



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

**Wiederherstellung der  
Schleuse Friedenthal**

**- Genehmigungsplanung -**

**- Genehmigungsstatik -  
Bemessung Stahlbeton**

**Index A**

Aufgestellt:

Berlin, 08.06.2018



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

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	08.06.18

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>VORBEMERKUNGEN .....</b>	<b>2</b>
1.1	Allgemeines .....	2
<b>2</b>	<b>STAHLBETONBEMESSUNG SOHLEN UND HÄUPTER.....</b>	<b>7</b>
2.1	Rissbemessung .....	7
2.1.1	Berechnungsansatz allgemein.....	7
2.1.2	Kammersohle.....	9
2.1.3	Häuptersohle .....	9
2.1.4	Wand Oberhaupt .....	10
2.1.5	Wand Unterhaupt.....	11
2.2	Biegebemessung Häupter .....	12
2.3	Zusammenfassung der Bewehrungsergebnisse.....	20
2.3.1	Hinweise zur Bewehrungsführung .....	20
<b>3</b>	<b>QUELLENANGABEN .....</b>	<b>21</b>
3.1	Unterlagenverzeichnis .....	21

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

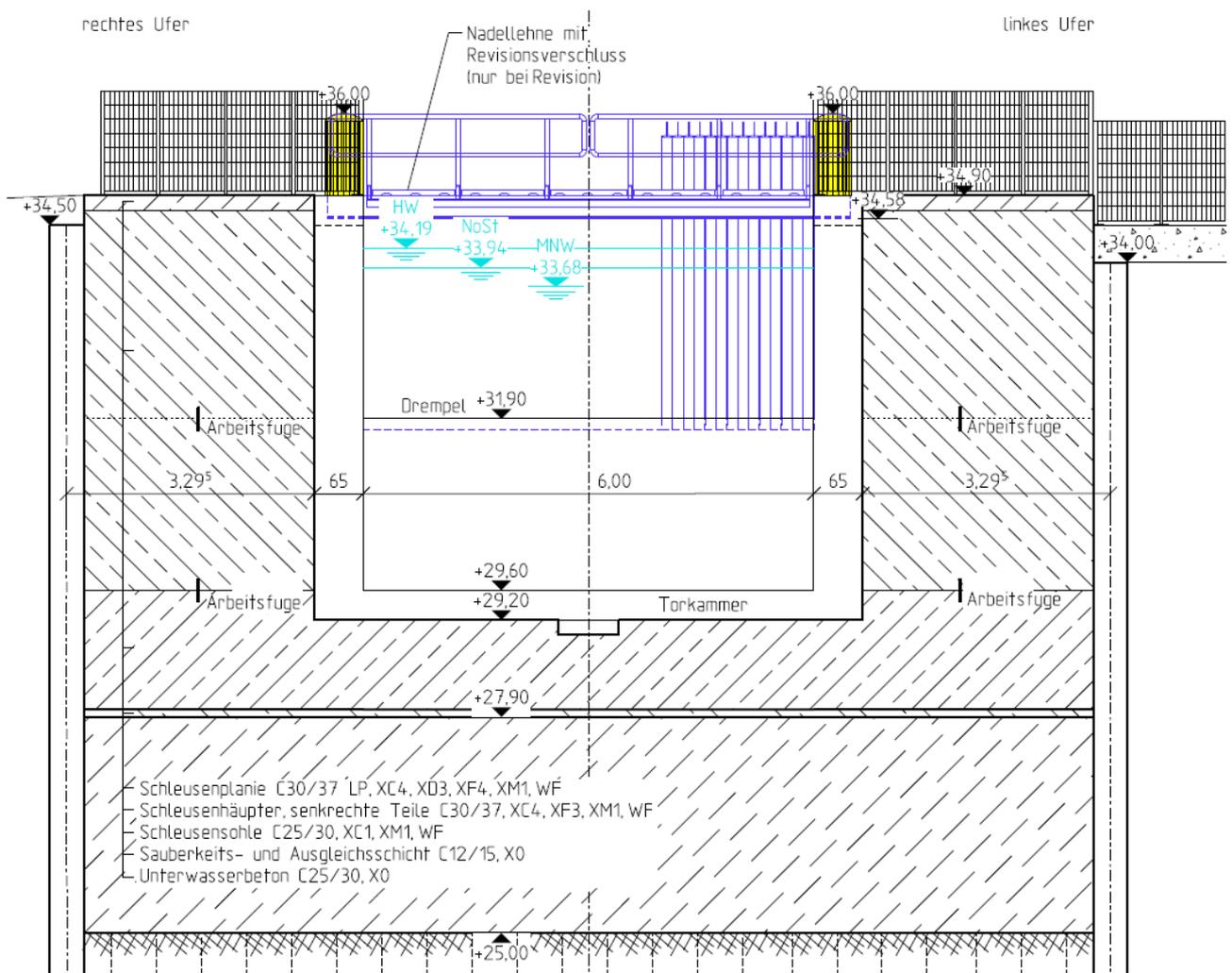
VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	08.06.18

# 1 VORBEMERKUNGEN

## 1.1 ALLGEMEINES

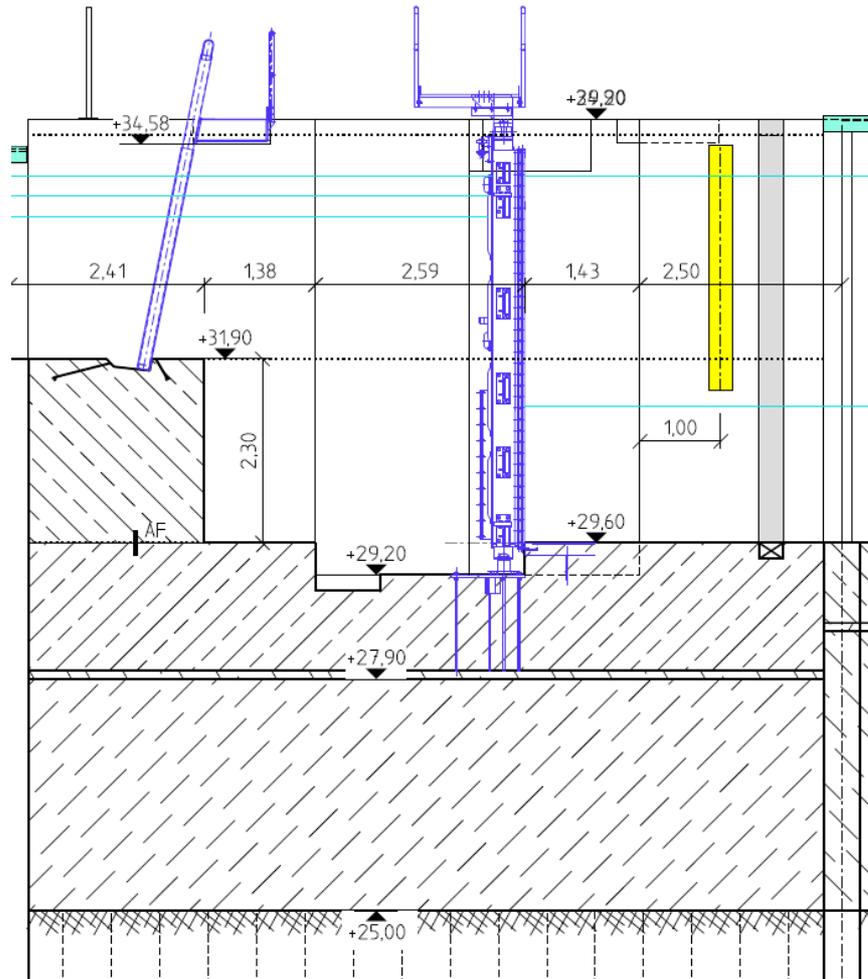
Dieser Bericht beinhaltet die statische Bemessung der Stahlbetonelemente an der Schleuse Friedenthal. Aus Stahlbeton werden die Kammersohle, die Sohle der Häupter und die Häupter selbst hergestellt. Die Sohlen werden dauerhaft unter Wasser sein außer bei Revisionsarbeiten. Die Häupter befinden sich im Bereich der Wasserwechselzone. Abgeschlossen werden die Häupter mit einer Planieebene gegen Tausalzeinwirkung.

### Oberhaupt



BAUTEIL:	Stahlbetonbemessung Index A	SEITE: 2 A	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	08.06.18



Im Oberhaupt wird die Stahlbetonsohle im Bereich der Torgrube mit einer Dicke von 1,20m hergestellt und außerhalb der Torgrube mit 1,60m. Die Stahlbetonsohle wird auf einer Unterwasserbetonsohle (d = 3,00m) mit entsprechender Ausgleichsschicht gegründet. Die Unterwasserbetonsohle wird aus einem Beton C25/30, X0 hergestellt. Die Ausgleichsschicht wird aus einem Magerbeton C12/15, X0 eingebaut. Anschließend erfolgt der Aufbau der Stahlbetonelemente. Die Stahlbetonsohle wird aus einem C25/30, XC1, XM1, WF mit einem Bewehrungsstahl B500 hergestellt. Die maximale Betonieroberkante für die Sohle liegt bei +29,60m. Darauf werden die Hauptwände betoniert. Die Wände werden aus einem Beton C30/37, XC4, XF3, XM1, WF in 2 Abschnitten hergestellt. Der erste Betonierabschnitt erfolgt bis zur Drenpeloberkante bei +31,90m NHN. Danach kommt der zweite Betonierabschnitt bis +34,70m NHN. Zum Abschluss wird ein Planie bis +34,90m NHN aus einem C30/37 LP, XC4, XD3, XF4, XM1, WF betoniert.

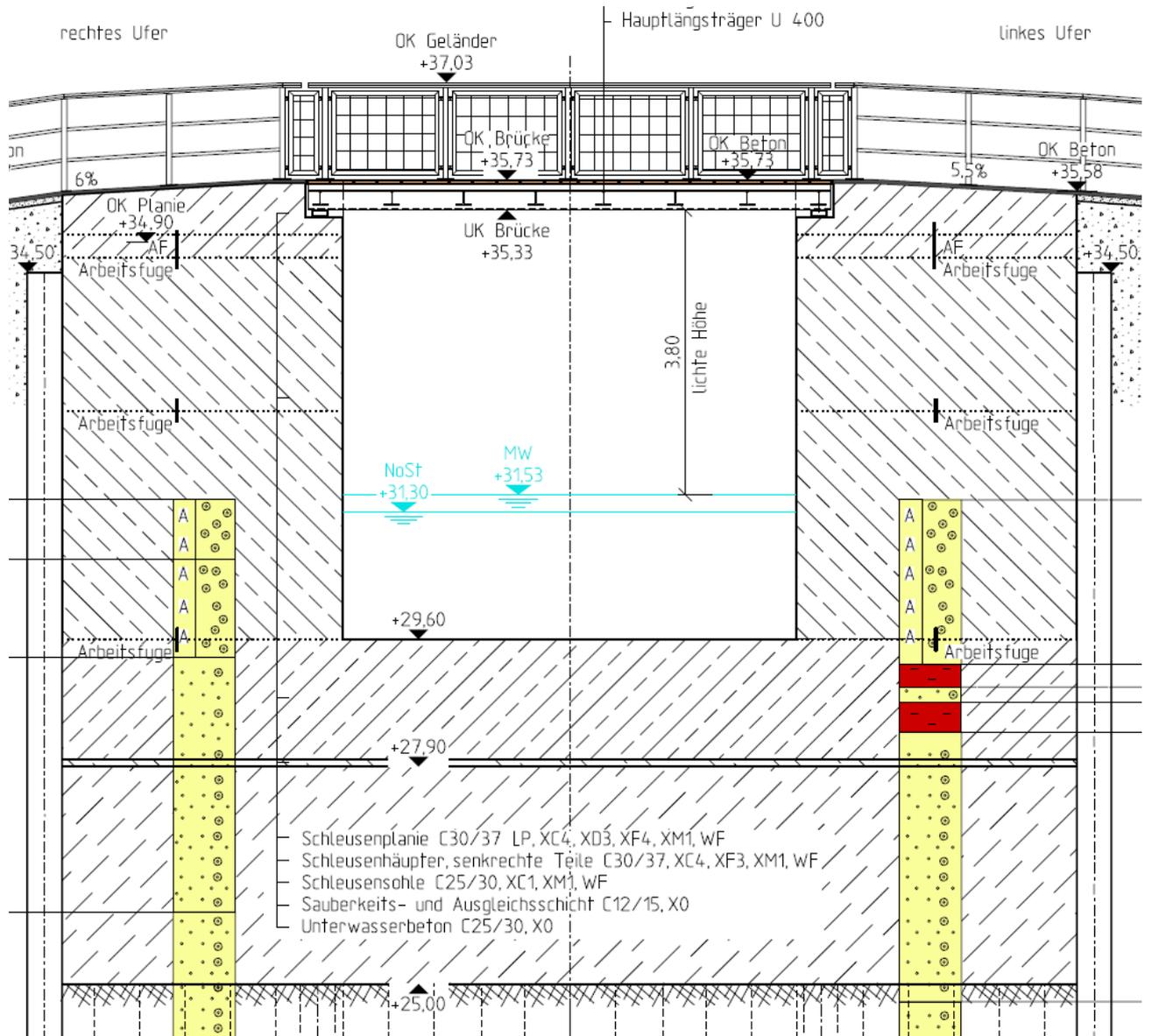
Die Wände im Oberhaupt werden als Betonmassivbauwerk mit einer Mindestdicke von 3,29m hergestellt (Bereich des Tores). Der Drenpel im Oberhaupt hat eine Breite von 2,41m. Die Werte gelten ab Spundwandachse des Baugrubenkastens.

Die Bewehrungen werden aus Bewehrungsstahl B500 hergestellt. Der zugehörige Stabdurchmesser und Stababstand ergibt sich in der folgenden Bemessung.

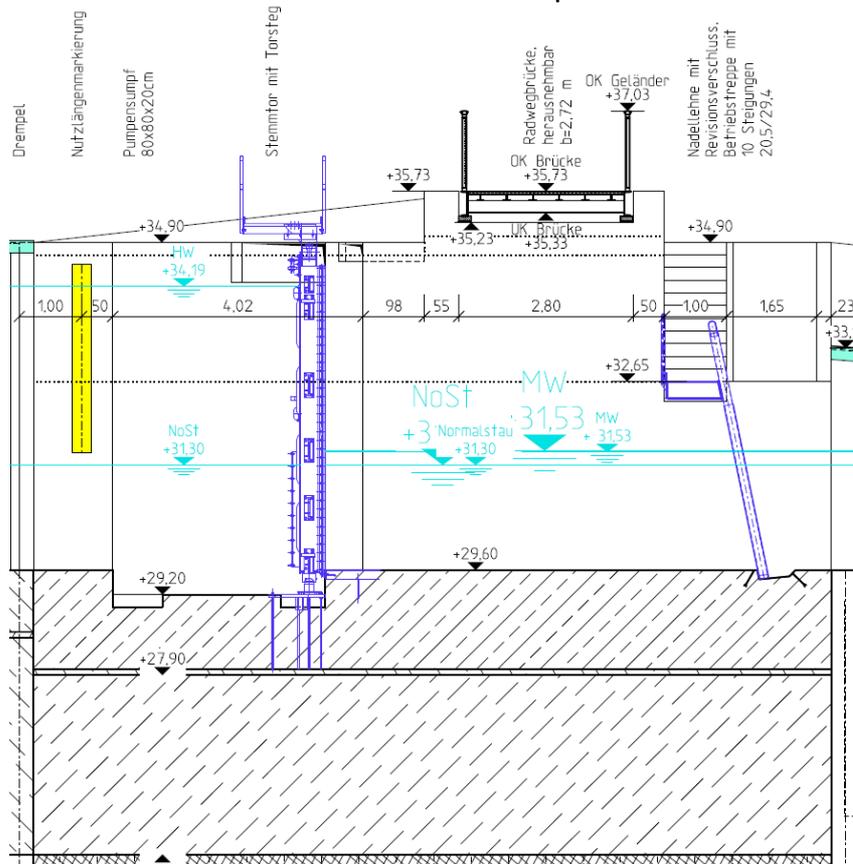
BAUTEIL:	Stahlbetonbemessung Index A	SEITE: 3 A	ARCHIV-NR:  4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung		
VORGANG:	Genehmigungsstatik		

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	08.06.18

## Unterhaupt



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



Im Unterhaupt wird die Stahlbetonsohle im Bereich der Torgrube mit einer Dicke von 1,20m hergestellt und außerhalb der Torgrube mit 1,60m. Die Stahlbetonsohle wird auf einer Unterwasserbetonsohle (d = 3,00m) mit entsprechender Ausgleichsschicht gegründet. Die Unterwasserbetonsohle wird aus einem Beton C25/30, X0 hergestellt. Die Ausgleichsschicht wird aus einem Magerbeton C12/15, X0 eingebaut. Anschließend erfolgt der Aufbau der Stahlbetonelemente. Die Stahlbetonsohle wird aus einem C25/30, XC1, XM1, WF. Die maximale Betonoberkante für die Sohle liegt bei +29,60m. Darauf werden die Hauptwände betoniert. Die Wände werden aus einem Beton C30/37, XC4, XF3, XM1, WF in 3 Abschnitten hergestellt. Der erste Betonierabschnitt erfolgt bis zur Oberkante Nadellehnenwand bei +32,65m NHN. Danach kommt der zweite Betonierabschnitt bis +34,70m NHN. Der dritte Betonierabschnitt befindet sich im Bereich der Brückenwiderlager und geht bis +35,03m NHN. Zum Abschluss wird die Planie bis +34,90m NHN im Hauptbereich bzw. bis +35,73m NHN am Brückenwiderlager aus einem C30/37 LP, XC4, XD3, XF4, XM1, WF betoniert.

Die Wände im Unterhaupt werden als Betonmassivbauwerk mit einer Mindestdicke von 3,29m hergestellt (Bereich des Tores). Im Bereich der Brückenwiderlager beträgt die Breite 3,94m. Die Werte gelten ab Spundwandachse des Baugrubenkastens. In Fließrichtung hat das Widerlager eine Breite von 3,80m. Die Widerlager werden zur Auflage der Radbrücke 0,50m in Nutzungsrichtung ausgespart. Die Brücke wird später so gelagert, dass die jederzeit aushebbar bleibt.

BAUTEIL: Stahlbetonbemessung Index A

BLOCK: Genehmigungsplanung

SEITE: 5 A

ARCHIV-NR:

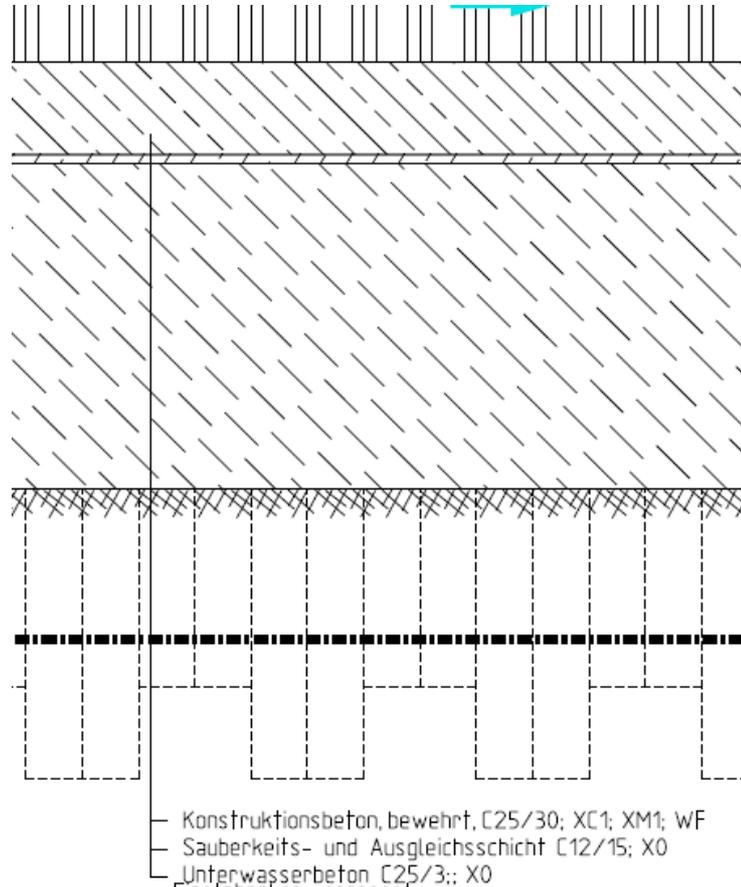
VORGANG: Genehmigungsstatik

4081

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	08.06.18

Die Bewehrungen werden aus Bewehrungsstahl B500 hergestellt. Der zugehörige Stabdurchmesser und Stababstand ergibt sich in der folgenden Bemessung.

### Schleusenkammersohle



Die Schleusenkammersohle befindet sich bei +29,60m NHN und ist 1,00m dick. Die Stahlbetonsole befindet sich auf einer Unterwasserbetonsole welche 3,60m dick ist. Die Oberfläche der Unterwasserbetonsole wird vor dem Einbau der Stahlbetonsole mit einer Sauberkeitsschicht ausgeglichen.

Der Unterwasserbeton wird als C25/30, X0 eingebaut. Die anschließende Sauberkeitsschicht wird aus einem Magerbeton C12/15, X0 hergestellt. Als Abschluss wird die Stahlbetonsole als C25/30, XC1, XM1, WF eingebaut. Für die Bewehrung wird ein Bewehrungsstahl B500 genutzt. Der zugehörige Stabdurchmesser und Stababstand ergibt sich in der folgenden Bemessung.

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

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	08.06.18

## 2 STAHLBETONBEMESSUNG SOHLEN UND HÄUPTER

### 2.1 RISSBEMESSUNG

#### 2.1.1 Berechnungsansatz allgemein

Die Bemessung der Rissbreiten beschränkenden Bewehrung erfolgt auf Grundlage des BAW Merkblatt für frühen Zwang in massiven Wasserbauwerken (MFZ). Demnach berechnet sich die Mindestbewehrung  $a_{s,erf}$  wie folgt:

$$a_{s,erf} = \sqrt{\frac{d_s \cdot d_1^2 \cdot b^2 \cdot f_{ctm}}{w \cdot E_s}} \cdot (0,69 + 0,34 \cdot n) \quad [\text{Stb 1}]$$

$d_s$  = Durchmesser der Bewehrung in mm

$d_1$  = Randabstand der Bewehrung in cm

$$d_1 = c_{nom} + (d_s / 2) \quad [\text{Stb 2}]$$

$b$  = Bauteil Breite (maximal Bezug auf 1,00m) in cm

$f_{ctm}$  = Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit in N/mm<sup>2</sup>

$w$  = Beschränkung der Rissbreite in mm

$E_s$  = E-Modul der Bewehrung (i.d.R. = 200.000 N/mm<sup>2</sup>)

**Für zentrischen Zwang gilt:**

$n$  = Anzahl der Sekundärrisse

$$n \geq 1,1 \cdot \left( \frac{\Delta T \cdot \alpha_T \cdot l_{cr}}{w} - 1 \right) \quad [\text{Stb 3}]$$

Gemäß ZTV-W 215 mit  $\alpha_T = 10^{-5}$  und  $w = 0,25\text{mm}$  vereinfacht sich [Stb 3] zu

$$n \geq 0,044 \cdot \Delta T_N \cdot l_{cr,w} - 1,1 \quad [\text{Stb 4}]$$

$l_{cr,w}$  = Knicklänge in m, hier bezogen auf die Bauwerkshöhe

$$l_{cr,w} \leq 1,2 \cdot h \quad (\text{dabei ist } h \text{ die Höhe einzelner Betonierabschnitte in m})$$

$\Delta T_N$  = äquivalente Temperaturdifferenz in K

$$\Delta T_N = k_0^N \cdot k_{FK}^N \cdot k_{JZ}^N \cdot \Delta T_{adiab.7d} \quad [\text{Stb 5}]$$

$k_0^N$  = Basisfaktor zur Ermittlung der äquivalenten Temperaturdifferenz

$$k_0^N = 0,7 - 0,2 / h^{0,3} \leq 0,55 \quad [\text{Stb 6}]$$

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

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	08.06.18

$k_{FK}^N$  = Faktor zur Berücksichtigung der Betonfestigkeitsklasse

$k_{JZ}^N$  = Faktor zur Berücksichtigung des Betonagezeitpunkts

$\Delta T_{adiab.7d}$  = adiabatische Temperaturerhöhung nach 7 Tagen

**Tabelle 2.2: Anforderungen an Beton für massive Bauteile (kleinste Bauteilabmessung  $\geq 0,80$  m)**

1	2	3	4	5
Beton mit Expositionsklassen	Beispiel (informativ)	$\Delta T_{qadiab,7d}$ <sup>1)</sup>	max. Bauteiltemperatur	$f_{cm,cube,28d}$ <sup>2)</sup>
	---	K	°C	N/mm <sup>2</sup>
XC1 / XC2	Schleusensohle	$\leq 28$ (33)	$\leq 53$	$\leq 41$
XC1 / XC2 + XA1	Schleusensohle in chemisch schwach angreifender Umgebung	$\leq 31$ (36)	$\leq 56$	$\leq 43$
XC1 / XC2 + XA2 (+XS2)	Schleusensohle in chemisch mäßig angreifender Umgebung und Meerwasserbauwerke	$\leq 36$ (41)	$\leq 61$	$\leq 46$
XC 1...4 + XF3 (+ XM1)	Schleusenkammerwand zwischen UW und OW	$\leq 36$ (41)	$\leq 61$	$\leq 46$
XC 1...4 + XF4 + XS3 + XA2 (+ XM1)	Vertikale Flächen im Wasserwechselbereich von Meerwasser	$\leq 40$ (45)	$\leq 65$	$\leq 49$

<sup>1)</sup> Bei Frischbetontemperaturen  $\leq 15$  °C dürfen die in Klammern gesetzten Werte verwendet werden.  
<sup>2)</sup> Hinsichtlich der Zulässigkeit eines von 28d abweichenden Zeitpunktes für den Nachweis der Festigkeitsklasse siehe Abschnitt 5.5 der DIN EN 206-1. Allerdings ist auch für einen von 28 Tagen abweichenden Zeitpunkt des Nachweises der Festigkeitsklasse die Einhaltung von  $f_{cm,cube,28d}$  nachzuweisen.

Tabelle 1: Tabelle 2.2 aus der ZTV-W 215

**Für Biegezwang gilt (Platten = Sohle):**

n = Anzahl der Sekundärrisse

Gemäß ZTV-W 215 mit  $\alpha_T = 10^{-5}$  und  $w = 0,25$ mm vereinfacht sich [Stb 3] zu

$$n \geq 0,044 * \Delta T_M * l_{cr,Pl} - 1,1 \quad \text{[Stb 8]}$$

$l_{cr,Pl}$  = kritische Länge in m, hier bezogen auf die Bauwerkshöhe

$$l_{cr,Pl} = \sqrt{\frac{f_{ctm} * h}{3 * \gamma}}$$

$\Delta T_{M1}$  = äquivalente Temperaturdifferenz in K für Biegezwang

BAUTEIL:	Stahlbetonbemessung Index A	SEITE: 8 A	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	08.06.18

$$\Delta T_{M1} = k_0^M * k_{FK}^M * k_{JZ}^M * \Delta T_{adiab.7d} \quad [\text{Stb 9}]$$

$k_0^M$  = Basisfaktor zur Ermittlung der äquivalenten Temperaturdifferenz

$$k_0^M = 0,07 + h * 0,1 \leq 0,37 \quad [\text{Stb 10}]$$

$k_{FK}^M$  = Faktor zur Berücksichtigung der Betonfestigkeitsklasse

$k_{JZ}^M$  = Faktor zur Berücksichtigung des Betonagezeitpunkts

$\Delta T_{adiab.7d}$  = adiabatische Temperaturerhöhung nach 7 Tagen

## 2.1.2 Kammersohle

Die Kammersohle wird aus einem bewehrten Beton C25/30, XC1, XM1, WF hergestellt. Die Sohle ist durchgängig 1,00m dick. Folgende Eingangswerte ergeben sich somit für die Berechnung:

$c_{nom} = 60 \text{ mm}$	$E_s = 200.000 \text{ N/mm}^2$
$f_{ctm} = 2,6 \text{ N/mm}^2$	$\Delta T_{adiab,7d} = 31 \text{ K}$
$w = 0,25 \text{ mm}$	$h = 1,00 \text{ m}$

Nach Gleichung [Stb 1] und dem Einsetzen der entsprechenden Werte ergibt sich folgendes Ergebnis. Maßgebend ist für die Sohle (Platte) die Bemessung des Biegezwang unter Verwendung der Gleichungen [Stb 8 -10].

$$l_{cr,Pl} = 5,89 \text{ m}$$

$$\Delta T_{M1} = 5,53 \text{ K}$$

$$n \geq 0,33$$

$$d_s = 20 \text{ mm}$$

$$a_{s,erf} = 20,23 \text{ cm}^2/\text{m}$$

## 2.1.3 Häuptersohle

Die Sohle der Häupter wird wie die Kammersohle aus einem bewehrten Beton C25/30, XC1, XM1, WF hergestellt. Die Sohle ist an der dünnsten Stelle (Torgrube) 1,20m dick. Ansonsten ist die Sohle in den Häuptionen 1,60m dick. Somit ergeben sich folgende Eingangswerte für die Berechnung:

$c_{nom} = 60 \text{ mm}$	$E_s = 200.000 \text{ N/mm}^2$
$f_{ctm} = 2,6 \text{ N/mm}^2$	$\Delta T_{adiab,7d} = 31 \text{ K}$
$w = 0,25 \text{ mm}$	$h = 1,20 \text{ m} / 1,60 \text{ m}$

BAUTEIL:	Stahlbetonbemessung Index A	SEITE: 9 A	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	08.06.18

Nach Gleichung [Stb 1] und dem Einsetzen der entsprechenden Werte ergibt sich folgendes Ergebnis. Maßgebend ist für die Sohle (Platte) die Bemessung des Biegezwang unter Verwendung der Gleichungen [Stb 8 -10]. Die maßgebende Sohldicke ist  $h = 1,60\text{m}$ .

$$l_{cr,Pl} = 7,45 \text{ m}$$

$$\Delta T_{M1} = 7,49 \text{ K}$$

$$n \geq 1,35$$

$$d_s = 25 \text{ mm}$$

$$a_{s,erf} = 28,03 \text{ cm}^2/\text{m}$$

### 2.1.4 Wand Oberhaupt

Die Wand im Oberhaupt wird aus einem bewehrten Beton C30/37, XC4, XF3, XM1, WF hergestellt. Die maximale Höhe der Wand beträgt 5,70m von OK Stahlbetonsohle (Torgrube) bis OK Haupt. Neben den Wänden im Oberhaupt gibt es noch den Drempe. Dieser ist 2,30m hoch. Hinzu kommt noch die Tiefe der Torgrube, so dass das Maß für den ersten Betonierabschnitt  $h_1 = 2,70\text{m}$  ist. Das obere Planie wird aus einem C30/37, LP, XC4, XD3, XF4, XM1, WF hergestellt und ist somit ein eigener Betonierabschnitt. Die maximale Planiedicke beträgt 0,20m. Der zweite Betonierabschnitt ist somit 2,80m hoch. Das Oberhaupt wird in drei Betonierabschnitten hergestellt mit einer maximalen Höhe  $h_2 = 2,80\text{m}$ .

Somit ergeben sich für die Bemessung der Bewehrung folgende Eingangswerte:

$$c_{nom} = 60 \text{ mm} \quad E_s = 200.000 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ N/mm}^2 \quad \Delta T_{adiab,7d} = 36 \text{ K}$$

$$w = 0,25 \text{ mm} \quad h = 2,80 \text{ m}$$

Nach Gleichung [Stb 1] und dem Einsetzen der entsprechenden Werte ergibt sich folgendes Ergebnis. Maßgebend ist für die Wände die Bemessung des zentrischen Zwangs unter Verwendung der Gleichungen [Stb 4-6]. Die maßgebende Betonierhöhe ist  $h = 2,80\text{m}$ .

$$l_{cr,w} = 3,24 \text{ m}$$

$$\Delta T_N = 19,86 \text{ K}$$

$$n \geq 1,73$$

$$d_s = 25 \text{ mm}$$

$$a_{s,erf} = 31,68 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Nach Gleichung [Stb 1] und dem Einsetzen der entsprechenden Werte ergibt sich folgendes Ergebnis. Maßgebend ist für das Planie (Platte) die Bemessung des Biegezwang unter Verwendung der Gleichungen [Stb 8 -10]. Die maßgebende Planiedicke ist  $h = 0,20\text{m}$ .

$$l_{cr,Pl} = 2,78 \text{ m}$$

$$\Delta T_{M1} = 3,4 \text{ K}$$

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

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	08.06.18

$$n \geq -0,68$$

$$d_s = 16 \text{ mm}$$

$$a_{s,erf} = 14,01 \text{ cm}^2/\text{m}$$

## 2.1.5 Wand Unterhaupt

Die Wand im Unterhaupt wird aus einem bewehrten Beton C30/37, XC4, XF3, XM1, WF hergestellt. Die maximale Höhe der Wand beträgt 6,55m von OK Stahlbetonsohle bis OK Haupt (Brücke). Im Unterhaupt gibt es 2 verschiedene Planieebenen. Zum einen das Hauptplanie im Bereich des Schleusentores bei +34,90m NHN und das Brückenplanie bei +35,73m NHN. Die Planieebenen werden aus einem C30/37, LP, XC4, XD3, XF4, XM1, WF hergestellt und sind somit eigene Betonierabschnitte. Der erste Betonierabschnitt geht +29,20m NHN bis +32,65m NHN ( $h_1 = 3,45\text{m}$ ). Der zweite Betonierabschnitt geht von +32,65m NHN bis +34,70m NHN ( $h_2 = 2,05\text{m}$ ). Der dritte Betonierabschnitt geht von +34,70m NHN bis 35,00m NHN ( $h_3 = 0,30\text{m}$ ). Anschließend werden die beiden Planieebenen mit einer maximal Dicke von  $h_4 = 0,73\text{m}$  hergestellt. Somit ist die Höhe  $h_1 = 3,45\text{m}$  die maßgebende Höhe für die Bemessung.

Somit ergeben sich für die Bemessung der Bewehrung folgende Eingangswerte:

$$c_{nom} = 60 \text{ mm}$$

$$E_s = 200.000 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\Delta T_{adiab,7d} = 36 \text{ K}$$

$$w = 0,25 \text{ mm}$$

$$h = 3,45 \text{ m}$$

Nach Gleichung [Stb 1] und dem Einsetzen der entsprechenden Werte ergibt sich folgendes Ergebnis. Maßgebend ist für die Wände die Bemessung des zentrischen Zwangs unter Verwendung der Gleichungen [Stb 4-6]. Die maßgebende Betonierhöhe ist  $h = 3,45\text{m}$ .

$$l_{cr,w} = 4,14 \text{ m}$$

$$\Delta T_N = 20,23 \text{ K}$$

$$n \geq 2,59$$

$$d_s = 25 \text{ mm}$$

$$a_{s,erf} = 34,58 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Nach Gleichung [Stb 1] und dem Einsetzen der entsprechenden Werte ergibt sich folgendes Ergebnis. Maßgebend ist für das Planie (Platte) die Bemessung des Biegezwang unter Verwendung der Gleichungen [Stb 8 -10]. Die maßgebende Planiedicke ist  $h = 0,20\text{m}$  für das Hauptplanie und  $h = 0,73\text{m}$  für das Brückenplanie.

### Hauptplanie

$$l_{cr,Pl} = 2,78 \text{ m}$$

$$\Delta T_{M1} = 3,4 \text{ K}$$

$$n \geq -0,68$$

### Brückenplanie

$$l_{cr,Pl} = 5,31 \text{ m}$$

$$\Delta T_{M1} = 5,41 \text{ K}$$

$$n \geq 0,16$$

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

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	08.06.18

$$d_s = 16 \text{ mm}$$

$$d_s = 20 \text{ mm}$$

$$a_{s,erf} = 14,01 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a_{s,erf} = 20,59 \text{ cm}^2/\text{m}$$

## 2.2 BIEGEBEMESSUNG HÄUPTER

Die Häupter werden als massiver U-Rahmen hergestellt. Die senkrechten Wände ab +29,60m NHN werden aus Beton C30/37 hergestellt. Für die Biegebemessung wird die umlaufende Spundwand vernachlässigt. Die Breite der Wände Häupter wird an Innenkante Spundwand angenommen. Die minimale Breite der Häupter besteht im Bereich des Schleusentores (Tornischen). Die Wandstärke beträgt hier  $3,30\text{m} - (600\text{mm} / 2) = 3,00\text{m}$ . Die Stahlbetonsole besteht aus einem C25/30. Sie weist somit eine geringe Festigkeit als die Häupterwände auf. Für die Biegebemessung wird somit ein Beton C25/30 nachgewiesen. Für die Biegebemessung wird die volle Höhe der Wand von OK Haupt +34,90m NHN bis UK Stahlbetonsole +28,90m NHN herangezogen. Somit wird für den Grad der Bewehrung ein höheres Maß an Sicherheit gewählt. Die verwendete Höhe für die Bemessung des einwirkenden Momentes aus Querkräften beträgt  $34,90\text{m} - 28,00\text{m} = 6,90\text{m}$ .

$$h_e = 6,90 \text{ m}$$

$$d_{\text{gesamt}} = 3,00\text{m}$$

Die einwirkenden Querkräfte ergeben sich aus Erdlasten, Verkehrslasten und Wasserdruck aus Grundwasserständen. Die Bemessung erfolgt für die Häupter mit folgenden Baugrundprofilen und Wasserständen.

Oberhaupt:

rechtes Ufer -> Baugrundprofil B 1/09, Grundwasserstand bei +33,93m NHN (MW)

linkes Ufer -> Baugrundprofil RKS 7/09, Grundwasserstand bei +33,93m NHN (MW)

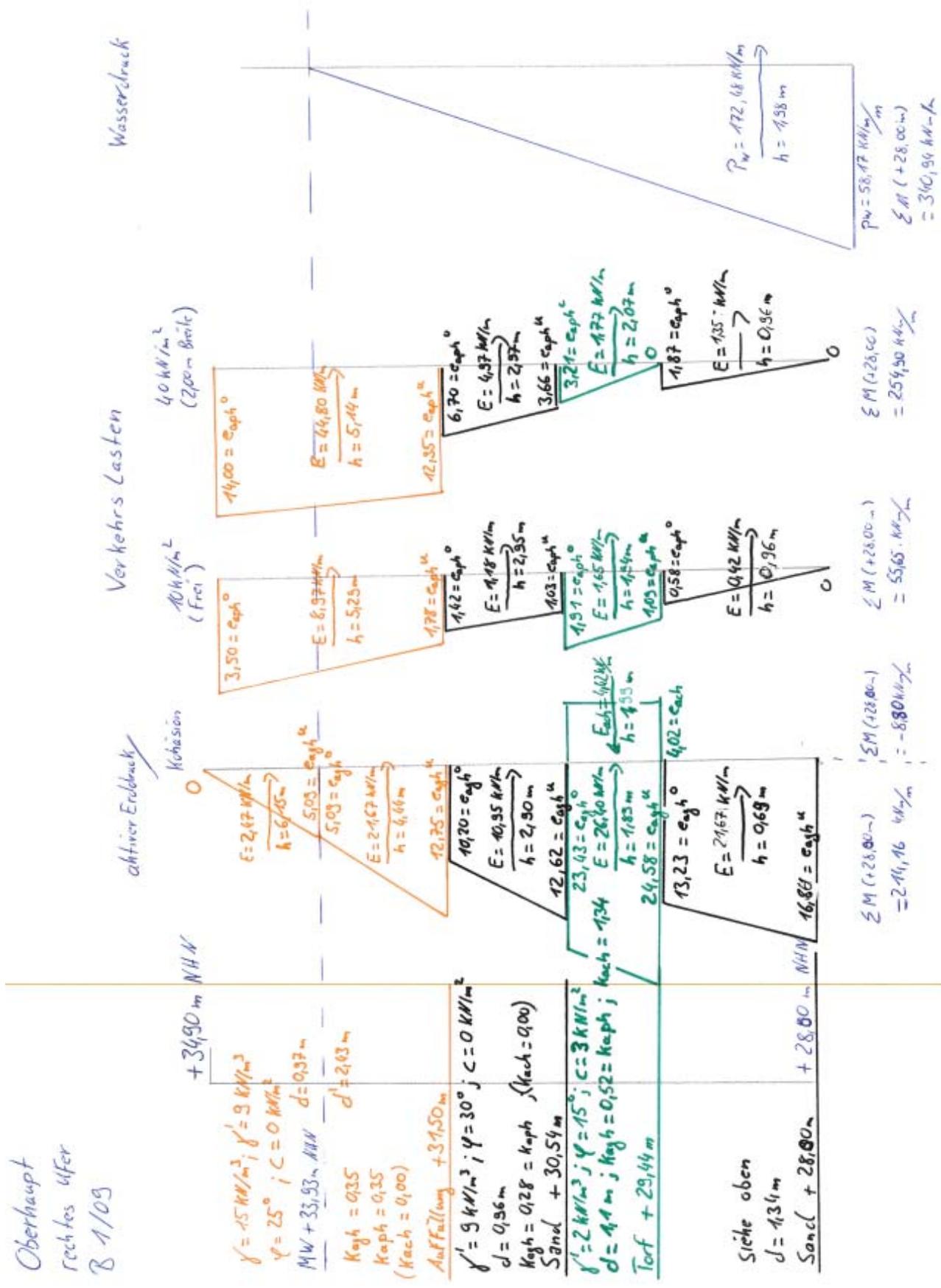
Unterhaupt:

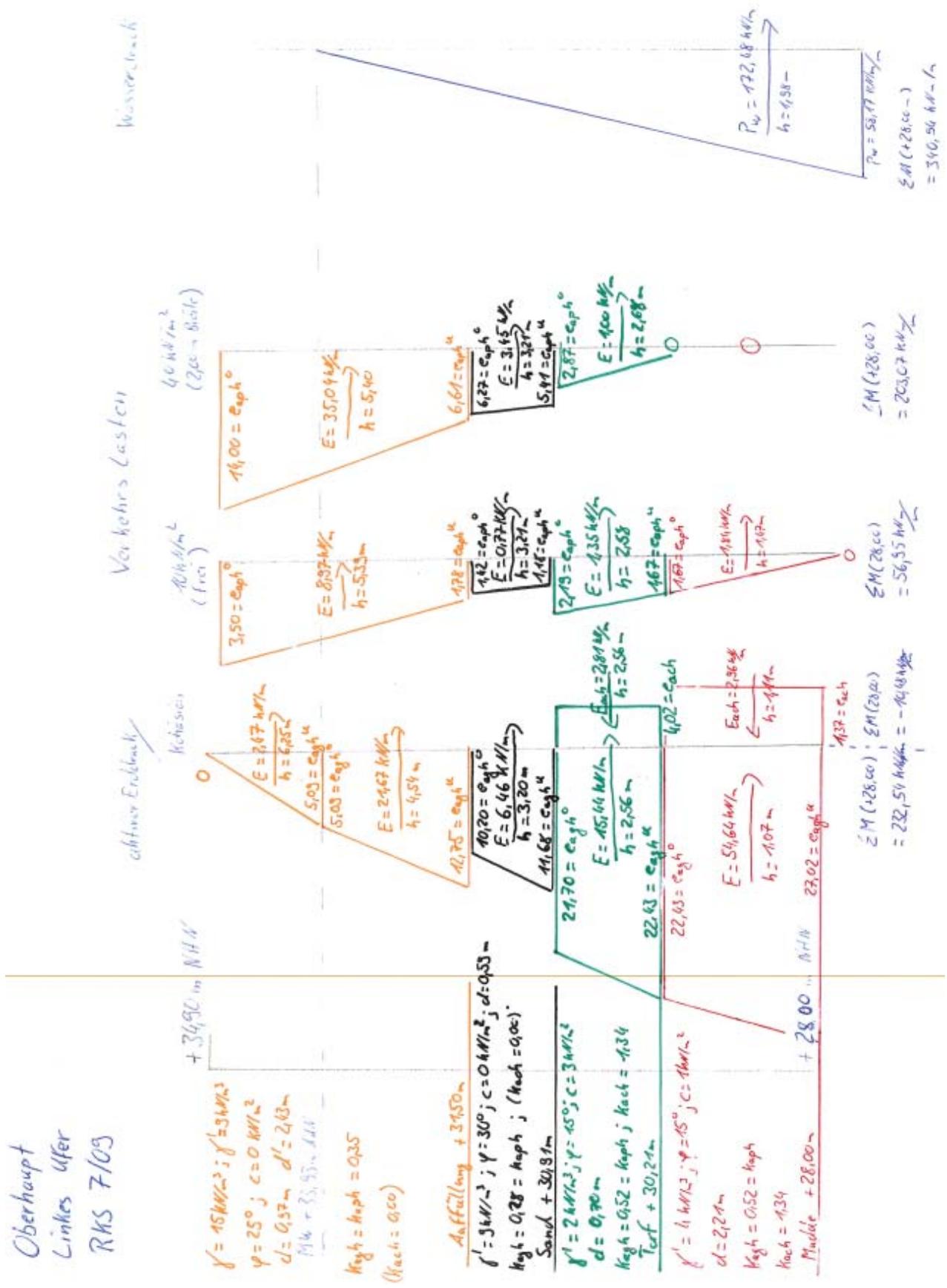
rechtes Ufer -> Baugrundprofil RKS 6/12, Grundwasserstand bei +31,53m NHN (MW)

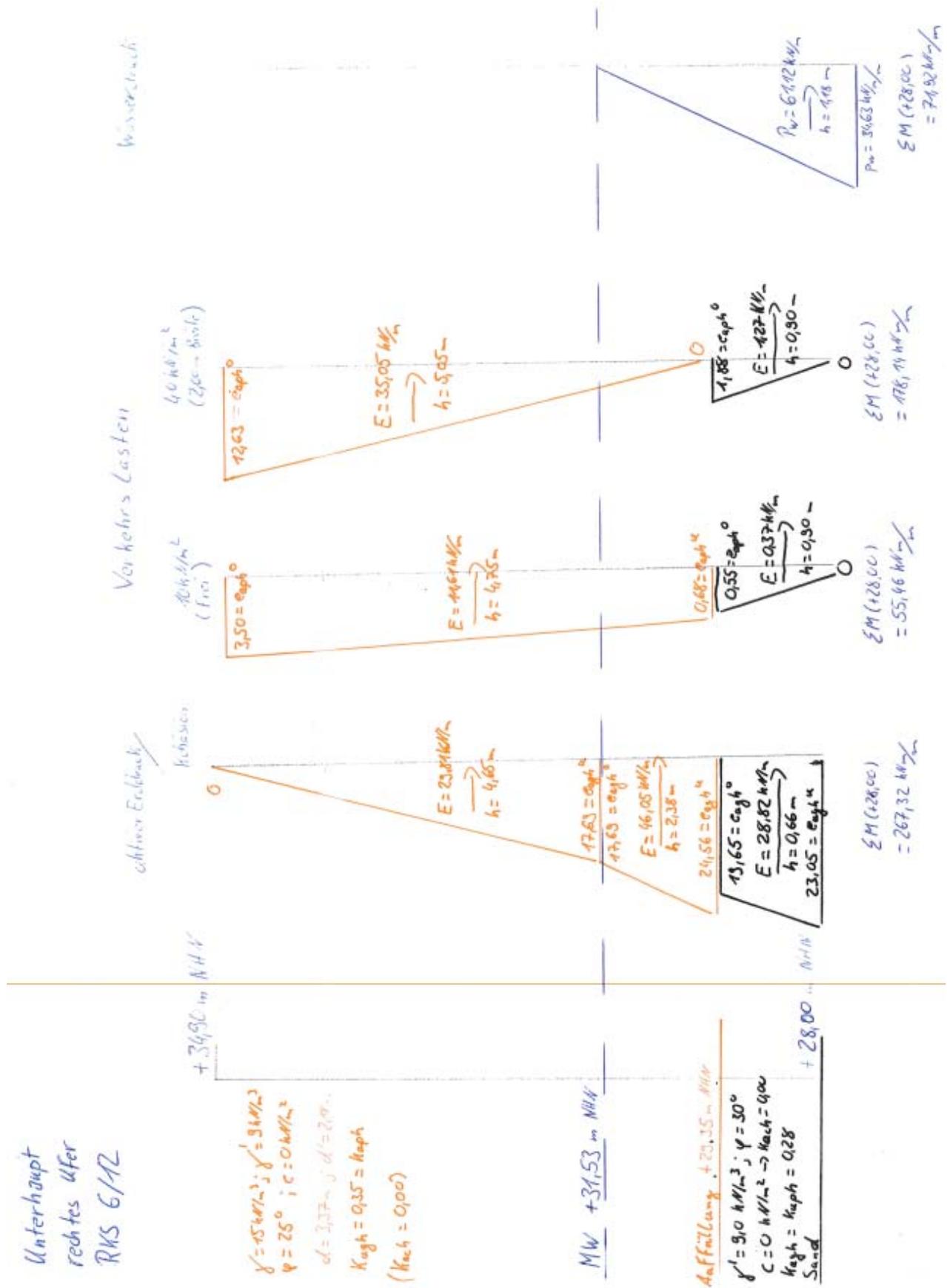
linkes Ufer -> Baugrundprofil RKS 4/12, Grundwasserstand bei +31,53m NHN (MW)

Für den Baugrund ist zu beachten, dass nach dem Rückbau der alten Schleuse der obere Teil wieder verfüllt wird. Der Aushub für den Rückbau erfolgt bis +31,50m NHN. Bis dorthin gelten für die Bemessung die Bodenkennwerte für die Auffüllung. Unter +31,50m NHN stehen die gewachsenen Böden an. Die Bodenschichtung inklusive der Beiwerte findet sich auf den folgenden Seiten. Ebenfalls enthalten sind die ermittelten Kennwerte der einwirkenden Lasten. Die Summe der Momente (Einwirkende Kräfte) wird für +28,00m NHN und somit UK Stahlbetonsole ermittelt. Somit ergibt sich in der Bemessung ein höherer Bewehrungsgrad als nötig.

BAUTEIL:	Stahlbetonbemessung Index A		ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung	SEITE: 12 A	
VORGANG:	Genehmigungsstatik		4081









VERFASSTER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	08.06.18

Somit ergeben sich für die Biegebemessung folgende Momente um den Punkt von +28,00m NHN = Stahlbeton Unterkante.

	Oberhaupt		Unterhaupt	
	rechtes Ufer	linkes Ufer	rechtes Ufer	linkes Ufer
Erdlast aktiv	214,16	232,54	267,32	277,74
Erdlast Verkehr (10kN/m <sup>2</sup> )	55,65	56,95	55,46	55,65
Erdlast Verkehr (40kN/m <sup>2</sup> )	254,9	203,07	178,14	175,73
Erdlast Kohäsion	-8,8	-10,48	0	-2,21
Wasserdruck	340,94		71,92	

Daraus ergibt sich die Summe der Momente A (mit Verkehr 10,0 kN/m<sup>2</sup>) und Summe der Momente B (mit Verkehr 40,0 kN/m<sup>2</sup>).

#### Oberhaupt:

rechtes Ufer =  $\Sigma M(A) = 601,95 \text{ kNm/m}$       und       $\Sigma M(B) = 801,20 \text{ kNm/m}$

linkes Ufer =  $\Sigma M(A) = 619,95 \text{ kNm/m}$       und       $\Sigma M(B) = 766,07 \text{ kNm/m}$

#### Unterhaupt:

rechtes Ufer =  $\Sigma M(A) = 394,70 \text{ kNm/m}$       und       $\Sigma M(B) = 517,38 \text{ kNm/m}$

linkes Ufer =  $\Sigma M(A) = 403,10 \text{ kNm/m}$       und       $\Sigma M(B) = 523,18 \text{ kNm/m}$

Somit gilt als maßgebende Einwirkung am Oberhaupt die Summe der Momente (B) am rechten Ufer und im Unterhaupt die Summe der Momente (B) am linken Ufer.

maßgebende einwirkende Momente:

$$\text{Oberhaupt} = M_{\text{Oberhaupt}} = 801,20 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Unterhaupt} = M_{\text{Unterhaupt}} = 523,18 \text{ kNm/m}$$

mit Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma = 1,50$ :

$$M_{\text{Oberhaupt,d}} = 1201,80 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\text{Unterhaupt,d}} = 784,77 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_d/1000}{b_w * d^2 * f_{cd}}$$

mit:

$$f_{cd} \text{ (C25/30)} = 14,17 \text{ N/mm}^2$$

$$d = d_{\text{gesamt}} - 2 * c_{\text{nom}} = 2,88\text{m}$$

BAUTEIL:	Stahlbetonbemessung Index A	SEITE: 17 A	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	08.06.18

$b_w = 1,00\text{m}$  (Bemessung für 1,00m breiten Streifen)

$$\mu_{Eds,Oberhaupt} = \frac{1201,80 \frac{kNm}{m} / 1000}{1,00\text{m} * 2,88\text{m}^2 * 14,17 \text{ MN/m}^2}$$

$$\underline{\mu_{Eds, Oberhaupt} = 0,010}$$

$$\mu_{Eds,Unterhaupt} = \frac{784,77 \frac{kNm}{m} / 1000}{1,00\text{m} * 2,88\text{m}^2 * 14,17 \text{ MN/m}^2}$$

$$\underline{\mu_{Eds, Oberhaupt} = 0,007}$$

Gemäß Schneider Bautabellen Kapitel 5E (Bemessungs- und Konstruktionstabeln nach EC2) Tafel 2a, ergeben sich folgende Werte.

$$\mu_{Eds, Oberhaupt} = 0,010$$

$$\omega_{Oberhaupt} = 0,0101$$

$$\sigma_{sd, Oberhaupt} = 457 \text{ N/mm}^2$$

$$\mu_{Eds, Unterhaupt} = 0,007$$

$$\omega_{Unterhaupt} = 0,007$$

$$\sigma_{sd, Unterhaupt} = 457 \text{ N/mm}^2$$

Bemessung der erforderlichen Biegezugbewehrung mit:

$$A_{st} = \frac{1}{\sigma_{sd}} * \left( \omega * b_w * d * f_{cd} + \frac{N_{Ed}}{1000} \right) * 10^4$$

Für die Normalkraft wird ein maximaler Lasteintrag von 10kN/m<sup>2</sup> für das Oberhaupt (nicht befahrbar) und 40 kN/m<sup>2</sup> für das Unterhaupt (teilweise befahrbar durch Brücke) berücksichtigt. Darin enthalten sind die Lasten aus Verkehr, Aufbauten und Brücke)

Wie schon für die Momente gilt auch die Normalkraft bezogen auf einen 1,00m breiten Streifen der Häupterwand. Somit ergibt sich:

BAUTEIL:	Stahlbetonbemessung Index A		ARCHIV-NR:  4081
BLOCK:	Genehmigungsplanung	SEITE: 18 A	
VORGANG:	Genehmigungsstatik		

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	08.06.18

$$N_{Ed,Oberhaupt} = 3,00m * 10,0kN/m^2 = 30,0 kN/m$$

$$N_{Ed,Unterhaupt} = 3,00m * 40,0kN/m^2 = 120,0 kN/m$$

Die erforderliche Biegezugbewehrung beträgt:

$$A_{sl,Oberha} = \frac{1}{457,0 N/mm^2} * \left( 0,0101 * 1,00m * 2,88m * 14,17 N/mm^2 + \frac{30,0 kN/m}{1000} \right) * 10^4$$

$$\underline{\underline{A_{sl,Oberhaupt} = 9,68cm^2/m}}$$

$$A_{sl,Unterha} = \frac{1}{457,0 N/mm^2} * \left( 0,007 * 1,00m * 2,88m * 14,17 N/mm^2 + \frac{120,0 kN/m}{1000} \right) * 10^4$$

$$\underline{\underline{A_{sl,Unterhaupt} = 8,88cm^2/m}}$$

Der Vergleich zur Rissweiten beschränkenden Bewehrung zeigt, dass der Grad der benötigten Biegebewehrung für das Ober- und Unterhaupt geringer ist.

Biegebewehrung < Rissbreiten beschränkende Bewehrung

Oberhaupt                      9,68 cm<sup>2</sup>/m < 31,21 cm<sup>2</sup>/m

Unterhaupt                    8,88 cm<sup>2</sup>/m < 34,58 cm<sup>2</sup>/m

Somit ist die maßgebende Bewehrung, die Rissbreiten beschränkende Bewehrung.

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

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A , 10407 Berlin	
BAUWERK:	Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal	08.06.18

## 2.3 ZUSAMMENFASSUNG DER BEWEHRUNGSERGEBNISSE

Bauteil Abschnitt	$A_{s,min}$ (cm <sup>2</sup> /m)	Stabdurchmes- ser (mm)	Stababstand (mm)	$A_{s,vor}$ (cm <sup>2</sup> /m)
Kammersohle	20,23	B 500 A, d = 20	150	20,94
Häuptersohle	28,03	B 500 A, d = 25	170	28,87
Wand Oberhaupt	31,21	B 500 A, d = 25	150	32,72
Planie Ober- haupt	14,01	B 500 A, d = 16	140	14,36
Wand Unter- haupt	34,58	B 500 A, d = 25	140	35,06
Planie Unter- haupt	14,01	B 500 A, d = 16	140	14,36
Planie Brücken- haupt	20,59	B 500 A, d = 20	150	20,94

### 2.3.1 Hinweise zur Bewehrungsführung

In den Bereichen der Einbauteile wird die Bewehrung ausgespart und ggf. Randbewehrung angeordnet. Dies gilt für Pumpensumpf, Auflager und Verankerung Prallplatten. Die Spundwandtäler werden über die gesamte Höhe nur horizontal ausbewehrt, die obere Decklage wird bis in die Täler hineingeführt. Die Verbindung zwischen Stahlbeton und Spundwand muss hergestellt werden. Dies kann über aufgeschweißte Bolzen oder einen Flachstahl erfolgen der in die horizontale Bewehrung eingebunden wird. Alle Übergreifungsstöße sind mit der vollen Übergreifungslänge von 250mm herzustellen. Sollten die Betonierabschnitte verändert werden, muss die Bewehrung neu berechnet werden.

BAUTEIL:	Stahlbetonbemessung Index A	SEITE: 20 A	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	08.06.18

### 3 QUELLENANGABEN

#### 3.1 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
- [5] **EC 2** Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken  
**EC 7** Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik
- [6] **Schneider Bautabellen**; Bautabellen für Ingenieure, 21. Auflage, Verlag Schneider

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