



Stadtverwaltung Oranienburg / Tiefbauamt
Schlossplatz 1
16515 Oranienburg

Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal

- Genehmigungsplanung -

- Genehmigungsstatik - Auftriebssicherheit Unterwasserbetonsohle

Aufgestellt:

Berlin, 25.04.2018



Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau
Storkower Straße 99 A
10407 Berlin

Projektleiter: Dipl. Ing. Torsten Richter

Bearbeiter: Dipl. Ing. Hendrik Schubert

VERFASSEN:	PIW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	25.04.18

[

<u>1 Allgemeines / Systemannahmen</u>	2
<u>2 Bemessung Oberhaupt</u>	4
2.1 Geometrie und Belastung	4
2.2 Berechnung für BS-T (Nachweis UPL) - Auftrieb	4
2.3 Berechnung für BS-A (Nachweis UPL) - Auftrieb	5
2.4 Bemessung des Spundwandanschlusses (Knaggen)	6
<u>3 Bemessung Unterhaupt</u>	10
3.1 Geometrie und Belastung	10
3.2 Berechnung für BS-T (Nachweis UPL) - Auftrieb	10
3.3 Berechnung für BS-A (Nachweis UPL) - Auftrieb	11
3.4 Bemessung des Spundwandanschlusses (Knaggen)	12
<u>4 Bemessung Schleusenkammer</u>	16
4.1 Geometrie und Belastung	16
4.2 Berechnung für BS-T (Nachweis UPL) - Auftrieb	16
4.3 Berechnung für BS-A (Nachweis UPL) - Auftrieb	17
4.4 Bemessung des Spundwandanschlusses (Knaggen)	18
<u>5 Zusammenfassung der Bauteile</u>	22

BAUTEIL:	Unterwasserbetonsohle - Auftriebssicherheit	ARCHIV-NR: 4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	
VORGANG:	Genehmigungsstatik	

VERFASSTER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	25.04.18

1 Allgemeines / Systemannahmen

Die Sohle der Schleuse besteht aus drei Teilen. Diese sind:

- **Sohle Oberhaupt**
- **Sohle Kammer**
- **Sohle Unterhaupt**

Die Dicken der Sohlen bzw. die Unterkante der Unterwasserbetonsohle wurde in den Vorbemessungen der Entwurfsplanung festgelegt. Dabei wurde sich an den anstehenden Böden orientiert. Zur Verbesserung der Standsicherheit des Schleusenbauwerks erfolgt die Gründung auf tragfähigen Sanden. Weniger tragfähige Böden wie Mudde und Torf werden ausgebaggert. Somit ergab sich ein Gründungshorizont für die Unterkante der Unterwasserbetonsohle von +25,00 m NHN. Die Sohle besteht aus 2 Betonsohlschichten. Zum einen aus einer unbewehrten Unterwasserbetonschicht und zum anderen aus einer Stahlbetonschicht. Nach Fertigstellung der Unterwasserbetonschicht werden die Baugruben gelenzt. Somit muss die Auftriebssicherheit für den Bauzustand Fertigstellung der Unterwasserbetonsohle erfüllt werden. Mit dem Einbau der Stahlbetonsohle wird die Auftriebsstandsicherheit der Sohle durch das zusätzliche Gewicht noch erhöht. Ein weiterer Nachweis ist hierfür nicht nötig. Die Trockenlegung der Schleuse (Revision) ist ebenfalls eine temporäre Bemessungssituation wie der Bauzustand. Die Teilsicherheitsbeiwerte verändern sich nicht, genauso wenig wie die einwirkenden Kräfte. Es wird mit Einbau der Stahlbetonsohle die Widerstandskraft jedoch erhöht.

In der Unterwasserbetonsohle bildet sich ein umgekehrtes Gewölbe aus. Die Auftriebssicherheit wird größtenteils über die Eigenlast der Betonsohle und eine Restkraft über Gewölbeschub und die Spundwände abgetragen. Die Kämpferkräfte können über Knaggen an die Spundwand weitergeleitet werden. .

Die Spundwandberechnungen befindet sich in Bearbeitungsteil Reg03_04 Spundwand. Die Spundwände der Schleusenkammer sind verankert. Die Häupter werden beim Einbau der Sohle mittels bauzeitlicher Aussteifung gestützt.

Folgender Bauzustände werden betrachtet:

- A) Unterwasserbetonsohle hergestellt, Baugrube gelenzt, Oberhaupt**
- B) Unterwasserbetonsohle hergestellt, Baugrube gelenzt, Unterhaupt**
- C) Unterwasserbetonsohle hergestellt, Baugrube gelenzt, Schleusenkammer**

BAUTEIL:	Unterwasserbetonsohle - Auftriebssicherheit	ARCHIV-NR: 4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	
VORGANG:	Genehmigungsstatik	
	SEITE:	

VERFASSTER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	25.04.18

Für die Bemessung der relevanten Sohlwasserdrücke werden die für das Bauwerk ungünstigsten Wasserstände angesetzt. Eine Minderung der Grundwasserhöhe durch die bauzeitliche Aufschüttung der Vorhäfen wird hier nicht berücksichtigt, da die daraus resultierende Grundwassersickerlinienveränderung nicht abgeschätzt werden kann. Es ergibt sich somit für die spätere Herstellung eine höhere Standsicherheit der Unterwasserbetonsohle als hier bemessen wird.

Folgende Wasserstände werden für die Bemessung der Bauwerksteile angesetzt:

- **Oberhaupt (OH) mit NoSt +33,94m NHN (BS-T) und HW +34,19m NHN (BS-A)**
- **Unterhaupt (UH) mit MW +31,53m NHN (BS-T) und HW +32,31m NHN (BS-A)**

Für die Schleusenkammer wird ein Mittelwert aus Ober- und Unterwasser gebildet. Dies beruht auf der Annahme, dass der Grundwasserverlauf linear ist.

- **Schleusenkammer (SK) mit MW +32,74m NHN (BS-T) und HW +33,25m NHN (BS-A)**

Ein Druckabbau entlang der Spundwände wird generell nicht angesetzt, da die Spundwände undicht sein könnten, bzw. um die Wände herum bevorzugte Stromröhren auftreten können.

BAUTEIL:	Unterwasserbetonsohle - Auftriebssicherheit	ARCHIV-NR: 4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	
VORGANG:	Genehmigungsstatik	

VERFASSEN:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	25.04.18

2 Bemessung Oberhaupt

2.1 Geometrie und Belastung

Die Baugrubengeometrie beträgt ca. 13,90 m x 10,30m (Spundwandachsmaße). Für die Bemessung der ggf. benötigten Knaggen wird der Abstand über die kurze Breite von 10,30m als Spannrichtung für den Gewölbeansatz genutzt. Diese Ausrichtung der Spannrichtung verläuft einachsig in Fließrichtung der Grundwasserströmung.

Die Unterkante der Sohle befindet sich bei +25,00 m NHN. Die Oberkante der Unterwasserbetonsohle befindet sich bei +27,90m NHN. Dem entsprechend ist die Dicke d der Platte 2,90m.

In der folgenden Berechnung wird ein 1,00m breiter Streifen betrachtet.

2.2 Berechnung für BS-T (Nachweis UPL) - Auftrieb

$$A_k \cdot \gamma_{G,dst} + Q_k \cdot \gamma_{G,dst} \leq G_{k,stb} \cdot \gamma_{G,stb}$$

A_k mögliche hydrostatische Auftriebskraft (Sohlwasserdruck)

$\gamma_{G,dst}$... Teilsicherheitsbeiwert UPL für destabilisierende Einwirkungen nach Tabelle A 2.1
= 1,05

$G_{k,stb}$... der untere charakteristische Wert für günstige stabilisierende Einwirkungen

$\gamma_{G,stb}$... Teilsicherheitsbeiwert UPL für stabilisierende Einwirkungen nach Tabelle A 2.1
= 0,95

OK Unterwasserbeton = "Sohle"

Bau- HW = "Stauziel"

Sohle= 27,90 mNHN

Stauziel= 33,94 mNHN

Dicke der Unterwasserbetonsohle (gewählt aus der Ausschreibung)
d = 2,90 m

BAUTEIL:	Unterwasserbetonsohle - Auftriebssicherheit	ARCHIV-NR: 4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	
VORGANG:	Genehmigungsstatik	

VERFASSTER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	25.04.18

Auflast Unterwasserbetonsohle mit spezifischem Gewicht von 23 kN/m³ (unterer charakteristischer Wert)

$$G_{k, \text{stb}} = 23 \cdot d = 66,70 \text{ kN/m}^2$$

Sohlwasserdruck unter der UWB - Sohle :

$$A_{k1} = 10 \cdot (\text{Stauziel-Sohle} + d) = 89,40 \text{ kN/m}^2$$

Nachweis:

$$A_{K1} = A_{k1} \cdot 1,05 = 93,87 \text{ kN/m}^2$$

$$G_{d, \text{Stb}} = G_{k, \text{stb}} \cdot 0,95 = 63,37 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu = (A_{K1}) / (G_{d, \text{Stb}}) = 1,48 \leq 1$$

Der Nachweis ist nicht erfüllt.

Das Eigengewicht der Unterwasserbetonplatte im Bauzustand ist nicht ausreichend. Die Platte muss über Knaggen mit der Spundwand kombiniert wirken.

2.3 Berechnung für BS-A (Nachweis UPL) - Auftrieb

$$A_k \cdot \gamma_{G, \text{dst}} + Q_k \cdot \gamma_{G, \text{dst}} \leq G_{k, \text{stb}} \cdot \gamma_{G, \text{stb}}$$

A_k mögliche hydrostatische Auftriebskraft (Sohlwasserdruck)

$\gamma_{G, \text{dst}}$... Teilsicherheitsbeiwert UPL für destabilisierende Einwirkungen nach Tabelle A 2.1
= 1,00

$G_{k, \text{stb}}$... der untere charakteristische Wert für günstige stabilisierende Einwirkungen

$\gamma_{G, \text{stb}}$... Teilsicherheitsbeiwert UPL für stabilisierende Einwirkungen nach Tabelle A 2.1
= 0,95

OK Unterwasserbeton = "Sohle"

Bau- HW = "Stauziel"

Sohle= 27,90 mNHN

Stauziel= 34,19 mNHN

Dicke der Unterwasserbetonsohle (gewählt aus der Ausschreibung)

d = 2,90 m

BAUTEIL:	Unterwasserbetonsohle - Auftriebssicherheit	ARCHIV-NR: 4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	
VORGANG:	Genehmigungsstatik	

SEITE:

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	25.04.18

Auflast Unterwasserbetonsohle mit spezifischem Gewicht von 23 kN/m³ (unterer charakteristischer Wert)

$$G_{k, \text{stb}} = 23 \cdot d = 66,70 \text{ kN/m}^2$$

Sohlwasserdruck unter der UWB - Sohle :

$$A_{k1} = 10 \cdot (\text{Stauziel-Sohle} + d) = 91,90 \text{ kN/m}^2$$

Nachweis:

$$A_{K1} = A_{k1} \cdot 1,00 = 91,90 \text{ kN/m}^2$$

$$G_{d, \text{Stb}} = G_{k, \text{stb}} \cdot 0,95 = 63,37 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu = (A_{K1}) / (G_{d, \text{Stb}}) = 1,45 \leq 1$$

Der Nachweis ist nicht erfüllt.

Das Eigengewicht der Unterwasserbetonplatte im Bauzustand ist nicht ausreichend. Die Platte muss über Knaggen mit der Spundwand kombiniert wirken

2.4 Bemessung des Spundwandanschlusses (Knaggen)

Die Bemessung im BS-T bei Normalstau stellt die ungünstigste Einwirkung dar. Daher wird dieser Krafteintrag für die Bemessung der Knaggen herangezogen. Mit Hilfe der Knaggen kann ein Gewölbedruck der Unterwasserbetonplatte erzeugt werden und der Kraftüberschuss aus der Einwirkung des Sohlwasserdrucks mit Hilfe der Spundwände abgebaut werden. Dazu werden die Knaggen vor dem Einbringen der Spundwände in den entsprechenden Höhen angeschweißt. Sollte später die Spundwand nicht auf die bisherige Endhöhe gebracht werden, ist die Lage der Knaggen durch Taucher zu korrigieren.

OK Unterwasserbeton = "Sohle"

Bau- HW = "Stauziel"

Sohle= 27,90 mNHN

Stauziel= 33,94 mNHN

Berechnung der Unterwasserbetonsohle (abzüglich Spundwandanteil)

Dicke der Unterwasserbetonsohle:

d= 2,90 m

BAUTEIL:	Unterwasserbetonsohle - Auftriebssicherheit	ARCHIV-NR: 4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	
VORGANG:	Genehmigungsstatik	

SEITE:

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	25.04.18

Auflast

$$G_{k, \text{stb}} = 23 \cdot d = 66,70 \text{ kN/m}^2$$

Auftrieb unter der Schwelle:

$$A_{k1} = 10 \cdot (\text{Stauziel-Sohle} + d) \cdot 1,05 = 93,87 \text{ kNm}$$

Gewölbespannweite

$$b = 10,30 \text{ m}$$

Restkraft, von den Spundwänden aufzunehmen Vsp pro lfdm Spundwand

$$V_{sp} = (A_{k1} - G_{k, \text{stb}}) \cdot b / 2 = 139,93 \text{ kN/m}$$

Die Restkraft ist von der Spundwand aufzunehmen, es wird dafür nur die Einbindetiefe in die tragfähige Schicht herangezogen.

Die Aufnahme der vertikalen Auftriebskräfte erfolgt durch Mantelreibung innerhalb der Sande mit mitteldichter Lagerung. Bisher sind keinen Mantelreibungswerte im Baugrundgutachten enthalten. Diese werden im Zuge der weiteren Planung durch ein erweitertes Baugrundgutachten ermittelt. Die Werte sind dann ggf. anzupassen. Es werden hier konservative Werte aus der Literatur verwendet. Es werden Werte für Fertigrampfpfähle verwendet.

$$q_{s1, k} = 50,00 \text{ kN/m}^2$$

Für die Spundwände wird dieser Wert auf 50% abgemindert

$$q_{s1, k} = 50,00 \cdot 0,50 = 25,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_p = 1,40$$

Die Einbindelänge welche für die Bemessung verwendet werden kann, ergibt sich aus der Differenz der benötigten Spundwandlängen der Spundwandbemessung zwischen EK-2B und EK-2C am Oberhaupt. Die Bemessung der Spundwandlänge in EK-2B stellt die Einbaulänge der Spundwände dar (abzüglich 1,00m für Staffelung). Die Einwirkungskombination EK-2C stellt die Situation der trockengelegten Unterwasserbetonsohle dar. Dort ist die bemessene Spundwandlänge kürzer. Somit ergibt sich für unseren Zustand ein unbelastete Spundwandlänge (Differenz zwischen EK-2B und EK-2C), welche für den Nachweis genutzt werden kann. Die Bemessung der Spundwand findet sich in Reg03-04.

$$t = 16,08 - 10,24 - 1,00 = 4,84 \text{ m}$$

$$\mu = V_{sp} / (q_{s1, k} / \gamma_p \cdot t \cdot 2) = 0,81 \leq 1$$

BAUTEIL:	Unterwasserbetonsohle - Auftriebssicherheit	ARCHIV-NR: 4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	
VORGANG:	Genehmigungsstatik	

SEITE:

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	25.04.18

Gewölbeschub (nach Weißenbach "Baugruben" S. 264)

$$H_G = (A_{k1} - G_{k, \text{stb}}) \cdot b^2 / (8 \cdot d/2) = 248,49 \text{ kN/m}$$

der Gewölbeschub muss von der Spundwand aufgenommen werden können und kleiner sein als der passive Erddruck + Wasserdruck auf der Widerstandsseite.

passiver Erddruck mit gemittelten Wert aus darüber liegenden Erdschichten:

$$z = 34,50 - ((27,90 + 25,00)/2) = 8,05 \text{ m}$$

$$\gamma = 6,06 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi = 20,00^\circ$$

$$k_{\text{pgh}} = 2,61$$

$$d = 2,90 \text{ m}$$

$$E_p = (z \cdot \gamma \cdot k_{\text{pgh}}) \cdot d = 369,24 \text{ kN/m}$$

$$W = ((33,94 - 26,45) \cdot 10,0) \cdot d = 217,21 \text{ kN/m}$$

$$\mu = H_G / (E_p + W) = 0,42 < 1$$

Gewölbe - Druckkraft am Kämpfer

$$\sigma_k = H_G / (d / 2 \cdot 0,30) = 571,24 \text{ kN/m}^2$$

(horizontal Druckgewölbe zwischen den Spundwandbergen berücksichtigt)

Für unbewehrten Beton C 25 / 30 gilt nach DIN 1045 - 1 :

$$\gamma_c = 1,80$$

$$f_{ck} = 25 \cdot 1000 = 25000,00 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c \cdot 0,85 = 11805,56 \text{ kN/m}^2$$

Druckkraftnachweis Beton (horizontal)

mit Sicherheitsbeiwert der Einwirkung : 1,20 (LF 2)

$$\mu = \sigma_k \cdot 1,20 / f_{cd} = 0,06 \leq 1$$

Nachweise Schubknagge

Die Vertikalkräfte werden über Reibung zwischen Beton und Stahl an die Spundwand übergeben. Da die Säuberung der Fuge unter Wasser stattfindet und der Reibungsbeiwert damit sehr unsicher sein kann, werden zusätzlich Knaggen vorgesehen, die - bereits vorher angeschweisst - mit den Spundbohlen eingebracht werden.

BAUTEIL:	Unterwasserbetonsohle - Auftriebssicherheit	ARCHIV-NR: 4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	
VORGANG:	Genehmigungsstatik	

SEITE:

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	25.04.18

Bemessungskraft:

$$V_d = V_{sp} \cdot 1,2 = 167,9 \text{ kN/m}$$

gewählte Knagge :

U 200 x 300 an jedem Berg (U-Bohle GU28N mit b_{Berg} ca. 350mm) jeweils oben und unten angeschweisst.

Systemmaß Spundwand GU 28N

$$a = 1,20 \text{ m}$$

Schenkelbreite U 200

$$s = 0,08 \text{ m}$$

Knaggenlänge

$$l = 0,3 \text{ m}$$

Betondruckkraft an der Schubknagge

$$\sigma_k = V_d \cdot a / (s \cdot l) = 8395 \text{ kN/m}^2$$

Druckkraftnachweis Beton (vertikal)

$$\mu = \sigma_k / f_{cd} = 0,71 \leq 1$$

Schweißnahtnachweis:

$$F_d = V_d \cdot a = 201,48 \text{ kN}$$

$$\text{mit } \gamma_M = 2,00$$

(wg. ggf. Schweißen unter Wasser)

$$f_{yk} = 24,00 \text{ kN/cm}^2$$

Nahtlänge jeweils unten und oben:

$$l = 25,0 \text{ cm}$$

erforderliche Nahtdicke:

$$a_w = F_d / (2 \cdot l \cdot f_{yk} / \gamma_M) \cdot 10 = 3 \text{ mm}$$

Die Knaggen können auch "allein" die Schubkräfte an die Spundwand übergeben, prinzipiell kann aber davon ausgegangen werden, dass Reibungskräfte und Schubknaggen gemeinsam wirken.

BAUTEIL:	Unterwasserbetonsohle - Auftriebssicherheit	ARCHIV-NR: 4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	
VORGANG:	Genehmigungsstatik	

SEITE:

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	25.04.18

3 Bemessung Unterhaupt

3.1 Geometrie und Belastung

Die Baugrubengeometrie beträgt ca. 13,90 m x 13,30m (Spundwandachsmaße). Für die Bemessung der ggf. benötigten Knaggen wird der Abstand über die kurze Breite von 13,30m als Spannrichtung für den Gewölbeansatz genutzt. Diese Ausrichtung der Spannrichtung verläuft einachsig in Fließrichtung der Grundwasserströmung.

Die Unterkante der Sohle befindet sich bei +25,00 m NHN. Die Oberkante der Unterwasserbetonsohle befindet sich bei +27,90m NHN. Dem entsprechend ist die Dicke d der Platte 2,90m.

In der folgenden Berechnung wird ein 1,00m breiter Streifen betrachtet.

3.2 Berechnung für BS-T (Nachweis UPL) - Auftrieb

$$A_k \cdot \gamma_{G,dst} + Q_k \cdot \gamma_{G,dst} \leq G_{k,stb} \cdot \gamma_{G,stb}$$

A_k mögliche hydrostatische Auftriebskraft (Sohlwasserdruck)

$\gamma_{G,dst}$... Teilsicherheitsbeiwert UPL für destabilisierende Einwirkungen nach Tabelle A 2.1
= 1,05

$G_{k,stb}$... der untere charakteristische Wert für günstige stabilisierende Einwirkungen

$\gamma_{G,stb}$... Teilsicherheitsbeiwert UPL für stabilisierende Einwirkungen nach Tabelle A 2.1
= 0,95

OK Unterwasserbeton = "Sohle"

Bau- HW = "Stauziel"

Sohle= 27,90 mNHN

Stauziel= 31,53 mNHN

Dicke der Unterwasserbetonsohle (gewählt aus der Ausschreibung)
d = 2,90 m

BAUTEIL:	Unterwasserbetonsohle - Auftriebssicherheit	ARCHIV-NR: 4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	
VORGANG:	Genehmigungsstatik	

VERFASSTER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	25.04.18

Auflast Unterwasserbetonsohle mit spezifischem Gewicht von 23 kN/m³ (unterer charakteristischer Wert)

$$G_{k, \text{stb}} = 23 \cdot d = 66,70 \text{ kN/m}^2$$

Sohlwasserdruck unter der UWB - Sohle :

$$A_{k1} = 10 \cdot (\text{Stauziel-Sohle} + d) = 65,30 \text{ kN/m}^2$$

Nachweis:

$$A_{K1} = A_{k1} \cdot 1,05 = 68,56 \text{ kN/m}^2$$

$$G_{d, \text{Stb}} = G_{k, \text{stb}} \cdot 0,95 = 63,37 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu = (A_{K1}) / (G_{d, \text{Stb}}) = 1,08 \leq 1$$

Der Nachweis ist nicht erfüllt.

Das Eigengewicht der Unterwasserbetonplatte im Bauzustand ist nicht ausreichend. Die Platte muss über Knaggen mit der Spundwand kombiniert wirken.

3.3 Berechnung für BS-A (Nachweis UPL) - Auftrieb

$$A_k \cdot \gamma_{G, \text{dst}} + Q_k \cdot \gamma_{G, \text{dst}} \leq G_{k, \text{stb}} \cdot \gamma_{G, \text{stb}}$$

A_k mögliche hydrostatische Auftriebskraft (Sohlwasserdruck)

$\gamma_{G, \text{dst}}$... Teilsicherheitsbeiwert UPL für destabilisierende Einwirkungen nach Tabelle A 2.1
= 1,00

$G_{k, \text{stb}}$... der untere charakteristische Wert für günstige stabilisierende Einwirkungen

$\gamma_{G, \text{stb}}$... Teilsicherheitsbeiwert UPL für stabilisierende Einwirkungen nach Tabelle A 2.1
= 0,95

OK Unterwasserbeton = "Sohle"

Bau- HW = "Stauziel"

Sohle= 27,90 mNHN

Stauziel= 32,31 mNHN

Dicke der Unterwasserbetonsohle (gewählt aus der Ausschreibung)

d = 2,90 m

BAUTEIL:	Unterwasserbetonsohle - Auftriebssicherheit	ARCHIV-NR: 4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	
VORGANG:	Genehmigungsstatik	

SEITE:

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	25.04.18

Auflast Unterwasserbetonsohle mit spezifischem Gewicht von 23 kN/m³ (unterer charakteristischer Wert)

$$G_{k, \text{stb}} = 23 \cdot d = 66,70 \text{ kN/m}^2$$

Sohlwasserdruck unter der UWB - Sohle :

$$A_{k1} = 10 \cdot (\text{Stauziel} - \text{Sohle} + d) = 73,10 \text{ kN/m}^2$$

Nachweis:

$$A_{K1} = A_{k1} \cdot 1,00 = 73,10 \text{ kN/m}^2$$

$$G_{d, \text{Stb}} = G_{k, \text{stb}} \cdot 0,95 = 63,37 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu = (A_{K1}) / (G_{d, \text{Stb}}) = 1,15 \leq 1$$

Der Nachweis ist nicht erfüllt.

Das Eigengewicht der Unterwasserbetonplatte im Bauzustand ist nicht ausreichend. Die Platte muss über Knaggen mit der Spundwand kombiniert wirken

3.4 Bemessung des Spundwandanschlusses (Knaggen)

Die Bemessung im BS-T bei Normalstau stellt die ungünstigste Einwirkung dar. Daher wird dieser Krafteintrag für die Bemessung der Knaggen herangezogen. Mit Hilfe der Knaggen kann ein Gewölbedruck der Unterwasserbetonplatte erzeugt werden und der Kraftüberschuss aus der Einwirkung des Sohlwasserdrucks mit Hilfe der Spundwände abgebaut werden. Dazu werden die Knaggen vor dem Einbringen der Spundwände in den entsprechenden Höhen angeschweißt. Sollte später die Spundwand nicht auf die bisherige Endhöhe gebracht werden, ist die Lage der Knaggen durch Taucher zu korrigieren.

OK Unterwasserbeton = "Sohle"

Bau- HW = "Stauziel"

Sohle= 27,90 mNHN

Stauziel= 32,31 mNHN

Berechnung der Unterwasserbetonsohle (abzüglich Spundwandanteil)

Dicke der Unterwasserbetonsohle:

d= 2,90 m

BAUTEIL:	Unterwasserbetonsohle - Auftriebssicherheit	ARCHIV-NR: 4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	
VORGANG:	Genehmigungsstatik	

SEITE:

VERFASSTER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	25.04.18

Auflast

$$G_{k, \text{stb}} = 23 \cdot d = 66,70 \text{ kN/m}^2$$

Auftrieb unter der Schwelle:

$$A_{k1} = 10 \cdot (\text{Stauziel-Sohle} + d) \cdot 1,05 = 76,75 \text{ kNm}$$

Gewölbespannweite

$$b = 13,30 \text{ m}$$

Restkraft, von den Spundwänden aufzunehmen V_{sp} pro lfdm Spundwand

$$V_{sp} = (A_{k1} - G_{k, \text{stb}}) \cdot b / 2 = 66,83 \text{ kN/m}$$

Die Restkraft ist von der Spundwand aufzunehmen, es wird dafür nur die Einbindetiefe in die tragfähige Schicht herangezogen.

Die Aufnahme der vertikalen Auftriebskräfte erfolgt durch Mantelreibung innerhalb der Sande mit mitteldichter Lagerung. Bisher sind keinen Mantelreibungswerte im Baugrundgutachten enthalten. Diese werden im Zuge der weiteren Planung durch ein erweitertes Baugrundgutachten ermittelt. Die Werte sind dann ggf. anzupassen. Es werden hier konservative Werte aus der Literatur verwendet. Es werden Werte für Fertigrammpfähle verwendet.

$$q_{s1, k} = 50,00 \text{ kN/m}^2$$

Für die Spundwände wird dieser Wert auf 50% abgemindert

$$q_{s1, k} = 50,00 \cdot 0,50 = 25,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_p = 1,40$$

Die Einbindelänge welche für die Bemessung verwendet werden kann, ergibt sich aus der Differenz der benötigten Spundwandlängen der Spundwandbemessung zwischen EK-2B und EK-2C am Unterhaupt. Die Bemessung der Spundwandlänge in EK-2B stellt die Einbaulänge der Spundwände dar (abzüglich 1,00m für Staffelung). Die Einwirkungskombination EK-2C stellt die Situation der trockengelegten Unterwasserbetonsohle dar. Dort ist die bemessene Spundwandlänge kürzer. Somit ergibt sich für unseren Zustand ein unbelastete Spundwandlänge (Differenz zwischen EK-2B und EK-2C), welche für den Nachweis genutzt werden kann. Die Bemessung der Spundwand findet sich in Reg03-04.

$$t = 15,96 - 9,16 - 1,00 = 5,80 \text{ m}$$

$$\mu = V_{sp} / (q_{s1, k} / \gamma_p \cdot t \cdot 2) = 0,32 \leq 1$$

BAUTEIL:	Unterwasserbetonsohle - Auftriebssicherheit	ARCHIV-NR: 4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	
VORGANG:	Genehmigungsstatik	

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	25.04.18

Gewölbeschub (nach Weißenbach "Baugruben" S. 264)

$$H_G = (A_{k1} - G_{k, \text{stb}}) \cdot b^2 / (8 \cdot d/2) = 153,25 \text{ kN/m}$$

der Gewölbeschub muss von der Spundwand aufgenommen werden können und kleiner sein als der passive Erddruck + Wasserdruck auf der Widerstandsseite.

passiver Erddruck mit gemittelten Wert aus darüber liegenden Erdschichten:

$$z = 34,50 - ((27,90 + 25,00)/2) = 8,05 \text{ m}$$

$$\gamma = 8,60 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi = 28,00^\circ$$

$$k_{\text{pgh}} = 4,20$$

$$d = 2,90 \text{ m}$$

$$E_p = (z \cdot \gamma \cdot k_{\text{pgh}}) \cdot d = 843,22 \text{ kN/m}$$

$$W = ((33,94 - 26,45) \cdot 10,0) \cdot d = 217,21 \text{ kN/m}$$

$$\mu = H_G / (E_p + W) = 0,14 < 1$$

Gewölbe - Druckkraft am Kämpfer

$$\sigma_k = H_G / (d / 2 \cdot 0,30) = 352,30 \text{ kN/m}^2$$

(horizontal Druckgewölbe zwischen den Spundwandbergen berücksichtigt)

Für unbewehrten Beton C 25 / 30 gilt nach DIN 1045 - 1 :

$$\gamma_c = 1,80$$

$$f_{ck} = 25 \cdot 1000 = 25000,00 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c \cdot 0,85 = 11805,56 \text{ kN/m}^2$$

Druckkraftnachweis Beton (horizontal)

mit Sicherheitsbeiwert der Einwirkung : 1,20 (LF 2)

$$\mu = \sigma_k \cdot 1,20 / f_{cd} = 0,04 \leq 1$$

Nachweise Schubknagge

Die Vertikalkräfte werden über Reibung zwischen Beton und Stahl an die Spundwand übergeben. Da die Säuberung der Fuge unter Wasser stattfindet und der Reibungsbeiwert damit sehr unsicher sein kann, werden zusätzlich Knaggen vorgesehen, die - bereits vorher angeschweisst - mit den Spundbohlen eingebracht werden.

BAUTEIL:	Unterwasserbetonsohle - Auftriebssicherheit	ARCHIV-NR: 4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	
VORGANG:	Genehmigungsstatik	

SEITE:

VERFASSTER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	25.04.18

Bemessungskraft:

$$V_d = V_{sp} \cdot 1,2 = 80,2 \text{ kN/m}$$

gewählte Knagge :

U 200 x 300 an jedem Berg (U-Bohle GU28N mit b_{Berg} ca. 350mm) jeweils oben und unten angeschweisst.

Systemmaß Spundwand GU 28N

$$a = 1,20 \text{ m}$$

Schenkelbreite U 200

$$s = 0,08 \text{ m}$$

Knaggenlänge

$$l = 0,3 \text{ m}$$

Betondruckkraft an der Schubknagge

$$\sigma_k = V_d \cdot a / (s \cdot l) = 4010 \text{ kN/m}^2$$

Druckkraftnachweis Beton (vertikal)

$$\mu = \sigma_k / f_{cd} = 0,34 \leq 1$$

Schweißnahtnachweis:

$$F_d = V_d \cdot a = 96,24 \text{ kN}$$

$$\text{mit } \gamma_M = 2,00$$

(wg. ggf. Schweißen unter Wasser)

$$f_{yk} = 24,00 \text{ kN/cm}^2$$

Nahtlänge jeweils unten und oben:

$$l = 25,0 \text{ cm}$$

erforderliche Nahtdicke:

$$a_w = F_d / (2 \cdot l \cdot f_{yk} / \gamma_M) \cdot 10 = 2 \text{ mm}$$

Die Knaggen können auch "allein" die Schubkräfte an die Spundwand übergeben, prinzipiell kann aber davon ausgegangen werden, dass Reibungskräfte und Schub-knaggen gemeinsam wirken.

BAUTEIL:	Unterwasserbetonsohle - Auftriebssicherheit	ARCHIV-NR: 4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	
VORGANG:	Genehmigungsstatik	

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	25.04.18

4 Bemessung Schleusenammer

4.1 Geometrie und Belastung

Die Baugrubengeometrie beträgt ca. 39,00 m x 6,70m (Spundwandachsmaße). Für die Bemessung der ggf. benötigten Knaggen wird der Abstand über die kurze Breite von 6,70m als Spannrichtung für den Gewölbeansatz genutzt. Diese Ausrichtung der Spannrichtung verläuft einachsig quer zur Fließrichtung der Grundwasserströmung.

Die Unterkante der Sohle befindet sich bei +25,00 m NHN. Die Oberkante der Unterwasserbetonsohle befindet sich bei +28,50m NHN. Dem entsprechend ist die Dicke d der Platte 3,50m.

In der folgenden Berechnung wird ein 1,00m breiter Streifen betrachtet.

4.2 Berechnung für BS-T (Nachweis UPL) - Auftrieb

$$A_k \cdot \gamma_{G,dst} + Q_k \cdot \gamma_{G,dst} \leq G_{k,stb} \cdot \gamma_{G,stb}$$

A_k mögliche hydrostatische Auftriebskraft (Sohlwasserdruck)

$\gamma_{G,dst}$... Teilsicherheitsbeiwert UPL für destabilisierende Einwirkungen nach Tabelle A 2.1
= 1,05

$G_{k,stb}$... der untere charakteristische Wert für günstige stabilisierende Einwirkungen

$\gamma_{G,stb}$... Teilsicherheitsbeiwert UPL für stabilisierende Einwirkungen nach Tabelle A 2.1
= 0,95

OK Unterwasserbeton = "Sohle"

Bau- HW = "Stauziel"

Sohle= 28,50 mNHN

Stauziel= 32,74 mNHN

Dicke der Unterwasserbetonsohle (gewählt aus der Ausschreibung)
d = 3,50 m

BAUTEIL:	Unterwasserbetonsohle - Auftriebssicherheit	ARCHIV-NR: 4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	
VORGANG:	Genehmigungsstatik	

VERFASSTER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	25.04.18

Auflast Unterwasserbetonsohle mit spezifischem Gewicht von 23 kN/m³ (unterer charakteristischer Wert)

$$G_{k, \text{stb}} = 23 \cdot d = 80,50 \text{ kN/m}^2$$

Sohlwasserdruck unter der UWB - Sohle :

$$A_{k1} = 10 \cdot (\text{Stauziel-Sohle} + d) = 77,40 \text{ kN/m}^2$$

Nachweis:

$$A_{K1} = A_{k1} \cdot 1,05 = 81,27 \text{ kN/m}^2$$

$$G_{d, \text{Stb}} = G_{k, \text{stb}} \cdot 0,95 = 76,47 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu = (A_{K1}) / (G_{d, \text{Stb}}) = 1,06 \leq 1$$

Der Nachweis ist nicht erfüllt.

Das Eigengewicht der Unterwasserbetonplatte im Bauzustand ist nicht ausreichend. Die Platte muss über Knaggen mit der Spundwand kombiniert wirken.

4.3 Berechnung für BS-A (Nachweis UPL) - Auftrieb

$$A_k \cdot \gamma_{G, \text{dst}} + Q_k \cdot \gamma_{G, \text{dst}} \leq G_{k, \text{stb}} \cdot \gamma_{G, \text{stb}}$$

A_k mögliche hydrostatische Auftriebskraft (Sohlwasserdruck)

$\gamma_{G, \text{dst}}$... Teilsicherheitsbeiwert UPL für destabilisierende Einwirkungen nach Tabelle A 2.1
= 1,00

$G_{k, \text{stb}}$... der untere charakteristische Wert für günstige stabilisierende Einwirkungen

$\gamma_{G, \text{stb}}$... Teilsicherheitsbeiwert UPL für stabilisierende Einwirkungen nach Tabelle A 2.1
= 0,95

OK Unterwasserbeton = "Sohle"

Bau- HW = "Stauziel"

Sohle= 28,50 mNHN

Stauziel= 33,25 mNHN

Dicke der Unterwasserbetonsohle (gewählt aus der Ausschreibung)

d = 3,50 m

BAUTEIL:	Unterwasserbetonsohle - Auftriebssicherheit	ARCHIV-NR: 4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	
VORGANG:	Genehmigungsstatik	

SEITE:

VERFASSEN:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	25.04.18

Auflast Unterwasserbetonsohle mit spezifischem Gewicht von 23 kN/m³ (unterer charakteristischer Wert)

$$G_{k, \text{stb}} = 23 \cdot d = 80,50 \text{ kN/m}^2$$

Sohlwasserdruck unter der UWB - Sohle :

$$A_{k1} = 10 \cdot (\text{Stauziel-Sohle} + d) = 82,50 \text{ kN/m}^2$$

Nachweis:

$$A_{K1} = A_{k1} \cdot 1,00 = 82,50 \text{ kN/m}^2$$

$$G_{d, \text{Stb}} = G_{k, \text{stb}} \cdot 0,95 = 76,47 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu = (A_{K1}) / (G_{d, \text{Stb}}) = 1,08 \leq 1$$

Der Nachweis ist nicht erfüllt.

Das Eigengewicht der Unterwasserbetonplatte im Bauzustand ist nicht ausreichend. Die Platte muss über Knaggen mit der Spundwand kombiniert wirken

4.4 Bemessung des Spundwandanschlusses (Knaggen)

Die Bemessung im BS-T bei Normalstau stellt die ungünstigste Einwirkung dar. Daher wird dieser Krafteintrag für die Bemessung der Knaggen herangezogen. Mit Hilfe der Knaggen kann ein Gewölbedruck der Unterwasserbetonplatte erzeugt werden und der Kraftüberschuss aus der Einwirkung des Sohlwasserdrucks mit Hilfe der Spundwände abgebaut werden. Dazu werden die Knaggen vor dem Einbringen der Spundwände in den entsprechenden Höhen angeschweißt. Sollte später die Spundwand nicht auf die bisherige Endhöhe gebracht werden, ist die Lage der Knaggen durch Taucher zu korrigieren.

OK Unterwasserbeton = "Sohle"

Bau- HW = "Stauziel"

Sohle= 28,50 mNHN

Stauziel= 33,25 mNHN

Berechnung der Unterwasserbetonsohle (abzüglich Spundwandanteil)

Dicke der Unterwasserbetonsohle:

d= 3,50 m

Auflast

$$G_{k, \text{stb}} = 23 \cdot d = 80,50 \text{ kN/m}^2$$

BAUTEIL:	Unterwasserbetonsohle - Auftriebssicherheit	ARCHIV-NR: 4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	
VORGANG:	Genehmigungsstatik	

SEITE:

VERFASSTER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	25.04.18

Auftrieb unter der Schwelle:

$$A_{k1} = 10 \cdot (\text{Stauziel-Sohle} + d) \cdot 1,05 = 86,63 \text{ kNm}$$

Gewölbespannweite

$$b = 6,70 \text{ m}$$

Restkraft, von den Spundwänden aufzunehmen V_{sp} pro lfdm Spundwand

$$V_{sp} = (A_{k1} - G_{k, \text{stb}}) \cdot b/2 = 20,54 \text{ kN/m}$$

Die Restkraft ist von der Spundwand aufzunehmen, es wird dafür nur die Einbindetiefe in die tragfähige Schicht herangezogen.

Die Aufnahme der vertikalen Auftriebskräfte erfolgt durch Mantelreibung innerhalb der Sande mit mitteldichter Lagerung. Bisher sind keinen Mantelreibungswerte im Baugrundgutachten enthalten. Diese werden im Zuge der weiteren Planung durch ein erweitertes Baugrundgutachten ermittelt. Die Werte sind dann ggf. anzupassen. Es werden hier konservative Werte aus der Literatur verwendet. Es werden Werte für Fertigrammpfähle verwendet.

$$q_{s1,k} = 50,00 \text{ kN/m}^2$$

Für die Spundwände wird dieser Wert auf 50% abgemindert

$$q_{s1,k} = 50,00 \cdot 0,50 = 25,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_p = 1,40$$

Die Einbindelänge welche für die Bemessung verwendet werden kann, ergibt sich aus der Differenz der benötigten Spundwandlängen der Spundwandbemessung zwischen EK-2A und EK-2B am rechten Ufer. Die Bemessung der Spundwandlänge in EK-2A stellt die Einbaulänge der Spundwände dar (abzüglich 1,00m für Staffelung). Die Einwirkungskombination EK-2B stellt die Situation der trockengelegten Unterwasserbetonsohle dar. Dort ist die bemessene Spundwandlänge kürzer. Somit ergibt sich für unseren Zustand ein unbelastete Spundwandlänge (Differenz zwischen EK-2A und EK-2B), welche für den Nachweis genutzt werden kann. Die Differenz ist am rechten Ufer geringer als am Linken und wird deshalb verwendet. Die Bemessung der Spundwand findet sich in Reg03-04.

$$t = 15,07 - 8,74 - 1,00 = 5,33 \text{ m}$$

$$\mu = V_{sp} / (q_{s1,k} / \gamma_p \cdot t \cdot 2) = 0,11 \leq 1$$

BAUTEIL:	Unterwasserbetonsohle - Auftriebssicherheit	ARCHIV-NR: 4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	
VORGANG:	Genehmigungsstatik	

SEITE:

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	25.04.18

Gewölbeschub (nach Weißenbach "Baugruben" S. 264)

$$H_G = (A_{k1} - G_{k, stb}) \cdot b^2 / (8 \cdot d/2) = 19,66 \text{ kN/m}$$

der Gewölbeschub muss von der Spundwand aufgenommen werden können und kleiner sein als der passive Erddruck + Wasserdruck auf der Widerstandsseite.

passiver Erddruck mit gemittelten Wert aus darüber liegenden Erdschichten:

$$z = 34,50 - ((28,50 + 25,00)/2) = 7,75 \text{ m}$$

$$\gamma = 6,13 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi = 20,00^\circ$$

$$k_{pgh} = 2,61$$

$$d = 3,50 \text{ m}$$

$$E_p = (z \cdot \gamma \cdot k_{pgh}) \cdot d = 433,98 \text{ kN/m}$$

$$W = ((33,94 - 26,75) \cdot 10,0) \cdot d = 251,65 \text{ kN/m}$$

$$\mu = H_G / (E_p + W) = 0,03 < 1$$

Gewölbe - Druckkraft am Kämpfer

$$\sigma_k = H_G / (d / 2 \cdot 0,30) = 37,45 \text{ kN/m}^2$$

(horizontal Druckgewölbe zwischen den Spundwandbergen berücksichtigt)

Für unbewehrten Beton C 25 / 30 gilt nach DIN 1045 - 1 :

$$\gamma_c = 1,80$$

$$f_{ck} = 25 \cdot 1000 = 25000,00 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c \cdot 0,85 = 11805,56 \text{ kN/m}^2$$

Druckkraftnachweis Beton (horizontal)

mit Sicherheitsbeiwert der Einwirkung : 1,20 (LF 2)

$$\mu = \sigma_k \cdot 1,20 / f_{cd} = 0,00 \leq 1$$

Nachweise Schubknagge

Die Vertikalkräfte werden über Reibung zwischen Beton und Stahl an die Spundwand übergeben. Da die Säuberung der Fuge unter Wasser stattfindet und der Reibungsbeiwert

BAUTEIL:	Unterwasserbetonsohle - Auftriebssicherheit	ARCHIV-NR: 4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	
VORGANG:	Genehmigungsstatik	

SEITE:

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	25.04.18

damit sehr unsicher sein kann, werden zusätzlich Knaggen vorgesehen, die - bereits vorher angeschweisst - mit den Spundbohlen eingebracht werden.

Bemessungskraft:

$$V_d = V_{sp} * 1,2 = 24,6 \text{ kN/m}$$

gewählte Knagge :

U 200 x 150 an jedem zweiten Berg (U-Bohle GU28N mit b_{Berg} ca. 350mm) jeweils oben und unten angeschweisst.

Systemmaß Spundwand GU 28N

$$a = 2,40 \text{ m}$$

Schenkelbreite U 200

$$s = 0,08 \text{ m}$$

Knaggenlänge

$$l = 0,15 \text{ m}$$

Betondruckkraft an der Schubknagge

$$\sigma_k = V_d * a / (s * l) = 4920 \text{ kN/m}^2$$

Druckkraftnachweis Beton (vertikal)

$$\mu = \sigma_k / f_{cd} = 0,42 \leq 1$$

Schweißnahtnachweis:

$$F_d = V_d * a = 59,04 \text{ kN}$$

$$\text{mit } \gamma_M = 2,00$$

(wg. ggf. Schweißen unter Wasser)

$$f_{yk} = 24,00 \text{ kN/cm}^2$$

Nahtlänge jeweils unten und oben:

$$l = 10,0 \text{ cm}$$

erforderliche Nahtdicke:

$$a_w = F_d / (2 * l * f_{yk} / \gamma_M) * 10 = 2 \text{ mm}$$

Die Knaggen können auch "allein" die Schubkräfte an die Spundwand übergeben, prinzipiell kann aber davon ausgegangen werden, dass Reibungskräfte und Schub-knaggen gemeinsam wirken.

BAUTEIL:	Unterwasserbetonsohle - Auftriebssicherheit	ARCHIV-NR: 4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	
VORGANG:	Genehmigungsstatik	

SEITE:

VERFASSEN:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	25.04.18

5 Zusammenfassung der Bauteile

Der Nachweis der Auftriebssicherheit geht in keinem Fälle nur für das Eigengewicht der Unterwasserbetonsohle auf. Aus diesem Grund muss für die drei Bauteile die statische Verbindung mittels Schubknaggen zwischen Betonsohle und Spundwand hergestellt werden.

Es ist zu beachten, dass die angenommenen Wasserstände für die hier aufgeführten Bemessungssituationen zu hoch sein werden. Während der Ausführung sind die zwei Grundwassermessstellen, welche im Zuge der Ausführungsplanung errichtet werden sollen zu beobachten. Es ist anzunehmen, dass sich niedrigere Grundwasserstände an den Bauwerksteilen einstellen und somit im Bereich der Schleusenkammer und des Unterhauptes auf die Knaggen verzichtet werden kann. Nur bei großen Abweichungen der Grundwasserstände im Bereich des Oberhauptes zu den hier angenommen kann auch dort auf die Knaggen verzichtet werden. Für folgende Grundwasserstände gehen die Nachweise der Auftriebssicherheit durch Betoneigengewicht auf:

- **Oberhaupt** : $\text{GW}_{\text{MW}} = \text{max. } +31,00 \text{ m NHN}$; $\text{GW}_{\text{HW}} = \text{max. } +31,20 \text{ m NHN}$

- **Unterhaupt** = **Oberhaupt**

- **Schleusenkammer** : $\text{GW}_{\text{MW}} = \text{max. } +32,30 \text{ m NHN}$; $\text{GW}_{\text{HW}} = \text{max. } +32,60 \text{ m NHN}$

Werden diese Grundwasserwerte nicht erreicht müssen die berechneten Knaggen eingebaut werden. Dazu werden die Knaggen vor dem Einbau der Spundwände an den entsprechenden Spundwandbergen angeschweißt. Nach Aushub bis Unterkante Unterwasserbetonsohle und vor Einbau des Unterwasserbeton, müssen die Knaggen durch einen Taucher auf Position, Sauberkeit und Haftung kontrolliert werden.

Bauwerksteil	Profil (Knagge)	Nahtdicke /-länge	Position	Einbauseite
Oberhaupt	U200, l = 300mm	3 mm / 250mm	jeder Bohlenberg	Hauptstrinseite
Unterhaupt	U200, l = 300mm	3 mm / 250mm	jeder Bohlenberg	Hauptstirnseite
Schleusenkammer	U200, l = 150mm	3 mm / 100mm	jeder 2. Bohlenberg	Kammerlängsseite

BAUTEIL:	Unterwasserbetonsohle - Auftriebssicherheit	ARCHIV-NR: 4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	
VORGANG:	Genehmigungsstatik	