



**Stadtverwaltung Oranienburg / Tiefbauamt**  
Schlossplatz 1  
16515 Oranienburg

**Wiederherstellung der  
Schleuse Friedenthal**

**- Genehmigungsplanung -**

**-Genehmigungsstatik -  
Bemessung der Spundwände**

**(Index A)**

Aufgestellt:

Berlin, 23.04.2018



**Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau**  
Storkower Straße 99 A,  
10407 Berlin

Projektleiter: Dipl. Ing. Torsten Richter

Bearbeiter: Dipl. Ing. Hendrik Schubert

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	23.04.18

## Inhaltsverzeichnis

### Inhalt

<b>1</b>	<b>VORBEMERKUNGEN .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>BERECHNUNGEN .....</b>	<b>2</b>
2.1	Grundlagen und Beschreibung .....	2
2.2	Ermittlung der Eingangsdaten .....	3
<b>3</b>	<b>BERECHNUNGSERGEBNISSE .....</b>	<b>4</b>
3.1	Schleusenkammer (innere Standsicherheit) .....	4
3.2	Zusammenfassung Schleusenkammer (innere Standsicherheit)	6
3.3	Schleusenhäupter (innere Standsicherheit) .....	10
3.4	Oberer Vorhafen .....	14
3.5	Unterer Vorhafen .....	19
<b>4</b>	<b>QUELLENANGABEN .....</b>	<b>24</b>
4.1	Unterlagenverzeichnis .....	24
4.2	Anlagenverzeichnis.....	24

BAUTEIL:	Spundwände	Index A	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung	SEITE: A.1	
VORGANG:	Genehmigungsstatik		4081

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	23.04.18

## 1 VORBEMERKUNGEN

Es gibt drei Bereiche der Schleuse die mit Spundwänden versehen werden. Zum einen die Schleusenkammer, welche aus U-Profilen (Doppelbohle) schlagen hergestellt wird. Die Spundwände der Schleusenkammer werden verankert. Die Berechnung für die Schleusenkammer erfolgt für die beiden Seiten der Kammer getrennt, da gemäß Baugrundgutachten [2] unterschiedliche Böden anstehen. Die Spundwände der Kammer bleiben über die Standzeit der Schleuse unverkleidet stehen. Es ist daher eine Korrosionsschützende Beschichtung aufzutragen.

Weiterhin werden die Baugruben der Schleusenhäupter mit Spundwänden gesichert. Hier werden keine Anker eingebaut, sondern eine bauzeitliche Aussteifung. Das Tragwerk der fertigen Häupter wird später aus Stahlbeton hergestellt. Die Bemessung der Aussteifung der Häupter erfolgt unter Reg03\_05. Die Spundwände der Häupter werden ebenfalls schlagen aus U-Profilen hergestellt. Das Ober- und Unterhaupt wird getrennt bemessen, aufgrund der unterschiedlichen Grundwasserstände und Bodenschichtungen.

Der dritte Bereich sind die Vorhäfen. Die Spundwände der Vorhäfen werden aus Z-Profilen gepresst hergestellt. Im oberen Vorhafen wird das linke Ufer verankert hergestellt. Das rechte Ufer wird unverankert hergestellt. Des Weiteren wird die rechtseitige Spundwand als spätere Unterwasserspundwand hergestellt. Es sind die Lastansätze gemäß Lastenheft [4] zu beachten.

Im unteren Vorhafen werden die Spundwände beidseitig verankert. Zu beachten ist, dass am linken Ufer nur der vordere Teil verankert werden muss. Dies liegt an der Höhe des Spundwandverlaufs vom Haupt hin zum Ausfahrtsbereich.

## 2 BERECHNUNGEN

### 2.1 GRUNDLAGEN UND BESCHREIBUNG

Die Berechnungen wurden mit den Programmen



für die Bemessung der Spundwände und Anker in der aktuellen Version auf Grundlage des EC 3 / EC 7 erstellt.

BAUTEIL:	Spundwände	Index A	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung	SEITE: A.2	
VORGANG:	Genehmigungsstatik		4081

VERFASSEN:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	23.04.18

## 2.2 ERMITTLUNG DER EINGANGSDATEN

Gemäß Eurocode erfolgt die Einteilung in folgende drei Arten von Bemessungssituationen (BS):

**Ständige Bemessungssituation BS-P („persistent“),**

**Vorübergehende Bemessungssituation BS-T („transient“),**

**Außergewöhnliche Bemessungssituation BS-A („accidental“).**

Den genannten Bemessungssituationen sind unterschiedlich große Teilsicherheitsbeiwerte und Kombinationsbeiwerte zugeordnet.

Die Lastannahmen für die einzelnen Bemessungssituationen ergeben sich gemäß dem Lastenheft [4].

BAUTEIL:	Spundwände	Index A	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung	SEITE: A.3	
VORGANG:	Genehmigungsstatik		4081

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	23.04.18

### 3 BERECHNUNGSERGEBNISSE

#### 3.1 SCHLEUSENKAMMER (INNERE STANDSICHERHEIT)

Die Schleusenammer wird aus Spundbohlen GU 28 N in verschiedenen Längen hergestellt. Die Wände müssen verankert werden. Die Berechnung erfolgte an 4 Schnitten. Den 4 Schnitten wurde der entsprechende Baugrundaufschluss zugeordnet.

Schnitt-1 = OW, linkes Ufer = RKS 7/09

Schnitt-2 = UW, linkes Ufer = RKS 3/12

Schnitt-3 = OW, rechtes Ufer = B1/09

Schnitt-4 = UW, rechtes Ufer = B2/09

In der Auswertung werden alle 4 Schnitte für die Einwirkungskombinationen betrachtet. Je Ufer wird der entsprechend maßgebende Schnitt für das gesamte Ufer angenommen. Damit werden Unkenntnisse über den Baugrund zwischen den Beprobungen ausgeschlossen bzw. die Gefahr durch eine andere Belastung als für den Schnitt angenommen.

##### 3.1.1 EK-1A - Betriebszustand (BS- P)

Gemäß Anlage [A1] ergeben sich folgende Werte:

	Schnitt-1	Schnitt-2	Schnitt-3	Schnitt-4
<b>Profillänge [m]</b>	7,00	6,60	7,00	6,50
<b>Ausnutzung Stahl [-]</b>	0,29	0,23	0,29	0,22
<b>max. Verformung [cm]</b>	0,3	0,2	0,3	0,2
<b>Gurtung W,el min [cm³]</b>	600,0	490,0	600	490,0
<b>Ankerkraft N<sub>d</sub> [kN]</b>	506,3	418,6	498,0	403,1
<b>Ankerlänge [m]</b>	19,00	15,50	13,50	13,50

BAUTEIL:	Spundwände	Index A	ARCHIV-NR:  4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	SEITE: A.4	
VORGANG:	Genehmigungsstatik		

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	23.04.18

### 3.1.2 EK-1B - Revisionsfall (BS- T)

Gemäß Anlage [A1] ergeben sich folgende Werte:

	Schnitt-1	Schnitt-2	Schnitt-3	Schnitt-4
<b>Profillänge [m]</b>	6,40	6,10	6,40 / 6,40	6,10 / 6,10
<b>Ausnutzung Stahl [-]</b>	0,15	0,11	0,16 / 0,16	0,12 / 0,11
<b>max. Verformung [cm]</b>	0,1	0,05	0,1 / 0,1	0,05 / 0,05
<b>Gurtung W,el min [cm³]</b>	300,0	232,0	382,0 / 490,0	300,0 / 382,0
<b>Ankerkraft Nd [kN]</b>	229,4	164,4	340,2 / 364,9	266,9 / 289,9
<b>Ankerlänge [m]</b>	19,00	15,50	13,50 / 13,50	13,50 / 13,50

### 3.1.3 EK-2A - Bauzustand Vollaushub (BS- T)

Gemäß Anlage [A1] ergeben sich folgende Werte:

	Schnitt-1	Schnitt-2	Schnitt-3	Schnitt-4
<b>Profillänge [m]</b>	15,70	14,20	15,10	14,90
<b>Ausnutzung Stahl [-]</b>	0,35	0,18	0,30	0,19
<b>max. Verformung [cm]</b>	2,6	1,2	2,1	1,3
<b>Gurtung W,el min [cm³]</b>	742,0	490,0	742,0	600,0
<b>Ankerkraft Nd [kN]</b>	615,2	423,2	535,7	432,7
<b>Ankerlänge [m]</b>	19,00	15,50	15,50	15,50

BAUTEIL:	Spundwände	Index A	ARCHIV-NR:  4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	SEITE: A.5	
VORGANG:	Genehmigungsstatik		

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	23.04.18

### 3.1.4 EK-2B - Bauzustand UW-Beton, Baugrube trocken (BS- T)

Gemäß Anlage [A1] ergeben sich folgende Werte:

	Schnitt-1	Schnitt-2	Schnitt-3	Schnitt-4
Profillänge [m]	9,00	8,20	8,80	8,00
Ausnutzung Stahl [-]	0,15	0,09	0,14	0,08
max. Verformung [cm]	0,3	0,2	0,3	0,1
Gurtung $W_{el}$ min [cm <sup>3</sup> ]	490,0	490,0	490,0	382,0
Ankerkraft $N_d$ [kN]	426,5	390,6	390,9	282,9
Ankerlänge [m]	19,00	15,50	13,50	13,50

### 3.1.5 EK-3A - Ankerausfall (BS- A)

Der Ankerausfall wird für die maßgebende Einwirkungskombination EK-2A bemessen.

Gemäß Anlage [A1] ergeben sich folgende Werte:

	Schnitt-1	Schnitt-3
Gurtung $W_{el}$ min [cm <sup>3</sup> ]	1468,0	1358,0
Ankerkraft $N_d$ [kN]	833,05	727,42

## 3.2 ZUSAMMENFASSUNG SCHLEUSENKAMMER (INNERE STANDSICHERHEIT)

Gemäß den Bemessungen für die Schleusenkammer ergibt sich der maßgebende Bemessungszustand für die EK-2A. Für das linke Ufer ist der Schnitt-1 und für das rechte Ufer der Schnitt-3 maßgebend. Somit ergeben sich für die Spundwände folgende Längen:

linkes Ufer: **GU 28N, Doppelbohle S 355 GP, Länge = 16,00m**

rechtes Ufer: **GU 28N, Doppelbohle S 355 GP, Länge = 15,50m**

Die Kammerwände müssen verankert werden. Die Anker werden als Einstabanker verpresst hergestellt. Aus der EK-2A ergeben sich somit die EK-3A am Schnitt 1 und Schnitt 3 und somit folgende maßgebende Bemessungsankerkräfte und Gurtwiderstände:

BAUTEIL:	Spundwände	Index A	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung	SEITE: A.6	
VORGANG:	Genehmigungsstatik		4081

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	23.04.18

linkes Ufer:  $N_d = 833,05 \text{ kN}$ ,  $W_{el} = 1468,0 \text{ cm}^3$

rechtes Ufer:  $N_d = 727,42 \text{ kN}$ ,  $W_{el} = 1358,0 \text{ cm}^3$

Da bisher in den Baugrundgutachten die Mantelreibungswerte fehlen (siehe Lastenheft) wird für die Bemessung der Verpresskörper in der Genehmigungsstatik mit dem Diagramm zur *Grenzlast von Ankern in nichtbindigen Böden [Ostermayer]* vorgenommen.

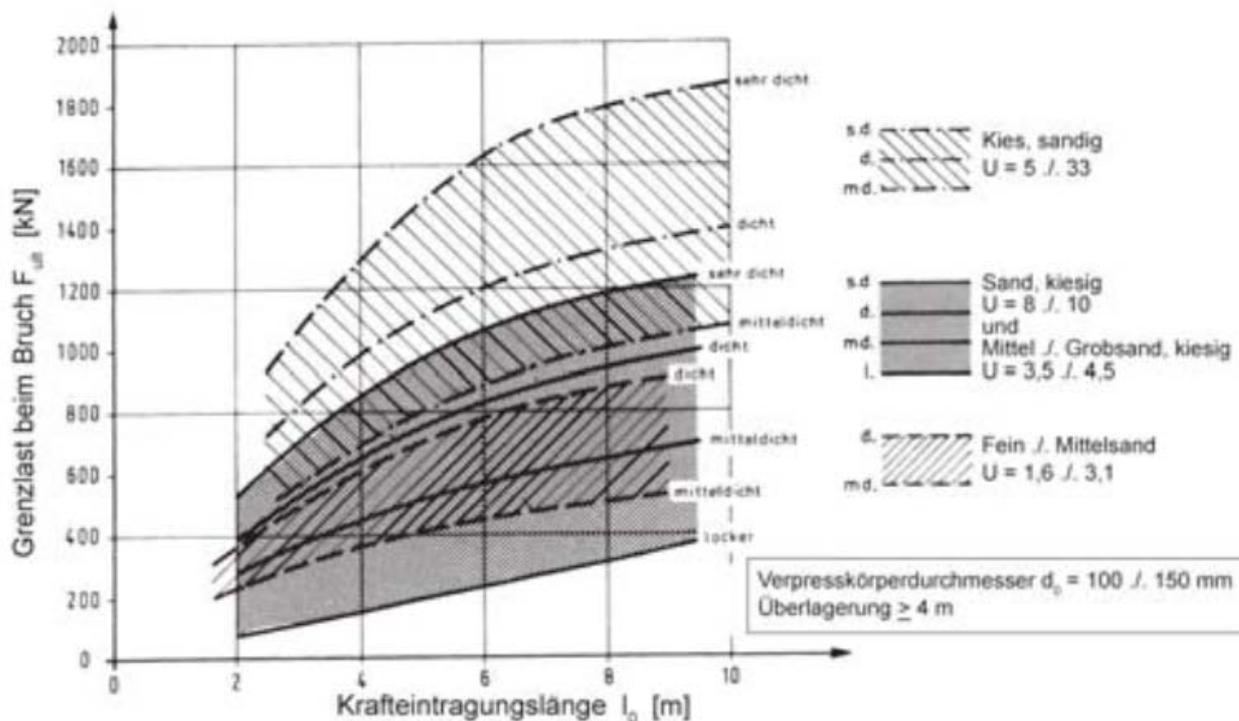


Abbildung 1: Grenzlast von Ankern in nichtbindigen Böden [Ostermayer]

Für den Schnitt-1 liegt die RKS 7/09 zu Grunde. Gemäß Baugrundgutachten von 2009 [?] fehlt dort der Wert der Ungleichförmigkeit. Daneben liegt die RKS 2/12. Dort ist gemäß Baugrundgutachten von 2012 für den unteren Mittelsand ein  $U = 2,05$  angegeben. Im Schnitt-3 gilt die B 1/09 mit der ungünstigsten  $U = 1,56$ .

Aufgrund der Tiefe der Schichten und der entsprechenden Überdeckung ist von einer dichten Lagerung auszugehen. Gemäß Diagramm wird mit entsprechender Sicherheit eine Krafteintragungslänge = Verpresskörper von 9,00m angesetzt. Mit dieser Länge beträgt die Grenzlast beim Bruch ca. 800,0 kN je Anker.

In den weiteren Planungsschritten ist beruhend auf der erweiterten Baugrunduntersuchung die Tragfähigkeit Verpresskörper genauer zu untersuchen. Dazu werden die Mantelreibungswerte benötigt. Demnach können die Verpresskörper länger oder kürzer werden. Die in der Statik bemessenen Verpresskörper wurden einheitlich mit 5,00m angesetzt. Somit müssen die Ergebnisse der maßgebenden Ankerlängen um 4,00m addiert werden. Es ergeben sich folgende Ankerwerte:

BAUTEIL:	Spundwände	Index A	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung	SEITE: A.7	
VORGANG:	Genehmigungsstatik		4081

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	23.04.18

**linkes Ufer: Ankerlänge = 23,00m, Verpresslänge = 9,00m, Neigung = 35°**

**rechtes Ufer: Ankerlänge = 19,50m, Verpresslänge = 9,00m, Neigung = 35°**

Für die Anker sind Einstabanker mit doppeltem Korrosionsschutz (z.B. GEWI-Pfahl) vorgesehen. Die Bemessung des Ankers, erfolgt auf Grundlage der maßgebenden einwirkenden Ankerkraft. Diese liegt am linken Ufer bei  $N_d = 833,05$  kN und am rechten Ufer bei  $N_d = 727,42$  kN.

$$N_E \leq N_{pL,Rd} = A * f_y / \gamma_R$$

Mit:

$$\gamma_R = 1,1$$

$$f_y = 950 \text{ N/mm}^2 \text{ (St 950/1050)}$$

$$N_E = N_{pL,Rd} \text{ (Grenzbedingung)}$$

$$A = \frac{d^2 * \pi}{4}$$

Damit gilt für die Bemessung des Ankerdurchmessers:

$$d = \sqrt{\frac{4 * N_E * \gamma_R}{f_y * \pi}}$$

**linkes Ufer: Einstabanker St 950/1050,  $d_{\min} = 35,04\text{mm}$ ;  $d_{\text{wahl}} = 40\text{mm}$**

**rechtes Ufer: Einstabanker St 950/1050,  $d_{\min} = 32,75\text{mm}$ ;  $d_{\text{wahl}} = 36\text{mm}$**

Somit ergeben sich zusammengefasst für die Schleusenkammer folgende Stahlbauelemente:

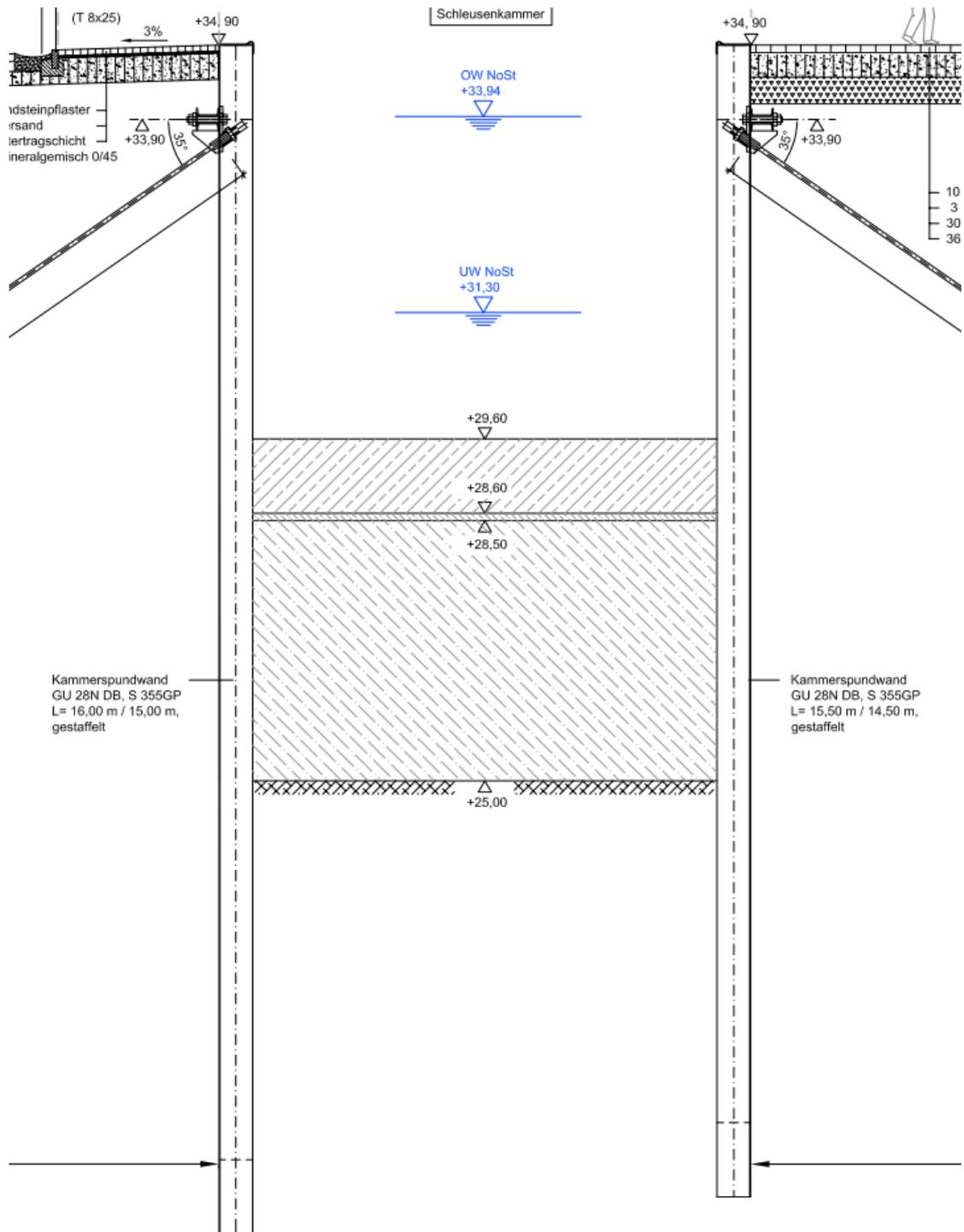
	linkes Ufer	rechtes Ufer
<b>Profil</b>	GU 28N, DB, S 355 GP	GU 28N, DB, S 355 GP
<b>Profillänge [m]</b>	16,00 / 15,00	15,50 / 14,50
<b>Anker</b>	Einstabanker verpresst, St 950/1050, d = 40mm	Einstabanker verpresst, St 950/1050, d = 36mm
<b>Ankerlänge [m]</b>	23,00	19,50
<b>Ankerneigung [°]</b>	35	35
<b>Gurtung, <math>W_{el}</math> [cm³]</b>	1468,0 (z.B.    350)	1358,0 (z.B.    320)
<b>Verpresskörperlänge [m]</b>	9,00	9,00

BAUTEIL:	Spundwände	Index A	ARCHIV-NR:  4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	SEITE: A.8	
VORGANG:	Genehmigungsstatik		

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	23.04.18

Nach EAU können die Wände gestaffelt hergestellt werden. Die Staffelung beträgt 1,00m und bedarf somit keiner gesonderten Bemessung. Die Staffelung ist je Rammeinheit zu betrachten.

**Auszug aus den Zeichnungen:**



BAUTEIL:	Spundwände	Index A	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung	SEITE: A.9	
VORGANG:	Genehmigungsstatik		4081

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	23.04.18

### 3.3 SCHLEUSENHÄUPTER (INNERE STANDSICHERHEIT)

Die Häupter werden wie die Kammerspundwände als GU 28 N ausgeführt. Für den Bauzustand des Aushubs wird ein Aussteifungsrahmen benötigt. Die Bemessung der Aussteifung erfolgt im Anschluss.

#### 3.3.1 EK-2A - Bauzustand Aushub bis obere Aussteifung (BS- T)

Gemäß Anlage [A2] ergeben sich folgende Werte:

	Oberhaupt	Unterhaupt
<b>Profillänge [m]</b>	11,70	5,60
<b>Ausnutzung Stahl [-]</b>	0,20	0,08
<b>max. Verformung [cm]</b>	4,7	0,4
<b>Gurtung <math>W_{el}</math> min [cm<sup>3</sup>]</b>	-	-
<b>Steifenkraft <math>N_d</math> [kN]</b>	-	-

#### 3.3.2 EK-2B - Bauzustand Vollaushub (BS- T)

Gemäß Anlage [A2] ergeben sich folgende Werte:

	Oberhaupt	Unterhaupt
<b>Profillänge [m]</b>	16,10	16,00
<b>Ausnutzung Stahl [-]</b>	0,37	0,34
<b>max. Verformung [cm]</b>	2,8	2,6
<b>Gurtung <math>W_{el}</math> min [cm<sup>3</sup>]</b>	1358,0	1070,0
<b>Steifenkraft <math>N_d</math> [kN]</b>	743,9	659,3

BAUTEIL:	Spundwände	Index A	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung	SEITE: A.10	
VORGANG:	Genehmigungsstatik		4081

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	23.04.18

### 3.3.3 EK-2C - Bauzustand UW-Beton, Baugrube trocken (BS- T)

Gemäß Anlage [A2] ergeben sich folgende Werte:

	Oberhaupt	Unterhaupt
Profillänge [m]	10,30	9,20
Ausnutzung Stahl [-]	0,24	0,13
max. Verfor- mung [cm]	0,7	0,3
Gurtung W,el min [cm <sup>3</sup> ]	1070,0	742,0
Steifenkraft N <sub>d</sub> [kN]	635,3	438,6

### 3.3.4 EK-2D - Bauzustand Stahlbeton, Rückbau Aussteifung (BS- T)

Gemäß Anlage [A2] ergeben sich folgende Werte:

	Oberhaupt	Unterhaupt
Profillänge [m]	8,20	7,50
Ausnutzung Stahl [-]	0,56	0,38
max. Verfor- mung [cm]	5,6	3,2

### 3.3.5 Zusammenfassung Schleusenhäupter (innere Standsicherheit)

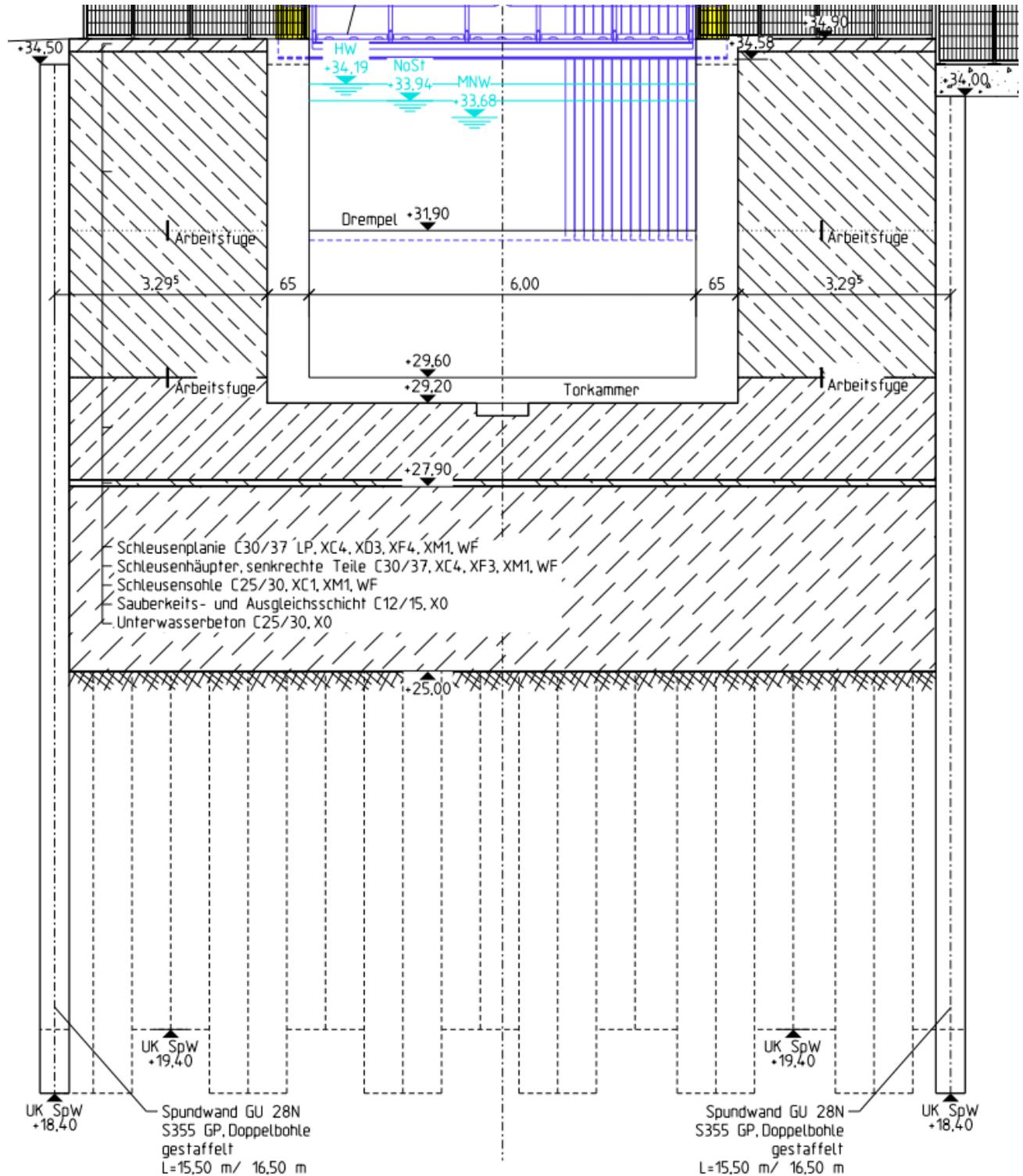
Gemäß den Bemessungen für die Spundwände der Häupter ergeben sich für das Ober- und Unterhaupt die Bemessungswerte aus der maßgebenden Einwirkungskombination EK-2B Vollaushub. Unter Berücksichtigung der Staffelung von 1,00m je Rammeinheit wird für Ober- und Unterhaupt eine gleiche Länge der Spundwände angenommen. Somit ergeben sich folgende Werte.

	Oberhaupt	Unterhaupt
Profillänge [m]	16,50 / 15,50	16,50 / 15,50
Gurtung W,el min [cm <sup>3</sup> ]	1358,0	1070,0
Steifenkraft N <sub>d</sub> [kN]	743,9	659,3

Die Bemessung der Aussteifung erfolgt im Teil Reg03\_05 bauzeitliche Aussteifung.

BAUTEIL:	Spundwände	Index A	ARCHIV-NR:  4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	SEITE: A.11	
VORGANG:	Genehmigungsstatik		

**Auszug aus Zeichnungen:**  
**Oberhaupt**



BAUTEIL: Spundwände

Index A

BLOCK: Genehmigungsplanung

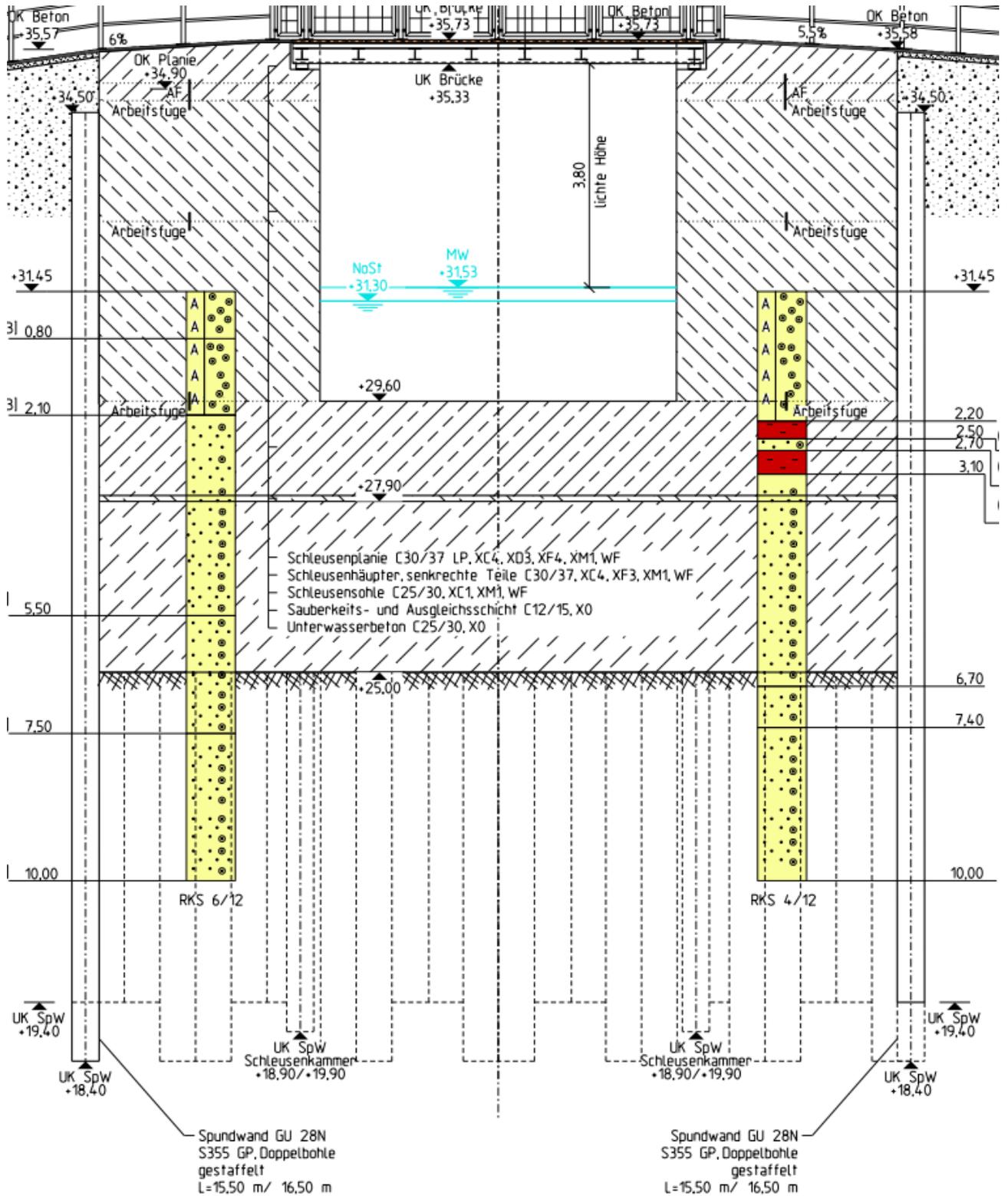
SEITE: A.12

ARCHIV-NR:

VORGANG: Genehmigungsstatik

4081

**Unterhaupt**



BAUTEIL: Spundwände

Index A

BLOCK: Genehmigungsplanung

SEITE: A.13

ARCHIV-NR:

VORGANG: Genehmigungsstatik

4081

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	23.04.18

### 3.4 OBERER VORHAFEN

#### 3.4.1 EK-1A - Betriebszustand (BS- P)

Gemäß Anlage [A3] ergeben sich folgende Werte:

	linkes Ufer	rechtes Ufer (A)	rechtes Ufer (B)
<b>Profillänge [m]</b>	17,10	12,40	12,10
<b>Ausnutzung Stahl [-]</b>	0,43	0,24	0,22
<b>max. Verformung [cm]</b>	3,0	4,0	4,1
<b>Gurtung W,el min [cm³]</b>	490,0	-	-
<b>Ankerkraft Nd [kN]</b>	347,41	-	-
<b>Ankerlänge [m]</b>	27,50	-	-

#### 3.4.2 EK-2A - Bauzustand (BS- T)

Gemäß Anlage [A3] ergeben sich folgende Werte:

	linkes Ufer	rechtes Ufer
<b>Profillänge [m]</b>	16,60	12,10
<b>Ausnutzung Stahl [-]</b>	0,20	0,14
<b>max. Verformung [cm]</b>	1,8	2,6
<b>Gurtung W,el min [cm³]</b>	490,0	-
<b>Ankerkraft Nd [kN]</b>	305,12	-
<b>Ankerlänge [m]</b>	27,50	-

#### 3.4.3 Zusammenfassung oberer Vorhafen

Gemäß den Bemessungen für den oberen Vorhafen ergibt sich der maßgebende Bemessungszustand für die EK-1A. Somit ergeben sich für die Spundwände folgende Längen:

BAUTEIL:	Spundwände	Index A	ARCHIV-NR:  4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	SEITE: A.14	
VORGANG:	Genehmigungsstatik		

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	23.04.18

**linkes Ufer: AZ 26-700, S 355 GP, Länge = 17,50m**  
**rechtes Ufer: AZ 26-700, S 355 GP, Länge = 12,50m**

Auf Grund von angrenzenden Flurstücken die nicht im Eigentum der Stadt Oranienburg sind, soll die rechte Uferwand im oberen Vorhafen nach Möglichkeit unverankert hergestellt werden. Dazu wird die Spundwand als Unterwasserspundwand (OK + 33,50m NHN) hergestellt. Die landseitige Böschung ab Kopf wird in einer Neigung 1:5 zum anstehenden Gelände geführt. Der anschließende Betriebsweg befindet sich mindestens 5,00m von der Achse Spundwand entfernt. Die Fläche zwischen Weg und Spundwand muss lastfrei bleiben (auch im Bauzustand -> Arbeiten mit Geräten vom Wasser aus).

Die linke Uferwand wird verankert. Die Anker werden als Stabanker verpresst hergestellt. Aus der EK-1A wird der Lastfall des Ankerausfall bestimmt. Somit ergibt sich folgende maßgebende Ankerkraft:

**linkes Ufer:  $N_d = 364,94 \text{ kN}$ ,  $W_{el} = 742,0 \text{ cm}^3$**

Da bisher in den Baugrundgutachten die Mantelreibungsbeiwerte fehlen (siehe Lastenheft) wird für die Bemessung der Verpresskörper in der Genehmigungsstatik mit dem Diagramm zur *Grenzlast von Ankern in nichtbindigen Böden [Ostermayer]* vorgenommen.

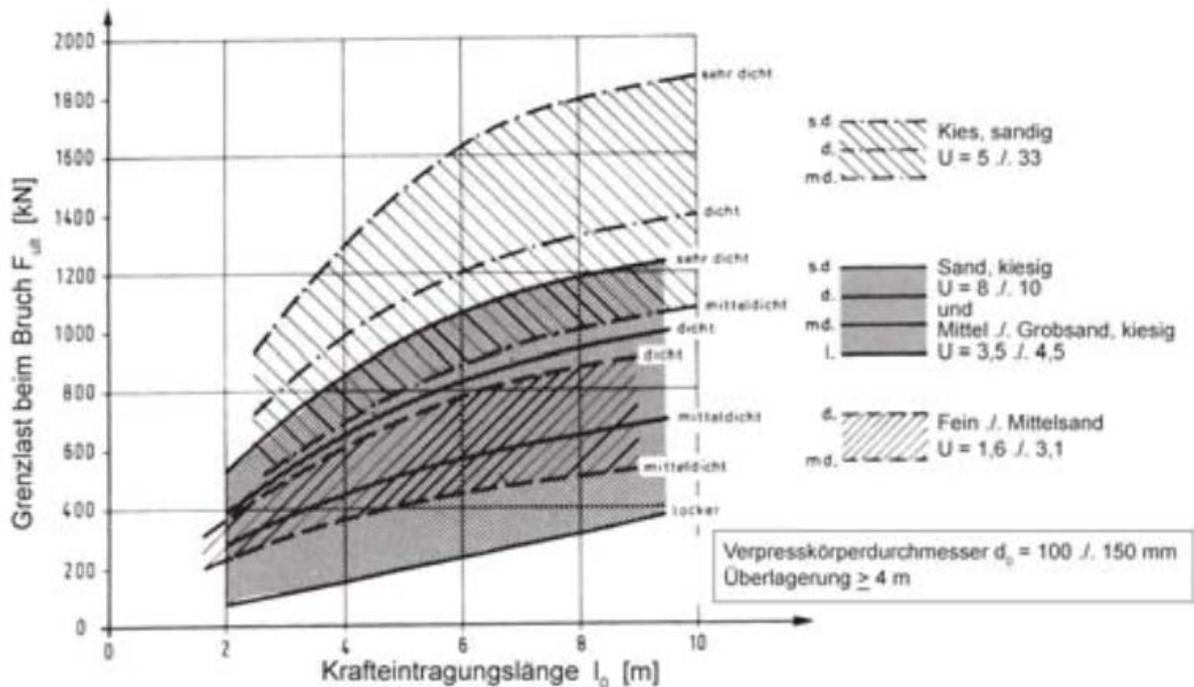


Abbildung 2: Grenzlast von Ankern in nichtbindigen Böden [Ostermayer]

Für das linke Ufer liegt die RKS 1/12 zu Grunde. Gemäß Baugrundgutachten von 2012 [?] fehlt dort der Wert der Ungleichförmigkeit. In der Nähe liegt die RKS 2/12. Dort ist gemäß Baugrundgutachten von 2012 für den unteren Mittelsand ein  $U = 2,05$  angegeben.

BAUTEIL:	Spundwände	Index A	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung	SEITE: A.15	
VORGANG:	Genehmigungsstatik		4081

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	23.04.18

Aufgrund der Lage der Schichten und der entsprechenden Überdeckung ist von einer dichten Lagerung auszugehen. Gemäß Diagramm wird mit entsprechender Sicherheit ein Kraftereinleitungslänge = Verpresskörper von 5,00m angesetzt. Mit dieser Länge beträgt die Grenzlast beim Bruch ca. 500,0 kN je Anker.

In den weiteren Planungsschritten ist beruhend auf der erweiterten Baugrunduntersuchung die Tragfähigkeit Verpresskörper genauer zu untersuchen. Dazu werden die Mantelreibungswerte benötigt. Demnach können die Verpresskörper länger oder kürzer werden. Die in der Statik bemessenen Verpresskörper wurden einheitlich mit 5,00m angesetzt. Es ergeben sich folgende Ankerwerte:

**linkes Ufer: Ankerlänge = 27,50m, Verpresslänge = 5,00m, Neigung = 35°**

Für die Anker sind Einstabanker mit doppeltem Korrosionsschutz (z.B. GEWI-Pfahl) vorgesehen. Die Bemessung des Ankers, erfolgt auf Grundlage der maßgebenden einwirkenden Ankerkraft. Diese liegt am linken Ufer bei  $N_d = 521,12$  kN.

$$N_E \leq N_{pl,Rd} = A * f_y / \gamma_R$$

Mit:

$$\gamma_R = 1,1$$

$$f_y = 950 \text{ N/mm}^2 \text{ (St 950/1050)}$$

$$N_E = N_{pl,Rd} \text{ (Grenzbedingung)}$$

$$A = \frac{d^2 * \pi}{4}$$

Damit gilt für die Bemessung des Ankerdurchmessers:

$$d = \sqrt{\frac{4 * N_E * \gamma_R}{f_y * \pi}}$$

**linkes Ufer: Einstabanker St 950/1050,  $d_{\min} = 27,72\text{mm}$ ;  $d_{\text{wahl}} = 32\text{mm}$**

BAUTEIL:	Spundwände	Index A	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung	SEITE: A.16	
VORGANG:	Genehmigungsstatik		4081

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	23.04.18

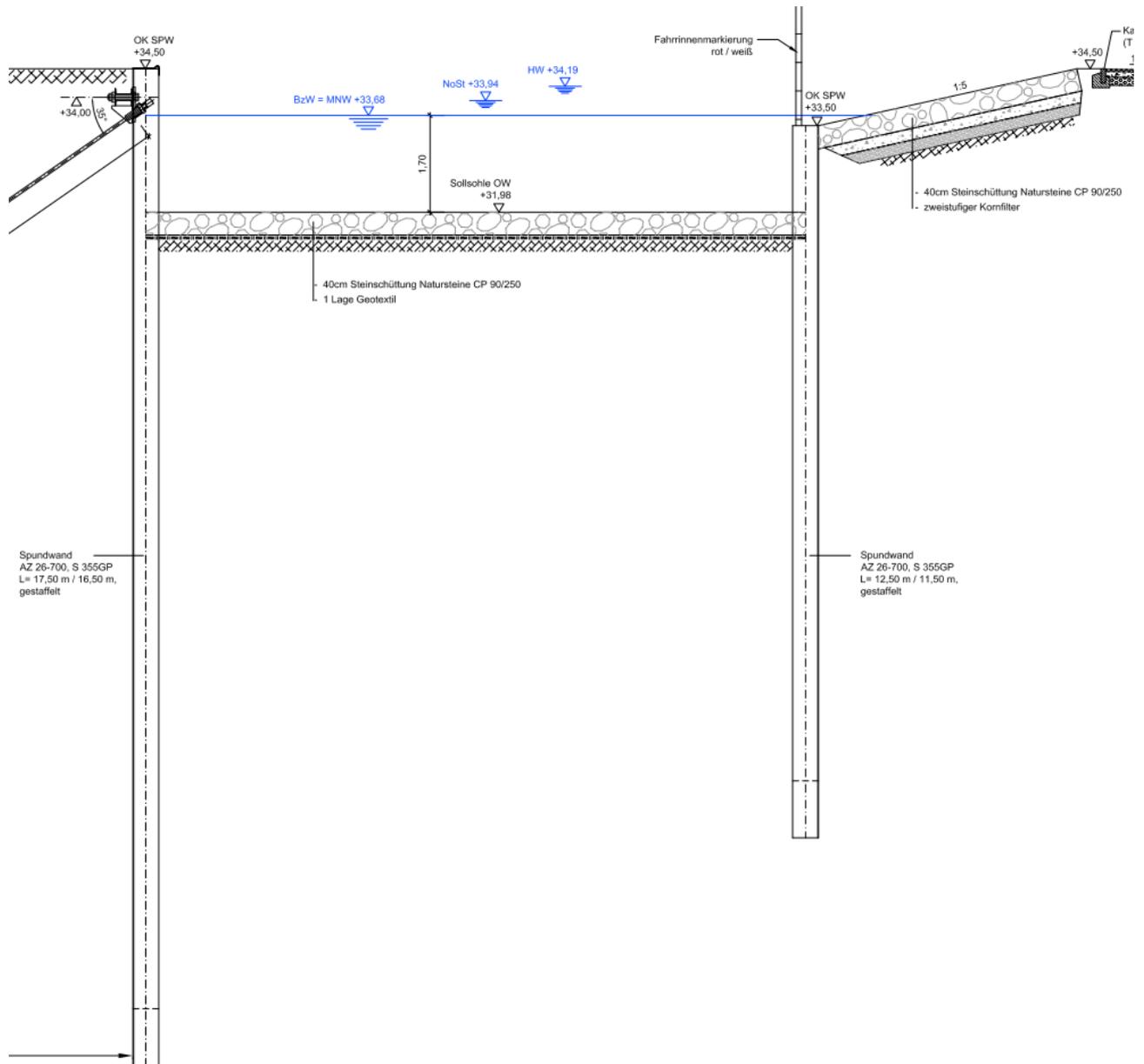
Somit ergeben sich zusammengefasst für die Schleusenkammer folgende Stahlbauelemente:

	linkes Ufer	rechtes Ufer
<b>Profil</b>	AZ 26-700, S 355 GP	AZ 26-700, S 355 GP
<b>Profillänge [m]</b>	17,50 / 16,50	12,50 / 11,50
<b>Anker</b>	Einstabanker verpresst, St 950/1050, d = 32mm	-
<b>Ankerlänge [m]</b>	27,50	-
<b>Ankerneigung [°]</b>	35	-
<b>Gurtung, <math>W_{el}</math> [cm<sup>3</sup>]</b>	742,0 (z.B.    260)	-
<b>Verpresskörperlänge [m]</b>	5,00	-

Nach EAU können die Wände gestaffelt hergestellt werden. Die Staffelung beträgt 1,00m und bedarf somit keiner gesonderten Bemessung. Die Staffelung ist je Rammeinheit zu betrachten.

BAUTEIL:	Spundwände	Index A	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung	SEITE: A.17	
VORGANG:	Genehmigungsstatik		4081

**Auszug aus Zeichnungen**



VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	23.04.18

### 3.5 UNTERER VORHAFEN

#### 3.5.1 EK-1A - Betriebszustand (BS - P)

Gemäß Anlage [A4] ergeben sich folgende Werte:

	linkes Ufer (Schnitt 1)	linkes Ufer (Schnitt 2)	rechtes Ufer
Profillänge [m]	6,70	7,30	7,20
Ausnutzung Stahl [-]	0,04	0,17	0,07
max. Verfor- mung [cm]	0,1	1,2	0,1
Gurtung W,el min [cm <sup>3</sup> ]	300,0	-	300,0
Ankerkraft N <sub>d</sub> [kN]	217,32	-	238,48
Ankerlänge [m]	11,50	-	11,50

#### 3.5.2 EK-2A - Bauzustand (BS - T)

Gemäß Anlage [A4] ergeben sich folgende Werte:

	linkes Ufer (Schnitt 1)	linkes Ufer (Schnitt 2)	rechtes Ufer
Profillänge [m]	6,80	7,00	6,80
Ausnutzung Stahl [-]	0,02	0,08	0,02
max. Verfor- mung [cm]	0,1	0,7	0,1
Gurtung W,el min [cm <sup>3</sup> ]	300,0	-	300,0
Ankerkraft N <sub>d</sub> [kN]	201,19	-	220,32
Ankerlänge [m]	11,50	-	11,50

BAUTEIL:	Spundwände	Index A	ARCHIV-NR:  4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	SEITE: A.19	
VORGANG:	Genehmigungsstatik		

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	23.04.18

### 3.5.3 Zusammenfassung Unterer Vorhafen

Gemäß den Bemessungen für den oberen Vorhafen ergibt sich der maßgebende Bemessungszustand für die EK-1A. Somit ergeben sich für die Spundwände folgende Längen:

**linkes Ufer: AZ 26-700, S 355 GP, Länge = 7,50m**

**rechtes Ufer: AZ 26-700, S 355 GP, Länge = 7,50m**

Die Uferwände im unteren Vorhafen werden verankert. Die Anker werden als Stabanker verpresst hergestellt. Aus der EK-1A wird der Lastfall des Ankerausfall bestimmt. Somit ergibt sich folgende maßgebende Ankerkraft:

**linkes Ufer:  $N_d = 254,5 \text{ kN}$ ,  $W_{el} = 490,0 \text{ cm}^3$**

**rechtes Ufer:  $N_d = 280,09 \text{ kN}$ ,  $W_{el} = 600,0 \text{ cm}^3$**

Da bisher in den Baugrundgutachten die Mantelreibungsbeiwerte fehlen (siehe Lastenheft) wird für die Bemessung der Verpresskörper in der Genehmigungsstatik mit dem Diagramm zur *Grenzlast von Ankern in nichtbindigen Böden [Ostermayer]* vorgenommen.

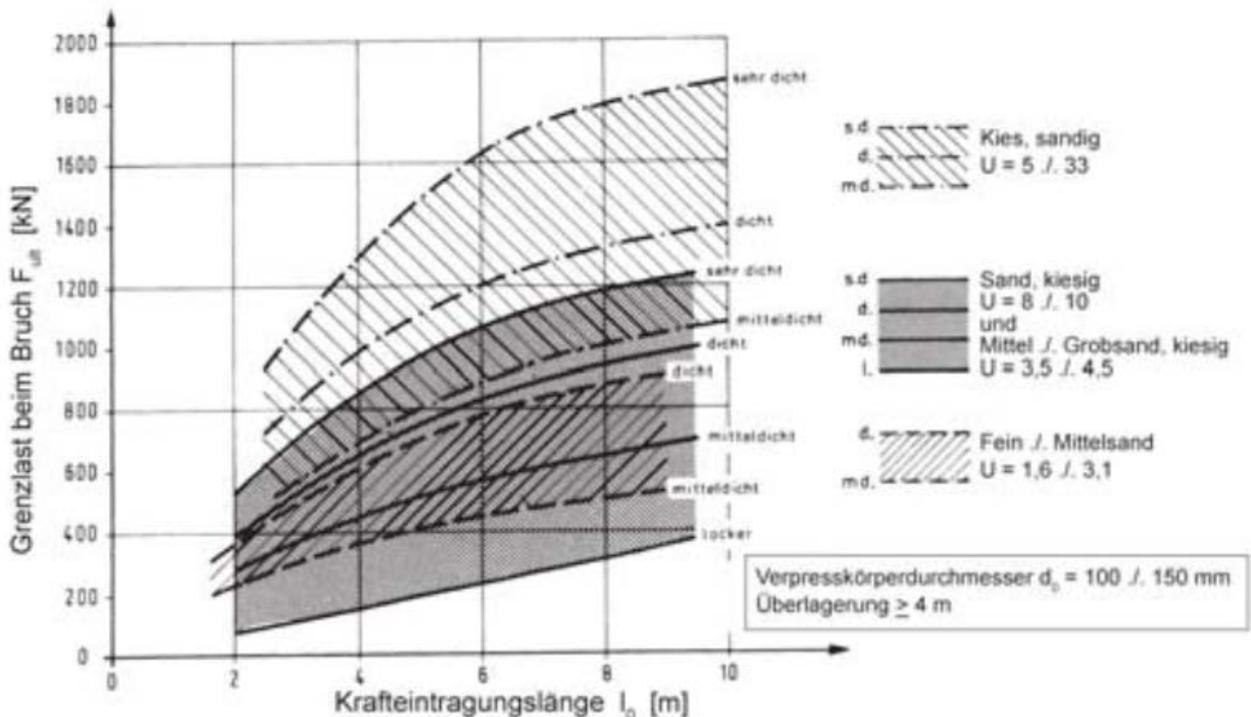


Abbildung 3: Grenzlast von Ankern in nichtbindigen Böden [Ostermayer]

Für das linke und rechte Ufer wurde die B 2/09 zu Grunde gelegt. Dort ist gemäß Baugrundgutachten von 2009 für den unteren Mittelsand ein kleinstes  $U = 1,52$  angegeben.

Aufgrund der Lage der Schichten und der entsprechenden Überdeckung ist von einer mitteldichten Lagerung auszugehen. Gemäß Diagramm wird mit entsprechender Sicherheit

BAUTEIL:	Spundwände	Index A	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung	SEITE: A.20	
VORGANG:	Genehmigungsstatik		4081

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	23.04.18

ein Krafteinleitungslänge = Verpresskörper von 5,00m angesetzt. Mit dieser Länge beträgt die Grenzlast beim Bruch ca. 400,0 kN je Anker.

In den weiteren Planungsschritten ist beruhend auf der erweiterten Baugrunduntersuchung die Tragfähigkeit Verpresskörper genauer zu untersuchen. Dazu werden die Mantelreibungswerte benötigt. Demnach können die Verpresskörper länger oder kürzer werden. Die in der Statik bemessenen Verpresskörper wurden einheitlich mit 5,00m angesetzt. Es ergeben sich folgende Ankerwerte:

**linkes Ufer:**            **Ankerlänge = 11,50m, Verpresslänge = 5,00m, Neigung = 35°**  
**rechtes Ufer:**        **Ankerlänge = 11,50m, Verpresslänge = 5,00m, Neigung = 35°**

Es ist zu beachten, dass am linken Ufer nur der Bereich mit OK Spundwand größer als +32,50m ü. NHN verankert werden muss (Schnitt-1). Der Bereich der Spundwand mit OK +32,50m ü. NHN inkl. Einfahrtsbereich Bootsschlepe kann unverankert hergestellt werden.

Für die Anker sind Einstabanker mit doppeltem Korrosionsschutz (z.B. GEWI-Pfahl) vorgesehen. Die Bemessung des Ankers, erfolgt auf Grundlage der maßgebenden einwirkenden Ankerkraft. Diese liegt am linken Ufer bei  $N_d = 254,5$  kN und am rechten Ufer bei  $N_d = 280,1$  kN.

Es gilt

$$N_E \leq N_{pl,Rd} = A * f_y / \gamma_R$$

Mit:

$$\gamma_R = 1,1$$

$$f_y = 950 \text{ N/mm}^2 \text{ (St 950/1050)}$$

$$N_E = N_{pl,Rd} \text{ (Grenzbedingung)}$$

$$A = \frac{d^2 * \pi}{4}$$

Damit gilt für die Bemessung des Ankerdurchmessers:

$$d = \sqrt{\frac{4 * N_E * \gamma_R}{f_y * \pi}}$$

**linkes Ufer:**            **Einstabanker St 950/1050,  $d_{\min} = 19,37\text{mm}$ ;  $d_{\text{wahl}} = 26,5\text{mm}$**

**rechtes Ufer:**        **Einstabanker St 950/1050,  $d_{\min} = 20,32\text{mm}$ ;  $d_{\text{wahl}} = 26,5\text{mm}$**

BAUTEIL:	Spundwände	Index A	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung	SEITE: A.21	
VORGANG:	Genehmigungsstatik		4081

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	23.04.18

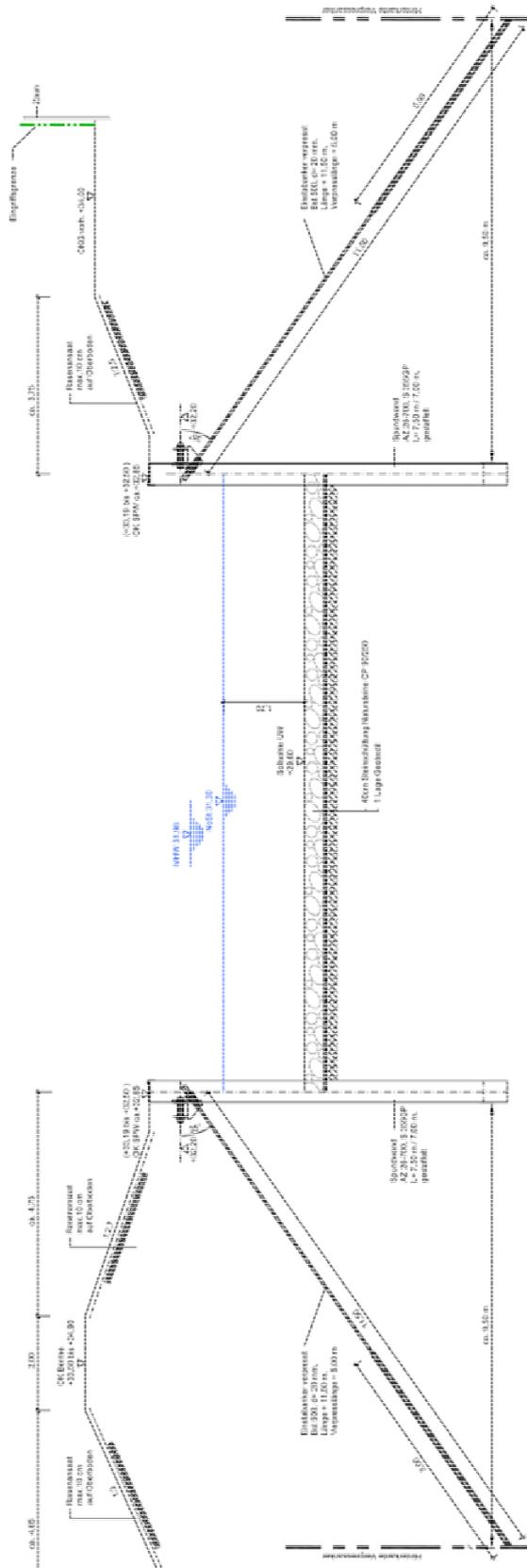
Somit ergeben sich zusammengefasst für die Schleusenkammer folgende Stahlbauelemente:

	linkes Ufer	rechtes Ufer
<b>Profil</b>	AZ 26-700, S 355 GP	AZ 26-700, S 355 GP
<b>Profillänge [m]</b>	7,50 / 7,00	7,50 / 7,00
<b>Anker</b>	Einstabanker verpresst, St 950/1050, d = 26,5mm	Einstabanker verpresst, St 950/1050, d = 26,5mm
<b>Ankerlänge [m]</b>	11,50	11,50
<b>Ankerneigung [°]</b>	35	35
<b>Gurtung, <math>W_{el}</math> [cm<sup>3</sup>]</b>	490,0 (z.B.    220)	600,0 (z.B.    240)
<b>Verpresskörperlänge [m]</b>	5,00	5,00

Nach EAU können die Wände gestaffelt hergestellt werden. Die Staffelung beträgt 0,50m und bedarf somit keiner gesonderten Bemessung. Die Staffelung ist je Rammeinheit zu betrachten.

BAUTEIL:	Spundwände	Index A	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung	SEITE: A.22	
VORGANG:	Genehmigungsstatik		4081

**Auszug aus Zeichnungen**



BAUTEIL: Spundwände

Index A

BLOCK: Genehmigungsplanung

SEITE: A.23

ARCHIV-NR:

VORGANG: Genehmigungsstatik

4081

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	23.04.18

## 4 QUELLENANGABEN

### 4.1 UNTERLAGENVERZEICHNIS

- [1] **Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH**; Unterlagen zur Entwurfsplanung Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal; 20.02.2017
- [2] **Ingenieurbüro Knuth**; Geotechnische Berichte von 2009 und 2012, 14.10.2009 und 15.06.2012
- [3] **hydrologische Auskunft WSA Eberswalde**; Auskunft zu hydrologischen Daten für den Bereich der Schleuse Friedenthal unter Verwendung der Pegeldata Sachsenhausen und Pinnow
- [4] **Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH**; Lastenheft zur Genehmigungsplanung Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal, Stand 2017

### 4.2 ANLAGENVERZEICHNIS

#### Anlage 1: Schleusenammer

**173 Blätter**

- EK-1A, Schnitt 1	9 Blätter
- EK-1A, Schnitt 2	8 Blätter
- EK-1A, Schnitt 3	8 Blätter
- EK-1A, Schnitt 4	8 Blätter
- EK-1B, Schnitt 1	8 Blätter
- EK-1B, Schnitt 2	8 Blätter
- EK-1B.1, Schnitt 3	8 Blätter
- EK-1B.1, Schnitt 4	8 Blätter
- EK-1B.2, Schnitt 3	8 Blätter
- EK-1B.2, Schnitt 4	8 Blätter
- EK-2A, Schnitt 1	10 Blätter
- EK-2A, Schnitt 2	9 Blätter
- EK-2A, Schnitt 3	10 Blätter
- EK-2A, Schnitt 4	9 Blätter
- EK-2B, Schnitt 1	9 Blätter
- EK-2B, Schnitt 2	8 Blätter
- EK-2B, Schnitt 3	9 Blätter
- EK-2B, Schnitt 4	8 Blätter
- EK-3A, Schnitt 1	10 Blätter
- EK-3A, Schnitt 3	10 Blätter

BAUTEIL:	Spundwände	Index A	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung	SEITE: A.24	
VORGANG:	Genehmigungsstatik		4081

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	23.04.18

### Anlage 2: Schleusenhäupter

**65 Blätter**

- EK-2A, Oberhaupt 8 Blätter
- EK-2B, Oberhaupt 9 Blätter
- EK-2C, Oberhaupt 8 Blätter
- EK-2D, Oberhaupt 8 Blätter
- EK-2A, Unterhaupt 7 Blätter
- EK-2B, Unterhaupt 9 Blätter
- EK-2C, Unterhaupt 8 Blätter
- EK-2D, Unterhaupt 8 Blätter

### Anlage 3: Oberer Vorhafen

**55 Blätter**

- EK-1A, linkes Ufer 10 Blätter
- EK-1A, linkes Ufer, Ankerausfall 10 Blätter
- EK-1A, rechtes Ufer 9 Blätter
- EK-1B, rechtes Ufer 9 Blätter
- EK-2A, linkes Ufer 9 Blätter
- EK-2A, rechtes Ufer 8 Blätter

### Anlage 4: Unterer Vorhafen

**66 Blätter**

- EK-1A, Schnitt 1, linkes Ufer 9 Blätter
- EK-1A, Schnitt 1, Ankerausfall, linkes Ufer 8 Blätter
- EK-1A, Schnitt 2, linkes Ufer 8 Blätter
- EK-1A, rechtes Ufer 8 Blätter
- EK-1A, Ankerausfall, rechtes Ufer 8 Blätter
- EK-2A, Schnitt 1, linkes Ufer 9 Blätter
- EK-2A, Schnitt 2, linkes Ufer 8 Blätter
- EK-2A, rechtes Ufer 8 Blätter

BAUTEIL:	Spundwände	Index A	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung	SEITE: A.25	
VORGANG:	Genehmigungsstatik		4081