstand .....	30																																												
5.1	Erläuterung .....	30																																												
5.2	Nachweis der Auftriebssicherheit der Unterwasserbetonsohle .....	31																																												
5.3	Berechnung der Baugrube (für Schwergewichtssohle, max. W) .....	32																																												
5.3.1	Spundwände.....	32																																												
5.3.2	Gurtung, Steifen .....	41																																												
Bauteil: 1. Inhaltsverzeichnis	Seite: 1a																																													
Kapitel / Vorgang:	Archiv-Nr.																																													

Baumaßnahme: Fernwärmetrasse Wesernetz Bremen hier: Unterpressung U_SR (Schwachhauser Ring)	Projekt: 2019-006
Aufsteller: Meinke / Mielke Ingenieurgruppe GmbH * 27283 Verden / Aller	Datum: August. 2020
<p><b><u>5. Untersuchung für max. Wasserstand</u></b></p> <p><b><u>5.1 Erläuterung</u></b></p> <p>Ergänzend zur bisherigen Berechnung wird hier die Baugrube für die Unterpressung für max. Wasserstand untersucht.</p> <p>Max. Wasserstand: <b>+2,40 m NHN</b></p>	
Bauteil: 5. Untersuchung für max. Wasserstand	Seite: 30
Kapitel / Vorgang: 5.1. Erläuterung	Archiv-Nr.

Baumaßnahme: Fernwärmetrasse Wesernetz Bremen hier: Unterpressung U_SR (Schwachhauser Ring)	Projekt: 2019-006
Aufsteller: Meinke / Mielke Ingenieurgruppe GmbH * 27283 Verden / Aller	Datum: August. 2020

## 5.2 Nachweis der Auftriebssicherheit der Unterwasserbetonsohle

### 5.2.1 Nachweis ohne Auftriebspfähle (UWBS nicht bewehrt)

(Wichte und Sicherheitsbeiwerte siehe Kap. 3.1)

Die rechnerisch erforderliche Dicke der Sohle wird um 15 cm erhöht (10 cm Ausgleichsschicht oben + 5 cm Vermischung/Toleranz unten).

#### Ex-501 Dicke UWBS für max. Wasserstand (ohne Pfähle)

Auftriebsicherung ohne Pfahl-max W		Schwachhauser Ring	
Unterpressung		U_SR	
Bohrung		BS 54	BS 63
GOK in m NHN		3,90	3,80
$\gamma_{stb}$	BS-T	0,95	0,95
$\gamma_{dstb}$	BS-T	1,05	1,05
$\gamma_{Beton}$	kN/m <sup>3</sup>	23,00	23,00
$\gamma_{Wasser}$	kN/m <sup>3</sup>	10,00	10,00
GW-Stand,max	m NHN	2,40	2,40
GW-Stand,min	m NHN	0,70	0,70
OK UW-Sohle (Fert. Sohle)	m NHN	-1,97	-1,82
rechnerische Dicke UWBS *1)	m	4,40	4,20
UK UWBS (einsch $D_{d,Ausgleich}$ =10 cm)	m NHN	-6,47	-6,12
Charak. Wasserd. an UK UWBS (max W)	kN/m <sup>2</sup>	88,70	85,20
	kN/m <sup>2</sup>		
Lichte Länge der Baugrube LW	m	5,00	11,00
Lichte Breite der Baugrube LB	m	6,00	6,00
Tiefe Baugrube		5,90	5,60
Annahme Wanddicke $d_w$ :	m	0,50	0,50
$(LW+d_w)*(LB+d_w)$	m <sup>2</sup>	35,75	74,75
$G_{stb,d}$	kN	3437,01	6859,81
$V_{dstb,d}$	kN	3329,58	6687,14
Nachweis=	--	0,97	0,97
Dicke UWBS+ Ausgleichsschicht (rechn Dicke +15m) m		4,55	4,35
<b>Aushubsohle</b>	m NHN	-6,52	-6,17

\*1) UK. UWBS = OK Fertiger UWBS-0,10 (Ausgleichsschicht)- $d_{UWBS}$ (rechn.)  
-0,05 (Toleranz, Vermischung unten)

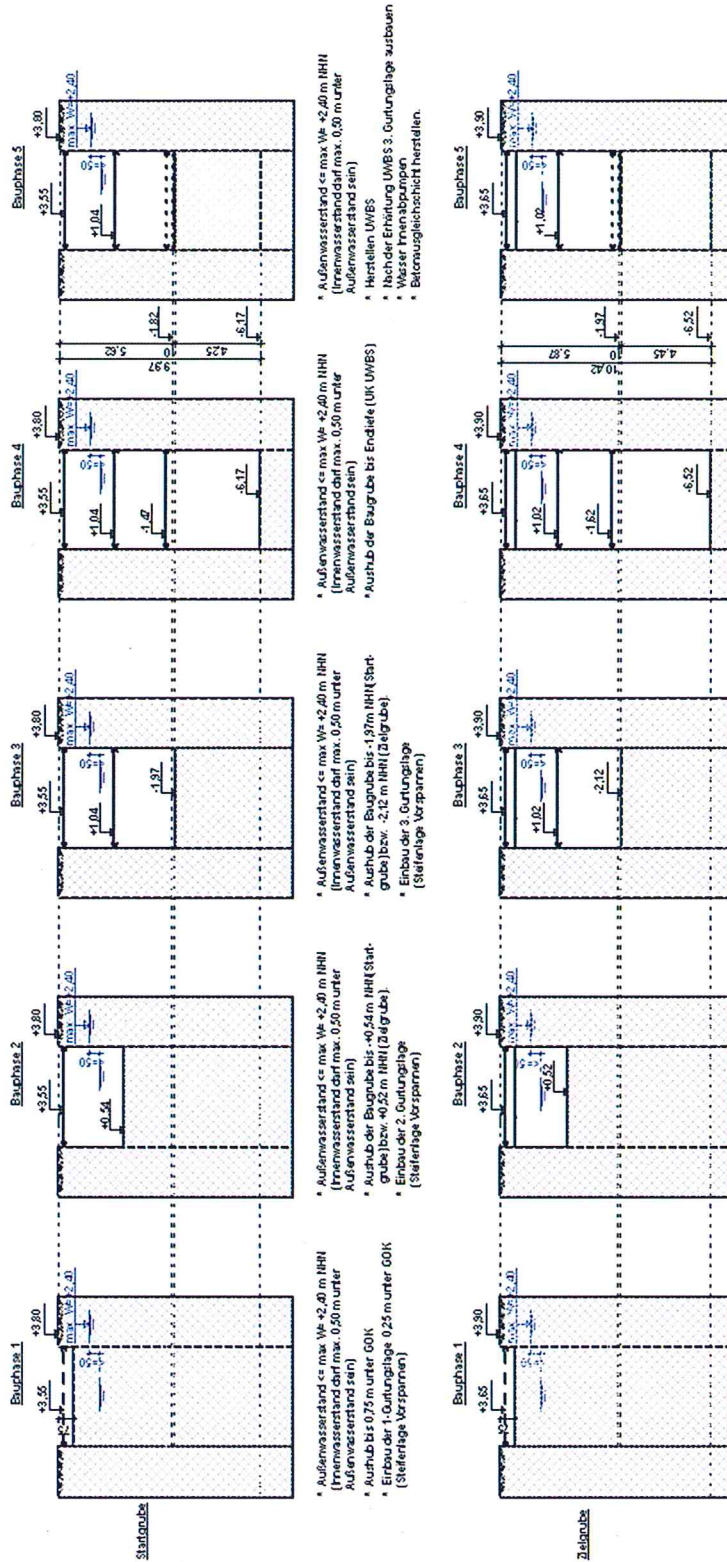
Bauteil: 5. Untersuchung für max. Wasserstand	Seite: 31
Kapitel / Vorgang: 5.2. Nachweis der Auftriebssicherheit der Unterwasserbetonsohle 5.2.1. Nachweis ohne Auftriebspfähle (UWBS nicht bewehrt)	Archiv-Nr.

Baumaßnahme: Fernwärmetrasse Wesernetz Bremen hier: Unterpressung U_SR (Schwachhauser Ring)	Projekt: 2019-006
Aufsteller: Meinke / Mielke Ingenieurgruppe GmbH * 27283 Verden / Aller	Datum: August. 2020
<p><b><u>5.3 Berechnung der Baugrube (für Schwergewichtssohle, max. W)</u></b></p> <p>Die Berechnung erfolgt hier für max. Wasserstand</p> <p><b><u>5.3.1 Spundwände</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abrostung wird mit 75% berücksichtigt.</li> <li>• Begrenzung der Durchbiegung: <b>1,0 cm</b> (<math>t=0</math> bzw. <math>1,0 \cdot 0,75 = 0,75</math> cm mit Berücksichtigung der Abrostung für <math>t=\infty</math>) kann oberhalb der Aushubsohle eingehalten werden, Unterhalb der Aushubsohle sind jedoch mit der gewählten Spundwand (max. gängige Spundwand) mit <b>2,4 cm</b> (ohne Abrostung) bzw. <b>3,2 cm</b> (mit Abrostung) zu rechnen!</li> </ul>	
Bauteil: 5. Untersuchung für max. Wasserstand	Seite: 32
Kapitel / Vorgang: 5.3. Berechnung der Baugrube (für Schwergewichtssohle, max. W) 5.3.1. Spundwände	Archiv-Nr.



Bild 500 Schema Bauzustände- max W

Unterpressung U\_SR Schema Bauzustände für max W



Bauteil: 5. Untersuchung für max. Wasserstand

Seite: 33

Kapitel / Vorgang: 5.3. Berechnung der Baugrube (für Schwergewichtssohle, max. W)  
 5.3.1. Spundwände

Archiv-Nr.





Bild 502 BauPhase-2

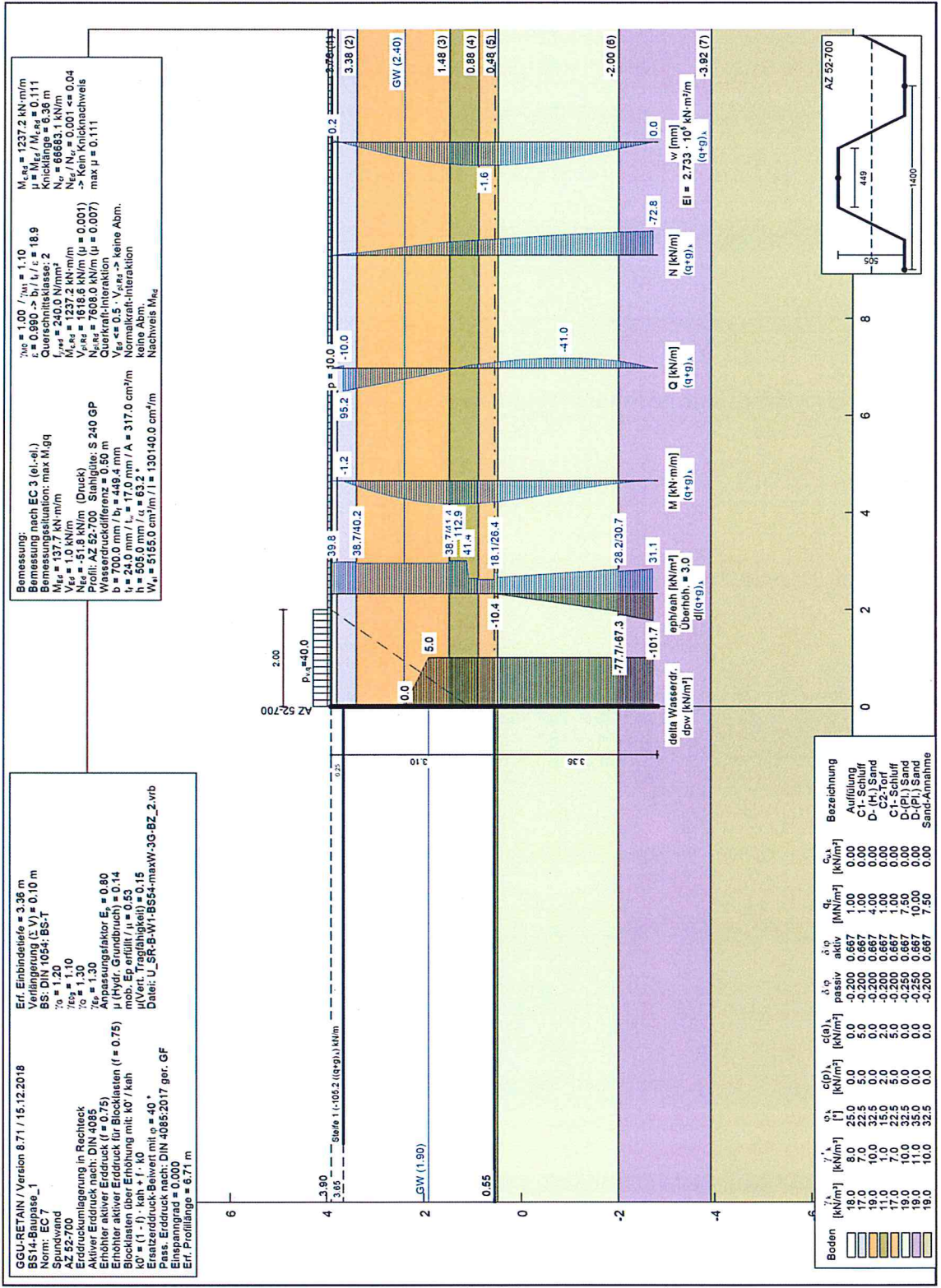




Bild 503 BauPhase-3

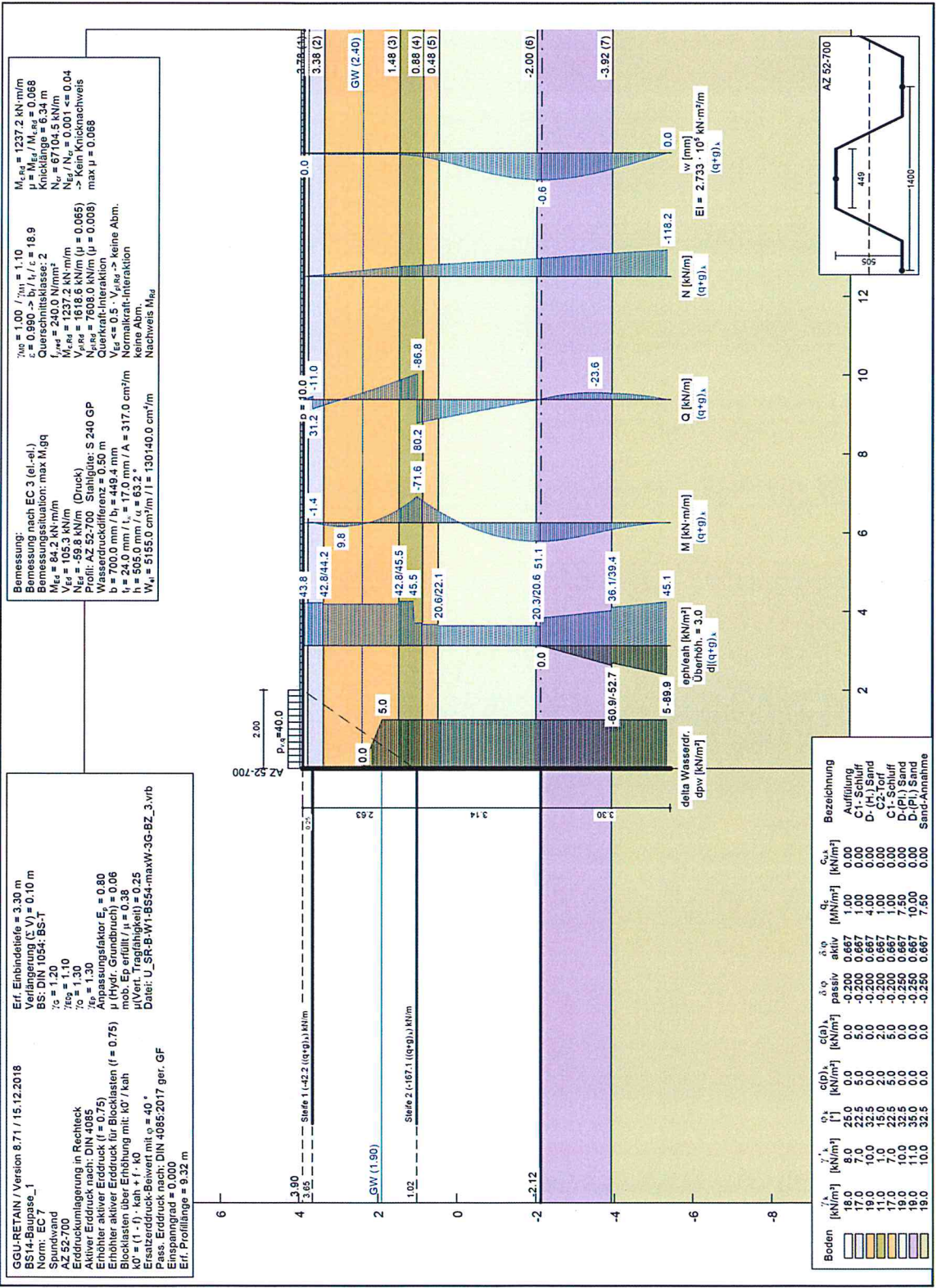






Bild 505a BauPhase-5a

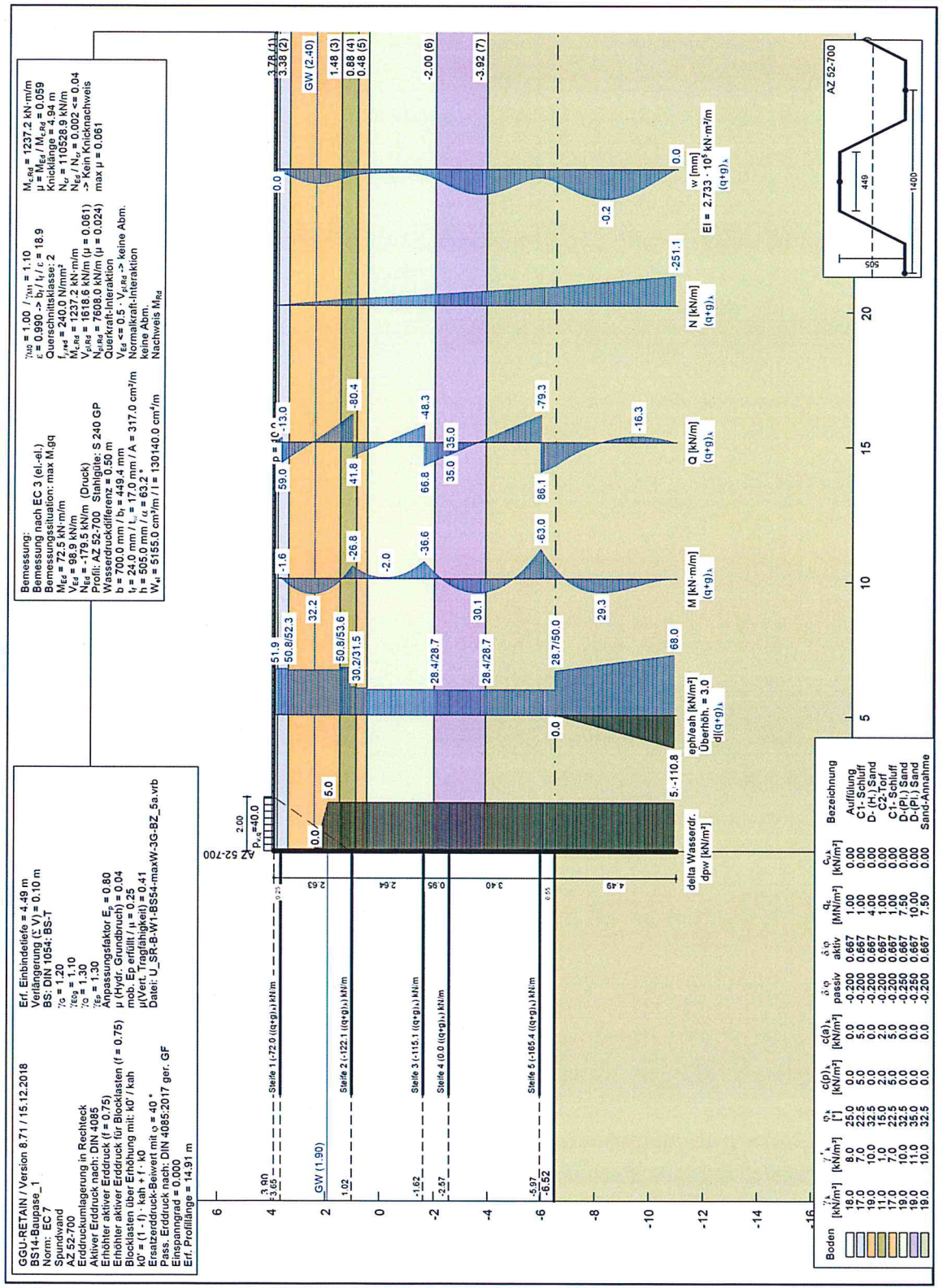




Bild 505b BauPhase-5b

**Bemessung:**  
 Bemessungsh EC 3 (el-el)  
 Bemessungssituation: max N/qg  
 $M_{Ed} = 485,1 \text{ kN/m}$   
 $V_{Ed} = 179,5 \text{ kN/m}$  (Druck)  
 Profil: AZ 52-700 Stahlgüte: S 240 GP  
 $b = 700,0 \text{ mm}$  /  $b_w = 449,4 \text{ mm}$   
 $I_y = 50,8 \text{ cm}^4$  /  $I_{yw} = 13,0 \text{ cm}^4$   
 $W_{pl,y} = 5155,0 \text{ cm}^3$  /  $W_{pl,y1} = 13014,0 \text{ cm}^3$   
 Nachweis  $M_{Ed}$

$\gamma_{RE} = 1,00$  /  $\gamma_{M1} = 1,10$   
 Querschnittsklasse: 2  
 $f_{yk} = 235,8 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{Ed} = 1215,5 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} = 1550,3 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0,306$ )  
 $N_{Ed} = 7474,7 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0,024$ )  
 Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{Rd,s}$  - keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 $N_{Ed} \leq M_{Ed} / W_{pl,y}$   
 Nachweis  $M_{Ed}$

$M_{Ed} = 1215,5 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} = 1550,3 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} / N_{Rk} = 0,005 \leq 0,04$   
 $N_{Ed} / N_{Rk} = 0,005 \leq 0,04$   
 -> Kein Knicknachweis  
 max  $\mu = 0,429$

GGU-RETAIN / Version 8.71 / 15.12.2018  
 BS14-Bauphase\_1  
 Norm: EC 7  
 AZ 52-700  
 Erdbindegelände = 8,59 m  
 Verdängerung ( $\Delta V$ ) = 0,10 m  
 BS 14 1094-BS-1  
 $\gamma_s = 1,30$   
 $\gamma_{s0} = 1,30$   
 Erdrückumlagerung in Rechteck  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Erhöhter aktiver Erddruck ( $i = 0,75$ )  
 Erhöhter aktiver Erddruck für Blocklasten ( $i = 0,75$ )  
 Blocklasten über Erhöhung mit:  $k_0 / k_{ah}$   
 $k_0 = (1 - i) \cdot k_{ah} + i \cdot k_0$   
 Erhöhter Erddruck:  $k_{ah} = 40$   
 Erddruck nach: DIN 4085-2017 ger. GF  
 Einspanngrad = 0,000  
 Erf. Profillänge = 19,01 m

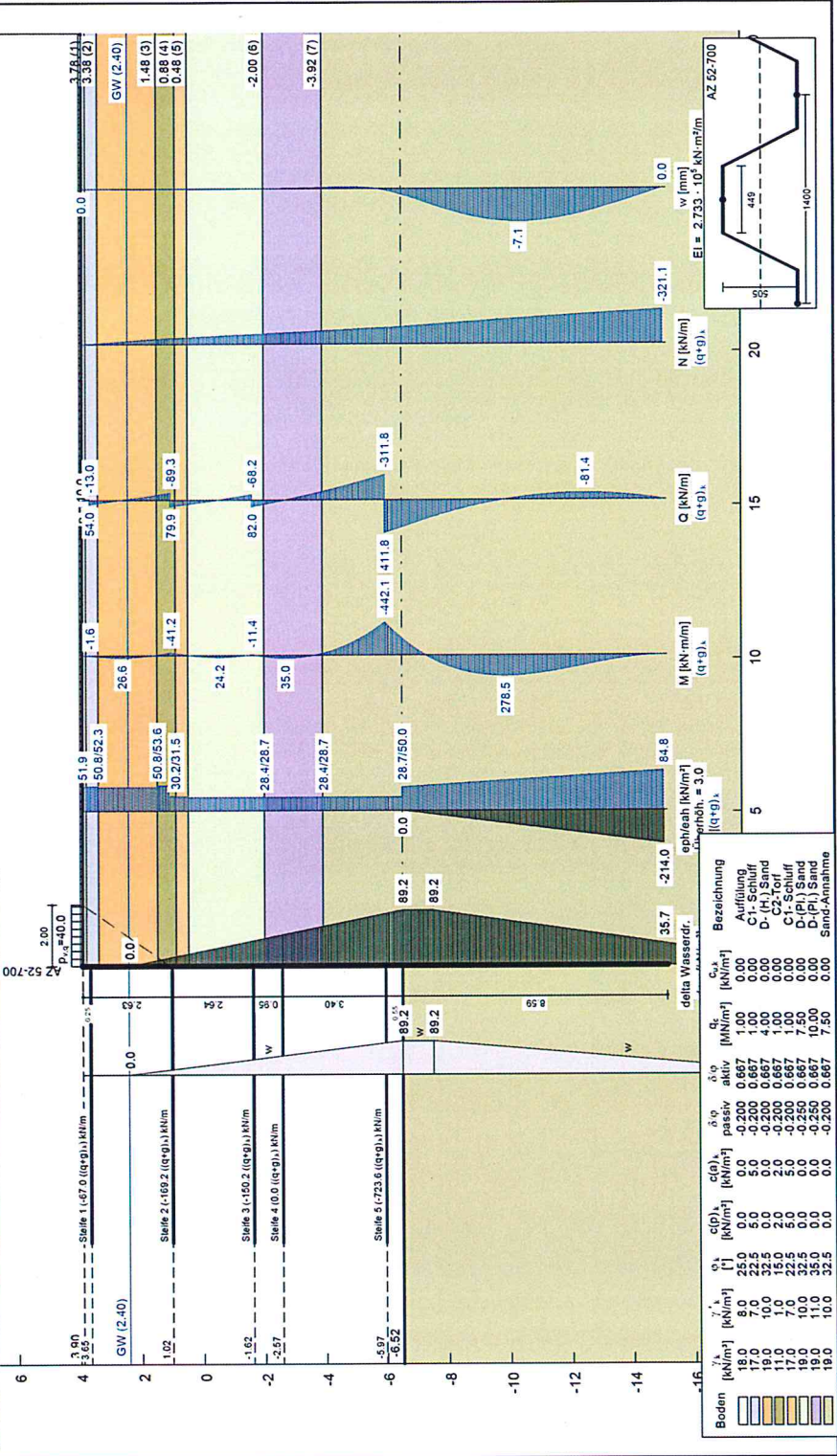
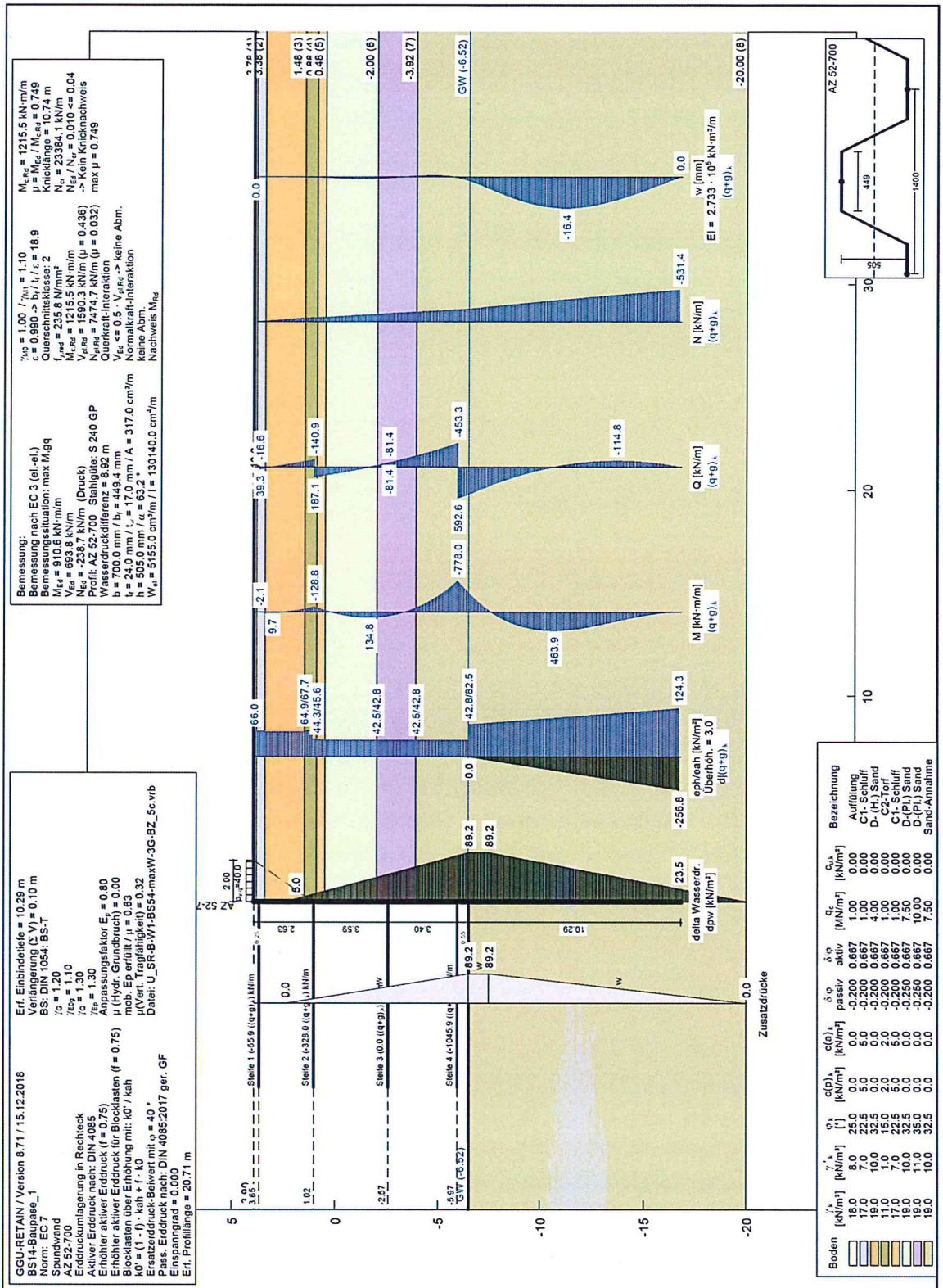




Bild 505c BauPhase-5c



**Bemessung:**  
 Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
 Querschnitt: max. M, Bq  
 M<sub>Ed</sub> = 910,6 kNm/m  
 V<sub>Ed</sub> = 693,8 kN/m  
 N<sub>Ed</sub> = -238,7 kN/m (Druck)  
 Profil: AZ 52-700 Stahlstütze: S 240 GP  
 Wasserdrukdifferenz = 8,92 m  
 b = 700,0 mm / b<sub>1</sub> = 449,4 mm  
 l<sub>1</sub> = 24,0 mm / l<sub>2</sub> = 17,0 mm / A = 317,0 cm<sup>2</sup>/m  
 h = 505,0 mm / u = 63,2 °  
 W<sub>pl,y</sub> = 5155,0 cm<sup>3</sup>/m / I = 130140,0 cm<sup>4</sup>/m  
 Nachweise M<sub>Ed</sub>

$\gamma_{\text{red}} = 1,00$  /  $\gamma_{\text{red}} = 1,10$   
 $\mu = 0,990$  →  $b_{17}/l_2 = 18,9$   
 Querschnittsklasse 2  
 $f_{\text{red}} = 235,6$  N/mm<sup>2</sup>  
 $M_{\text{red}} = 1215,5$  kNm/m  
 $N_{\text{red}} = 1590,3$  kN/m ( $\mu = 0,436$ )  
 $V_{\text{red}} = 7474,7$  kN/m ( $\mu = 0,032$ )  
 Querkraft-Interaktion  
 $V_{\text{Ed}} \leq 0,5 \cdot V_{\text{red}}$  → keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweise M<sub>Ed</sub>

GGU-RETAIN / Version 8.71 / 15.12.2018  
 Erf. Einbindetiefe = 10,29 m  
 V<sub>1</sub> = 10,29 m (S.V.) = 0,10 m  
 BS1: DIN 1054; BS-T  
 Norm: EC7  
 Spundwand  
 AZ 52-700  
 Erdrückumlagerung in Rechteck  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Erhöhter aktiver Erddruck ( $\mu = 0,75$ )  
 Erhöhter aktiver Erddruck für Blocklasten ( $\mu = 0,00$ )  
 Blocklasten über Erhöhung mit:  $k_0' / k_{ah}$   
 $k_0' = (1 - \mu) \cdot \tan^2 \alpha + \mu$   
 Ersterdrukb-Behwert mit:  $\mu = 40$   
 Erhöhter aktiver Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
 Einbindetiefe = 0,00 m  
 Erf. Profillänge = 20,71 m

Boden	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{\text{sat}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c(p)$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	$\delta_{\text{passiv}}$ [°]	$\delta_{\text{aktiv}}$ [°]	$\gamma_{\text{w}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$q_{\text{cl}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,s}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
1	17,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	0,0	0,0	Aufkantung
2	18,0	21,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,667	1,00	0,0	C1-Schluff
3	19,0	22,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,667	4,00	0,0	D-(H)-Sand
4	17,0	20,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,667	1,00	0,0	C2-Torf
5	17,0	20,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,667	1,00	0,0	C1-Schluff
6	18,0	21,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,667	7,50	0,0	D(pl)-Sand
7	18,0	21,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,667	7,50	0,0	D(pl)-Sand
8	18,0	21,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,667	7,50	0,0	Sand-Annamte

Baumaßnahme: Fernwärmetrasse Wesernetz Bremen hier: Unterpressung U_SR (Schwachhauser Ring)	Projekt: 2019-006
Aufsteller: Meinke / Mielke Ingenieurgruppe GmbH * 27283 Verden / Aller	Datum: August. 2020

### 5.3.2 Gurtung, Steifen

Gurtung: HEB 500 S355  
Steifen, Schrägstäbe HEB 400 S355

#### Belastung:

- d) Eigengewicht wird vom Programm ermittelt ( $\gamma_g = 1,35$ )
- e) Horizontale Lasten aus Spundwände  $\sim q_{k,1} = 345 \text{ kN/m}$  ( $\gamma_q = 1,50$ )
- f) Vertikale Verkehrslast auf Stäbe  $q_{k,2} = 2,0 \text{ kN/m}$  ( $\gamma_q = 1,50$ )

#### Knicksicherheit der Steifen (vereinfachend ohne Momentenanteil, HEB400):

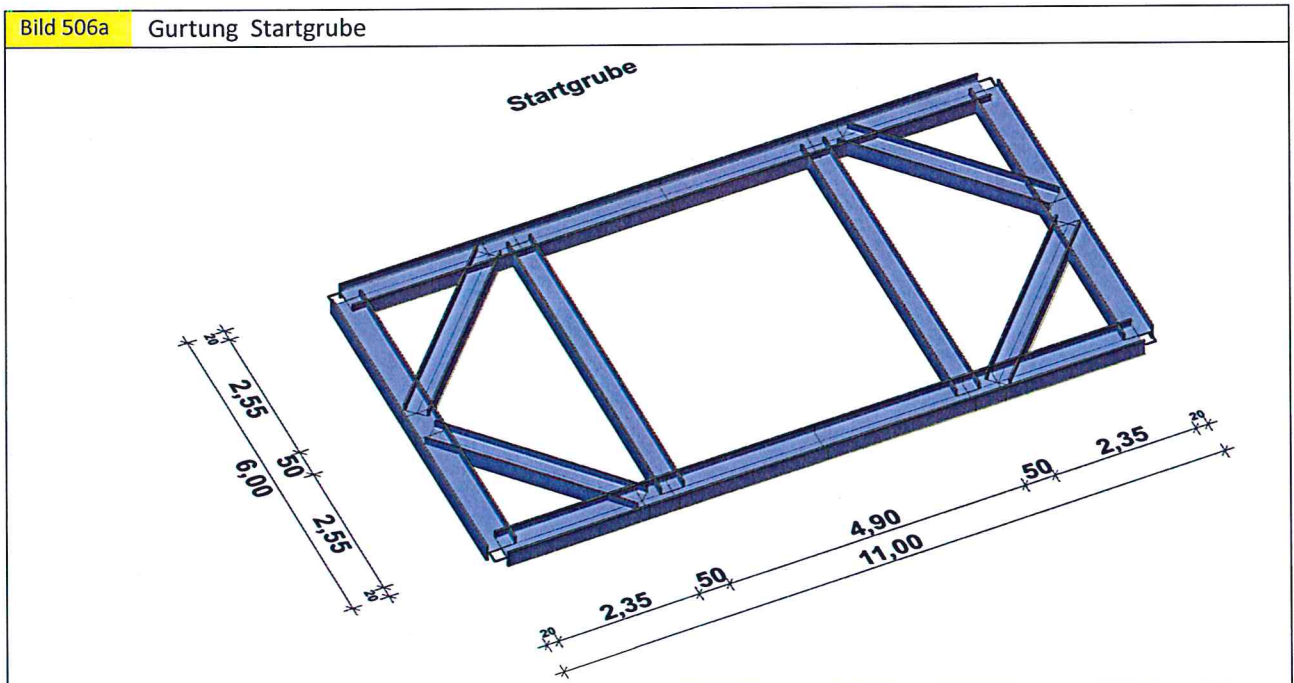
$$N_{Ed} = -1494 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_z = 560 / (7,4 * 76,4) = 0,99$$

$$\kappa_z = 0,55 \text{ (Knicklinie c)}$$

$$N_{b,Rd} = \kappa_z * N_{Pl,Rd} = 0,55 * (197,8 * 35,5 / (\gamma_{M1} = 1,1)) = 0,55 * 6383 = 3510 \text{ kN} > 1494 \text{ kN}$$

Bild 506a Gurtung Startgrube



Bauteil:	5. Untersuchung für max. Wasserstand	Seite: 41
Kapitel / Vorgang:	5.3. Berechnung der Baugrube (für Schwergewichtssohle, max. W) 5.3.2. Gurtung, Steifen	Archiv-Nr.



Baumaßnahme: Fernwärmetrasse Wesernetz Bremen  
 hier: Unterpressung U\_SR (Schwachhauser Ring)

Projekt: 2019-006

Aufsteller: Meinke / Mielke Ingenieurgruppe GmbH \* 27283 Verden / Aller

Datum: August. 2020

Bild 506b Gurtung Zielgrube

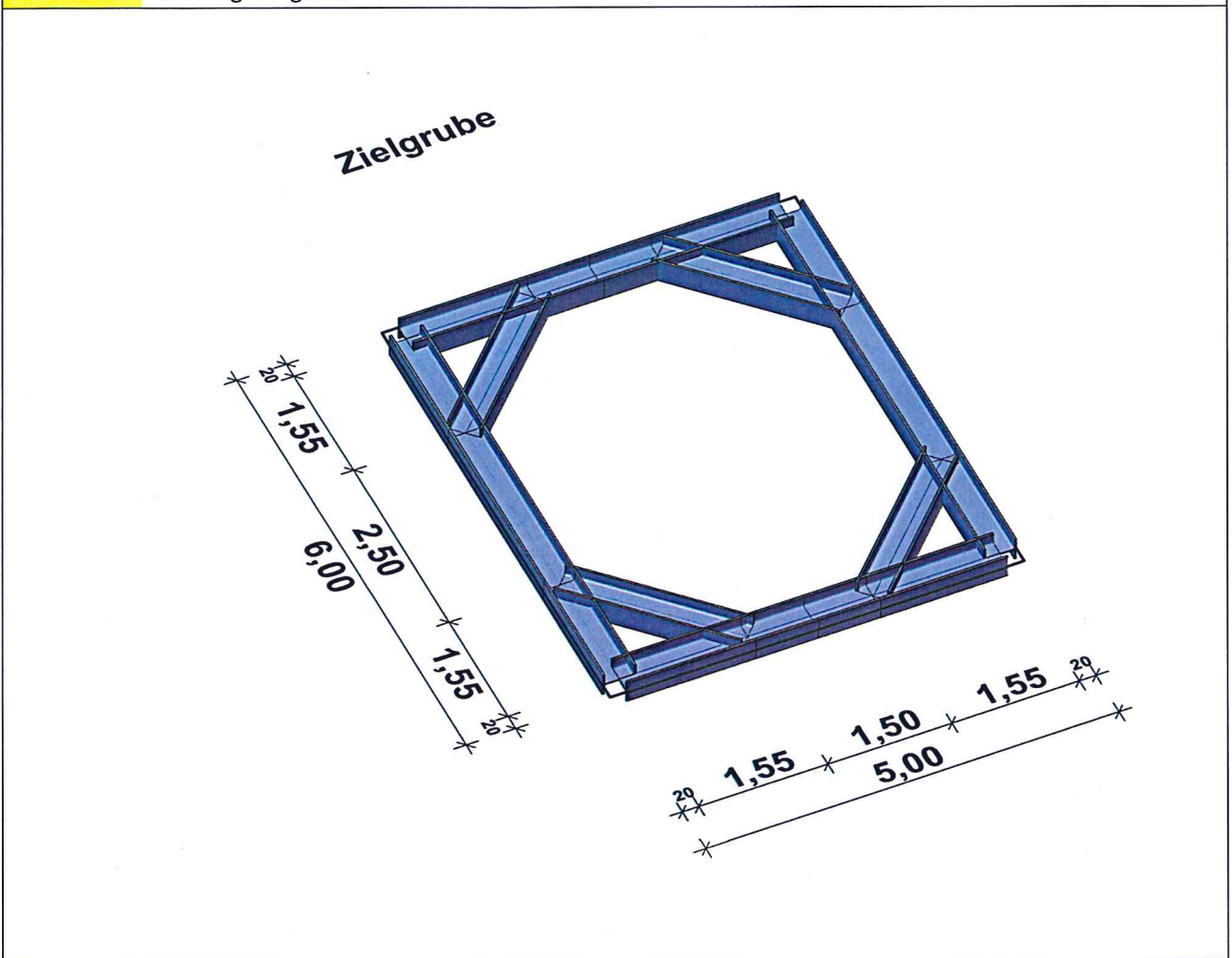
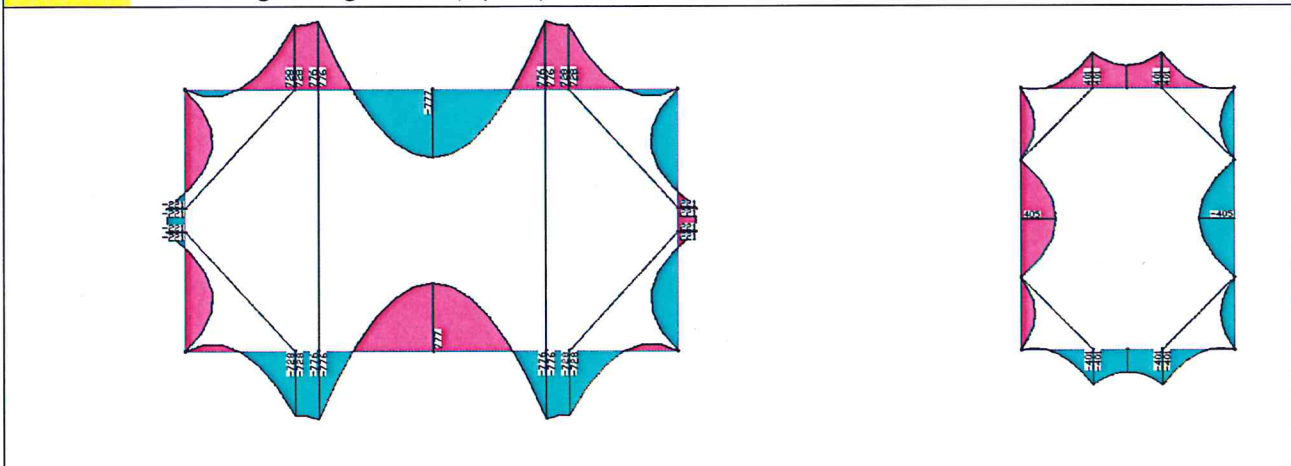


Bild 507 Bemessungsschnittgrößen  $M_{yd}$  (kNm)



Bauteil: 5. Untersuchung für max. Wasserstand

Seite: 42

Kapitel / Vorgang: 5.3. Berechnung der Baugrube (für Schwergewichtssohle, max. W)  
 5.3.2. Gurtung, Steifen

Archiv-Nr.

Baumaßnahme: Fernwärmetrasse Wesernetz Bremen  
hier: Unterpressung U\_SR (Schwachhauser Ring)

Projekt: 2019-006

Aufsteller: Meinke / Mielke Ingenieurgruppe GmbH \* 27283 Verden / Aller

Datum: August. 2020

Bild 508 Bemessungsschnittgrößen  $N_{zd}$  (kN)

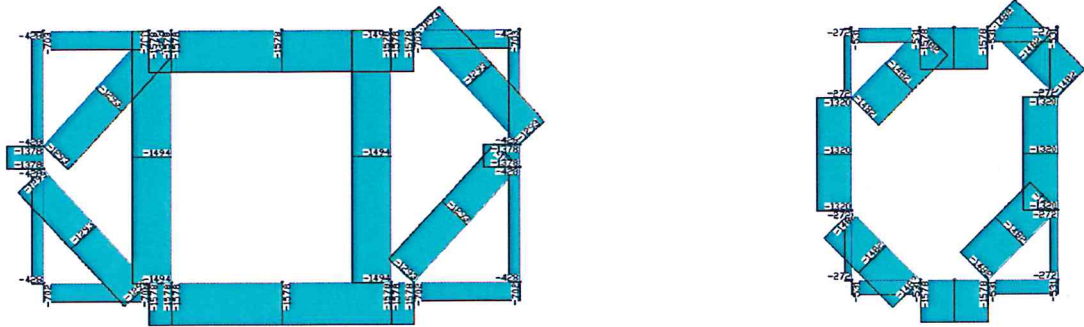


Bild 509 Bemessungsschnittgrößen  $M_{zd}$  (kNm)

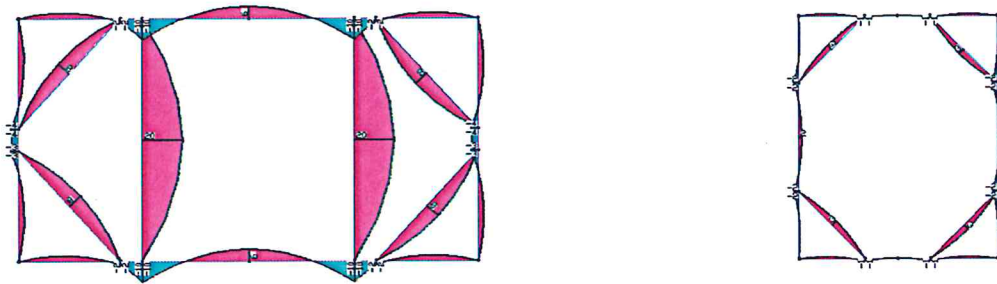
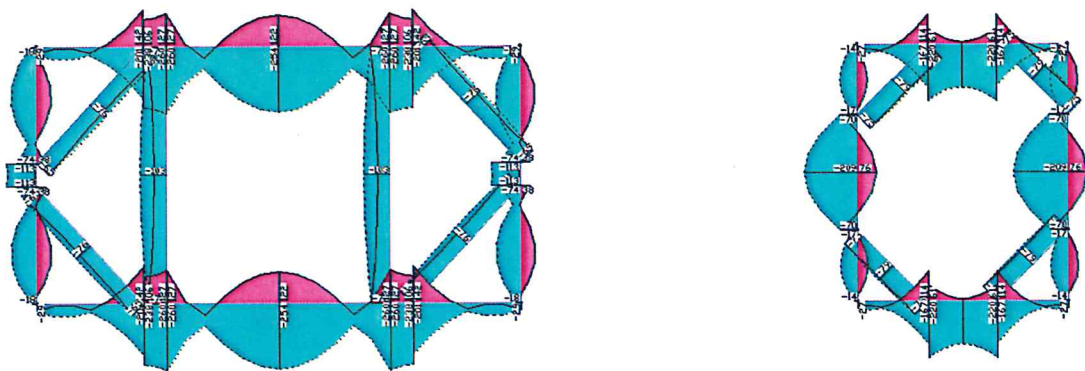


Bild 510 Bemessungsspannungen  $\sigma_{xd}$  (N/mm<sup>2</sup>)



$$\max \sigma_x = 260 \text{ N/mm}^2 < 355/1,1 = 322 \text{ N/mm}^2$$

Bauteil: 5. Untersuchung für max. Wasserstand

Seite: 43

Kapitel / Vorgang: 5.3. Berechnung der Baugrube (für Schwergewichtssohle, max. W)  
5.3.2. Gurtung, Steifen

Archiv-Nr.