

VERFASSER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	 Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH <small>- Beratende Ingenieure, VBI -</small>
PROGRAMM:	VCmaster (R) 2016.02	
BAUWERK:	Schleuse Friedenthal - Oranienburg	12.10.2017

Wiederherstellung der Schleuse Friedenthal

- Genehmigungsplanung -

Hydraulische Berechnung
 - Ermittlung der Füll- und Entleerungszeit-

- Dieses Dokument umfasst 18 Seiten. -

Aufstellvermerk:

Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH
 Storkower Straße 99A
 10407 Berlin

.....
Dipl. Ing. Hendrik Schubert

BAUTEIL:	Schleusenbauwerk	Seite: 1	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung		4081
VORGANG:	Hydraulische Berechnung Kammerfüllung /-entleerung		

VERFASSTER:	PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	 Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH <small>- Beratende Ingenieure, VBI -</small>
PROGRAMM:	VCmaster (R) 2016.02	
BAUWERK:	Schleuse Friedenthal - Oranienburg	12.10.2017

Unterlagenverzeichnis

/Unterlage 1/Wasserbau-Praxis; 3. Auflage; 2010

/Unterlage 2/Wasserbau - Grundlagen, Gestaltung von wasserbaulichen Bauwerken und Anlagen; 7. Auflage, 2011

/Unterlage 3/Binnenverkehrswasserbau - Schleusenanlagen; 2012

/Unterlage 4/Planungsstand Entwurfsplanung, PTW GmbH, 02/2017

/Unterlage 5/Hydrologische Daten - Hauptwerte der Wasserstände, WSA Eberswalde

BAUTEIL:	Schleusenbauwerk	Seite: 2	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung		4081
VORGANG:	Hydraulische Berechnung Kammerfüllung /-entleerung		

VERFASSER: PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	 Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH - Beratende Ingenieure, VBI -
PROGRAMM: VCmaster (R) 2016.02	
BAUWERK: Schleuse Friedenthal - Oranienburg	12.10.2017

Inhalt

<u>Unterlagenverzeichnis</u>	2
<u>Inhalt</u>	3
<u>1. Vorbemerkungen</u>	4
<u>2. Grundlagen</u>	5
2.1 Wasserstände	5
2.2 Schleusenparameter	5
2.3 Parameter Füllverschluss	6
<u>3. Hydraulische Berechnung des Füllvorgangs</u>	7
3.1 Wasserspiegelgefälle in der Schleusenkammer	11
3.2 Wasserspiegelabsink im Oberhafen	13
<u>4. Hydraulische Berechnung der Kammerleerung</u>	14
4.1 Wasserspiegelgefälle in der Schleusenkammer	17
4.2 Schwallbelastung im Unterhafen	18
<u>5. Wasserbilanz</u>	18

BAUTEIL:	Schleusenbauwerk		ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung	Seite: 3	4081
VORGANG:	Hydraulische Berechnung Kammerfüllung /-entleerung		

VERFASSER: PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	 Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH <small>- Beratende Ingenieure, VBI -</small>
PROGRAMM: VCmaster (R) 2016.02	
BAUWERK: Schleuse Friedenthal - Oranienburg	12.10.2017

1. Vorbemerkungen

Die im folgenden hydraulischen Betrachtungen betreffen den Füll- und Entleerungsvorgang der Schleusenkammer in den normalen Betriebszuständen. Als Füllorgang dienen zwei im Stemmtor der Häupter angeordnete Füllschütze. Die Verschlusssteuerung erfolgt elektronisch mittels Stellmotoren.

Im Rahmen der Modellrechnung wurden Annahmen getroffen (Ausflussbeiwerte, Hubgeschwindigkeiten Schütze etc.), die auf Erfahrungen im Umgang mit vergleichbaren Anlagen basieren. Die tatsächlichen Gegebenheiten vor Ort können daher geringfügig von den Ergebnissen der Berechnung abweichen. Ggf. sind die Eingangswerte im Probebetrieb der Schleuse zu validieren.

Die Schützöffnung ist in allen Betriebszuständen vollständig überstaut.

BAUTEIL:	Schleusenbauwerk	Seite: 4	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung		4081
VORGANG:	Hydraulische Berechnung Kammerfüllung /-entleerung		

2. Grundlagen

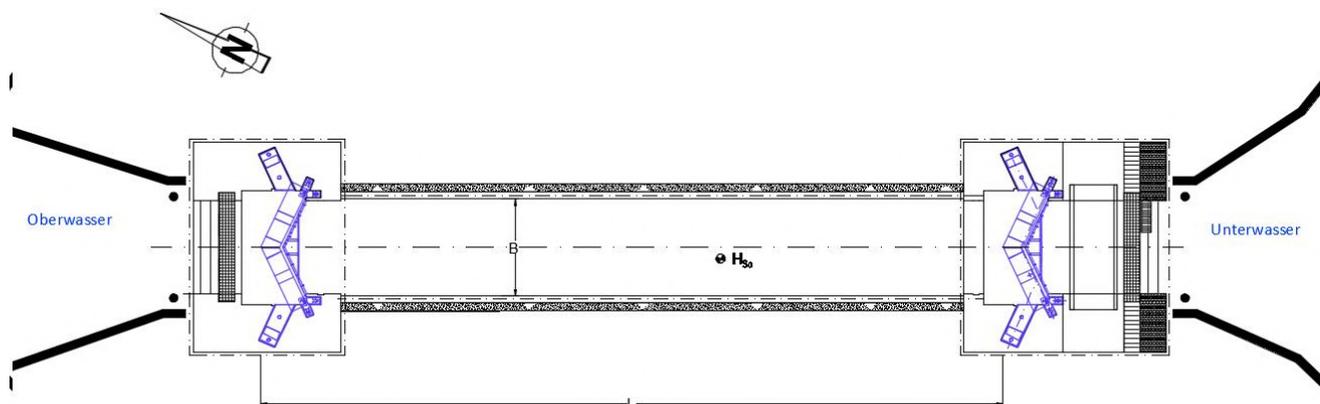
2.1 Wasserstände

- Hydrologische Verhältnisse

Bezeichnung	Oberwasser <i>Sachsenhausen UP</i> <i>(OrK km 29,8)</i>	Unterswasser <i>OHv km 3,014</i>
NW	33,54	31,22
MNW	33,68	31,30
NoSt	33,94	31,30
MW	33,93	31,53
MHW	34,11	31,98
HW	34,19	32,31
HHW	34,24	32,31

2.2 Schleusenparameter

- Definitionsskizze



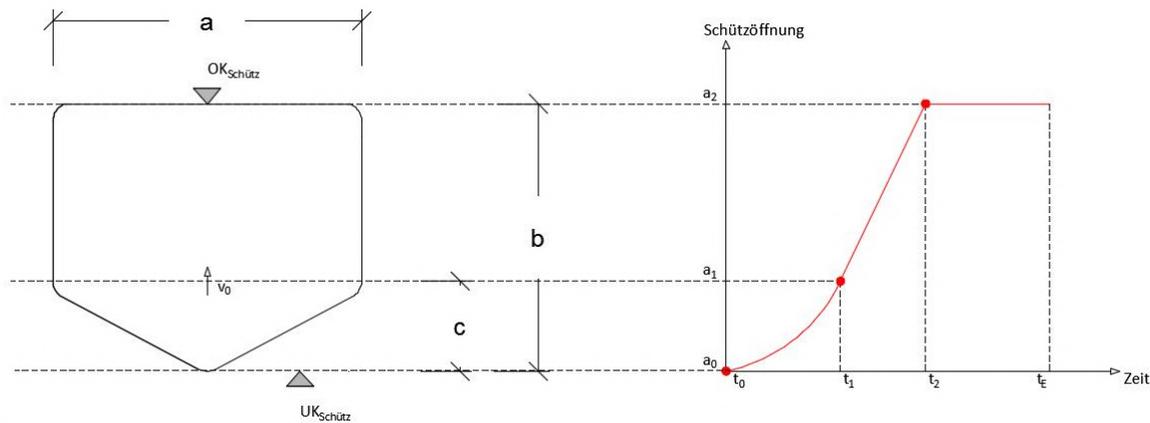
BAUTEIL:	Schleusenbauwerk	Seite: 5	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung		4081
VORGANG:	Hydraulische Berechnung Kammerfüllung /-entleerung		

- Hauptabmessungen

Kammerlänge zw. Toren L =	47,00 m
Lichte Kammerbreite B =	6,20 m
Kammersohle H_{KaSo} =	29,60 mNHN
Benetzte Kammergrundfläche A =	290,00 m ²

2.3 Parameter Füllverschluss

- Skizze



- lichte Abmessungen der Schützöffnung

a =	85,0 cm
b =	74,3 cm
c =	25,0 cm

- Kontstruktionsober- und -unterkanten der Schützöffnung

$UK_{Schütz} =$	29,80 mNHN
$OK_{Schütz} = UK_{Schütz} + b * 10^{-2} =$	30,54 mNHN

- angenommene Öffnungsgeschwindigkeit der Füllschützen

$v_0 = 0,50 \text{ cm/s}$

- Füllquerschnitte für 1 Schütz

$a_0 =$	0,000 m ²
$a_1 = 1/2 * a * c * 10^{-4} =$	0,106 m ²
$a_2 = a_1 + a * (b - c) * 10^{-4} =$	0,525 m ²

- charakteristische Zeitspannen

$t_0 =$	0,0 s
$t_1 = c / v_0 =$	50,0 s
$t_2 = b / v_0 =$	148,6 s

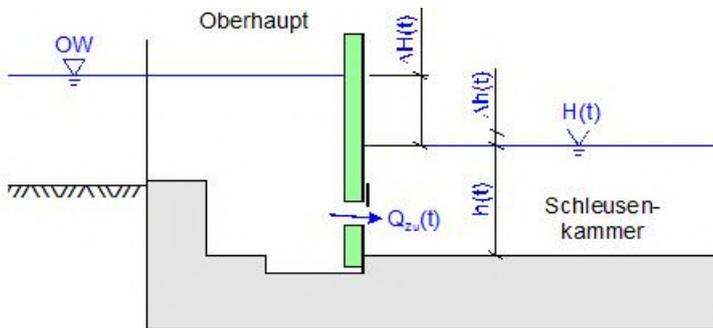
BAUTEIL:	Schleusenbauwerk	Seite: 6	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung		4081
VORGANG:	Hydraulische Berechnung Kammerfüllung /-entleerung		

VERFASSER: PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	 Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH - Beratende Ingenieure, VBI -
PROGRAMM: VCmaster (R) 2016.02	
BAUWERK: Schleuse Friedenthal - Oranienburg	12.10.2017

3. Hydraulische Berechnung des Füllvorgangs

Der Zufluss zur Kammer wird in Abhängigkeit von der Öffnungsweite der Schützen und dem steigenden Kammerwasserstand abschnittsweise mit Hilfe einer Tabellenkalkulation bestimmt. Der Oberwasserstand wird hierbei konstant angenommen.

- Systemskizze



Den Vorgang des Befüllens kann in zwei Phasen eingeteilt werden. In der ersten Phase wird das Schütz mit einer bestimmten Geschwindigkeit aufgezogen. Dabei vergrößert sich der Füllquerschnitt bei gleichzeitiger Zunahme der Füllhöhe des Wassers in der Schleusen-kammer. Die hydraulische Berechnung stützt sich auf die Kontinuitätsgleichung und die Ausflussgleichung nach Torricelli.

Der Zufluss in die Schleusen-kammer, während der Füllquerschnitt sich vergrößert, zu einem bestimmten Zeitpunkt kann ermittelt werden mit:

$$Q_t = \mu \cdot n \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot \sqrt{H} \cdot t - \frac{\mu^2 \cdot n^2 \cdot g}{2 \cdot A} \cdot t^3$$

mit:

n: sekundliche Freigabe des Füllquerschnitts [m²/s]

μ: Abflussbeiwert Befüllsystem [-] (0,5...0,8)

H: Füllhöhe in der Kammer [m]

A: Spiegelfläche in der Kammer [m²]

BAUTEIL:	Schleusenbauwerk	Seite: 7	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung		4081
VORGANG:	Hydraulische Berechnung Kammerfüllung /-entleerung		

VERFASSER: PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	 Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH - Beratende Ingenieure, VBI -
PROGRAMM: VCmaster (R) 2016.02	
BAUWERK: Schleuse Friedenthal - Oranienburg	12.10.2017

In der zweiten Phase des Füllvorgangs einer Schleusenammer bleibt der Füllquerschnitt bis zum Ende des Füllvorgangs in seiner maximalen Größe vorhanden. Das Potenzial nimmt jedoch mit steigendem Kammerwasserstand ab.

Die Berechnung der momentanen Zuflussmenge sieht wie folgt aus:

$$Q = \mu \cdot a_1 \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot \left[\sqrt{H_1} - \frac{\mu \cdot a_1 \cdot \sqrt{2 \cdot g}}{2 \cdot A} \cdot (t - t_1) \right]$$

mit:

a_1 : Füllquerschnitt bei komplett gezogenem Schütz [m²/s]

t_1 : Zeitdauer bis zur kompletten Freigabe des Füllquerschnitts [s]

H: Füllhöhe in der Kammer [m]

A: Spiegelfläche in der Kammer [m²]

Der mittlere Zuflussbeiwert μ liegt im Allgemeinen zwischen 0,55 und 0,65.

$$\mu = 0,65$$

Die Öffnungsgeschwindigkeit der Füllverschlüsse wird wie folgt angenommen:

$$\text{Öffnungsgeschwindigkeit: } v_o = 0,5 \text{ cm/s}$$

Die Berechnung erfolgt tabellarisch für vorgegebene Zeitintervalle. Es werden 2 Betriebszustände betrachtet.

BAUTEIL:	Schleusenbauwerk	Seite: 8	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung		4081
VORGANG:	Hydraulische Berechnung Kammerfüllung /-entleerung		

VERFASSER: PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	 Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH - Beratende Ingenieure, VBI -
PROGRAMM: VCmaster (R) 2016.02	
BAUWERK: Schleuse Friedenthal - Oranienburg	12.10.2017

(A) Normalstau (NoSt) im Ober- und Unterwasser

(A) Normalstau

Oberwasserstand	33,94 mNHN
Kammerwasserstand	31,30 mNHN
<hr/>	
Max. Wasserspiegeldifferenz	$\Delta H_{\max} = 2,64 \text{ mNHN}$

Zeit t [sec.]	Zufluss je Schütz bei Zeit Q_t [m ³ /s]	Bemerkung
0	0,00	t_0
10	0,03	
20	0,13	
30	0,29	
40	0,52	
50	0,81	t_1
60	0,97	
70	1,13	
80	1,28	
90	1,42	
100	1,56	
110	1,70	
120	1,83	
130	1,95	
140	2,07	
150	2,18	t_2
160	2,44	
250	2,08	
300	1,88	
350	1,68	
400	1,48	
450	1,27	
500	1,07	
550	1,84	
600	0,67	
650	0,47	
700	0,27	
750	0,07	
767	0,00	t_e

BAUTEIL:	Schleusenbauwerk	Seite: 9	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung		4081
VORGANG:	Hydraulische Berechnung Kammerfüllung /-entleerung		

VERFASSER: PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	 Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH <small>- Beratende Ingenieure, VBI -</small>
PROGRAMM: VCmaster (R) 2016.02	
BAUWERK: Schleuse Friedenthal - Oranienburg	12.10.2017

(B) Mittleres Hochwasser (MHW) im Ober- und Unterwasser

(B) Mittleres HW

Oberwasserstand 34,11 mNHN
 Kammerwasserstand 31,98 mNHN

Max. Wasserspiegeldifferenz $\Delta H_{\max} =$ 2,13 mNHN

Zeit t [sec.]	Zufluss je Schütz bei Zeit Q_t [m ³ /s]	Bemerkung
0	0,00	t_0
10	0,03	
20	0,10	
30	0,23	
40	0,42	
50	0,65	t_1
60	0,87	
70	1,01	
80	1,14	
90	1,27	
100	1,40	
110	1,52	
120	1,63	
130	1,73	
140	1,83	
150	1,93	t_2
160	2,19	
250	1,83	
300	1,63	
350	1,42	
400	1,22	
450	1,02	
500	0,82	
550	0,62	
600	0,42	
650	0,22	
700	0,02	
704	0,00	t_e

BAUTEIL: Schleusenbauwerk	Seite: 10	ARCHIV-NR:
BLOCK: Genehmigungsplanung		4081
VORGANG: Hydraulische Berechnung Kammerfüllung /-entleerung		

VERFASSER: PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	 Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH - Beratende Ingenieure, VBI -
PROGRAMM: VCmaster (R) 2016.02	
BAUWERK: Schleuse Friedenthal - Oranienburg	12.10.2017

Der maximale Zufluss stellt sich bei vollständiger Öffnung des Schützes ein. Dieser beträgt pro Schütz rund:

$$Q_{\max, \text{Schütz}} = 2,44 \text{ m}^3/\text{s}$$

Bei paralleler Öffnung beider Schütze im Tor ergibt sich eine maximaler Zufluss von rund:

$$Q_{\max, \text{Tor}} = 2 \cdot Q_{\max, \text{Schütz}} = 4,88 \text{ m}^3/\text{s}$$

Der rechnerische Zeitbedarf t_E bis zum Füllen der Kammer liegt zwischen 6 min. und 7 min.

3.1 Wasserspiegelgefälle in der Schleusenammer

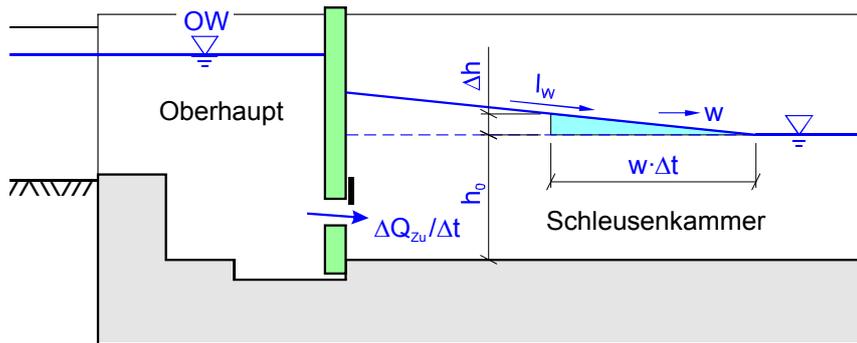
Der Anfangsfüllwasserzufluss, als die maximale Füllmenge, bei der die Schleuse am Oberhaupt gefüllt wird, darf nicht zu groß werden. Somit werden der Sunk im oberen Vorhafen und mit in Bewegung wartende Schiffe, sowie Trossenzugkräfte durch die Schleusenbefüllung hervorgerufene Wasserspiegellagengefälle in der Kammer begrenzt. Die zulässige Neigung des Füllschwall wird mit $I_{W, \text{zul}} = 0,04 \text{ mm/m}$ angegeben.

Maßgebend ist hierbei die Zeitspanne bis der Füllschwall das Untertor erreicht und die Wiederauffüllungsströmung durch die Wellenreflektion einsetzt.

Vereinfacht wird der Nachweis mit der maximalen Zunahme des Zuflusses zur Kammer nach /3/ geführt, der sich real jedoch erst nach Einsetzen der Wiederauffüllungsströmung einstellt. Das tatsächlich zu erwartende Wasserspiegellagengefälle in der Kammer ist daher geringer als rechnerisch ermittelt, womit die Betrachtung auf der sicheren Seite liegt.

BAUTEIL:	Schleusenbauwerk	Seite: 11	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung		4081
VORGANG:	Hydraulische Berechnung Kammerfüllung /-entleerung		

- Systemskizze



- Die maximale Zuflusssteigerung beträgt:

$$n_{Q,max} = (dQ / dt)_{max}$$

$$n_{Q,max} = 0,03 \text{ m}^3/\text{s}^2$$

- minimale Wassertiefe in der Kammer zu Beginn des Füllvorgangs

$$h_0 = 31,3 - H_{KaSo} = 1,70 \text{ m}$$

- Mittlere Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwallwelle

$$w = \sqrt{g \cdot h_0} = 4,08 \text{ m/s}$$

- max. Wasserspiegelgefälle zu Beginn des Füllvorgangs

$$I_w = \frac{n_{Q,max}^2 \cdot 10^3}{B \cdot w} = 0,29 \text{ mm/m}$$

$$I_w = \underline{0,29} \leq 0,4 \text{ mm/m}$$

Die rechnerisch ermittelte Größe und Tiefe der Sunkwelle lässt keine Gefährdung des Schiffs- und Bootsverkehrs im Oberwasser der Schleuse erwarten. Im Bereich der Liegestellen flacht die Sunkwelle weiter ab, da sich das Gerinneprofil aufweitet.

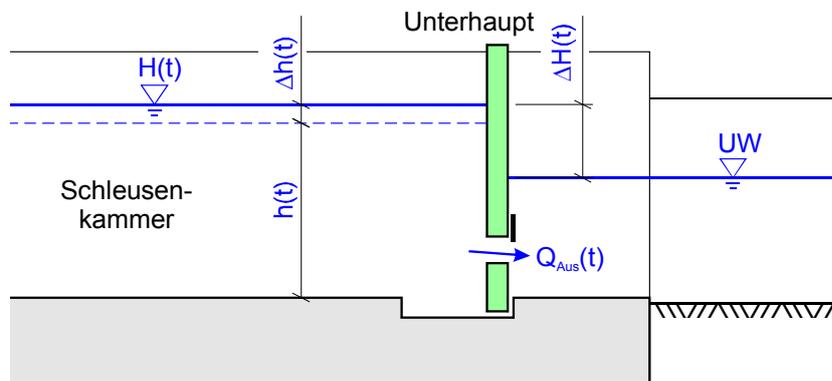
BAUTEIL:	Schleusenbauwerk	Seite: 12	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung		4081
VORGANG:	Hydraulische Berechnung Kammerfüllung /-entleerung		

VERFASSER: PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	 Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH - Beratende Ingenieure, VBI -
PROGRAMM: VCmaster (R) 2016.02	
BAUWERK: Schleuse Friedenthal - Oranienburg	12.10.2017

4. Hydraulische Berechnung der Kammerleerung

Der Ausfluss aus der Kammer wird in Abhängigkeit von der Öffnungsweite der Schützen und dem sinkenden Kammerwasserstand abschnittsweise mit Hilfe einer Tabellenkalkulation bestimmt. Der Unterwasserstand wird hierbei konstant angenommen.

- Systemskizze



Für die Kammerleerung gelten die gleichen Berechnungsansätze wie für die Kammerfüllung. Die Berechnung erfolgt ebenfalls tabellarisch für vorgegebene Zeitintervalle. Es werden 2 Betriebszustände betrachtet.

BAUTEIL:	Schleusenbauwerk	Seite: 14	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung		4081
VORGANG:	Hydraulische Berechnung Kammerfüllung /-entleerung		

VERFASSER: PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	 Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH - Beratende Ingenieure, VBI -
PROGRAMM: VCmaster (R) 2016.02	
BAUWERK: Schleuse Friedenthal - Oranienburg	12.10.2017

(A) Normalstau (NoSt) im Ober- und Unterwasser

(A) Normalstau

Oberwasserstand 33,94 mNHN
 Kammerwasserstand 31,30 mNHN

Max. Wasserspiegeldifferenz $\Delta H_{\max} =$ 2,64 mNHN

Zeit t [sec.]	Abfluss je Schütz bei Zeit Q_t [m ³ /s]	Bemerkung
0	0,00	
10	0,03	
20	0,13	
30	0,29	
40	0,52	
50	0,81	
60	0,97	
70	1,13	
80	1,28	
90	1,42	
100	1,56	
110	1,70	
120	1,83	
130	1,95	
140	2,07	
150	2,18	
160	2,44	
250	2,08	
300	1,88	
350	1,68	
400	1,48	
450	1,27	
500	1,07	
550	1,84	
600	0,67	
650	0,47	
700	0,27	
750	0,07	
767	0,00	

BAUTEIL:	Schleusenbauwerk	Seite: 15	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung		4081
VORGANG:	Hydraulische Berechnung Kammerfüllung /-entleerung		

VERFASSER: PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	 Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH - Beratende Ingenieure, VBI -
PROGRAMM: VCmaster (R) 2016.02	
BAUWERK: Schleuse Friedenthal - Oranienburg	12.10.2017

(B) Mittleres Hochwasser (MHW) im Ober- und Unterwasser

(B) Mittleres HW

Oberwasserstand	34,11 mNHN
Kammerwasserstand	31,98 mNHN

Max. Wasserspiegeldifferenz $\Delta H_{\max} =$ 2,13 mNHN

Zeit t [sec.]	Abfluss je Schütz bei Zeit Q_t [m³/s]	Bemerkung
0	0,00	
10	0,03	
20	0,10	
30	0,23	
40	0,42	
50	0,65	
60	0,87	
70	1,01	
80	1,14	
90	1,27	
100	1,40	
110	1,52	
120	1,63	
130	1,73	
140	1,83	
150	1,93	
160	2,19	
250	1,83	
300	1,63	
350	1,42	
400	1,22	
450	1,02	
500	0,82	
550	0,62	
600	0,42	
650	0,22	
700	0,02	
704	0,00	

BAUTEIL:	Schleusenbauwerk	Seite: 16	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung		4081
VORGANG:	Hydraulische Berechnung Kammerfüllung /-entleerung		

VERFASSER: PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	
PROGRAMM: VCmaster (R) 2016.02	
BAUWERK: Schleuse Friedenthal - Oranienburg	12.10.2017

Der maximale Zufluss stellt sich bei vollständiger Öffnung des Schützes ein. Dieser beträgt pro Schütz rund:

$$Q_{\max, \text{Schütz}} = 2,44 \text{ m}^3/\text{s}$$

Bei paralleler Öffnung beider Schütze im Tor ergibt sich eine maximaler Zufluss von rund:

$$Q_{\max, \text{Tor}} = 2 \cdot Q_{\max, \text{Schütz}} = 4,88 \text{ m}^3/\text{s}$$

Der rechnerische Zeitbedarf t_E bis zum Entleeren der Kammer liegt zwischen 6 min. und 7 min.

Die maximale Abflusssteigerung beträgt:

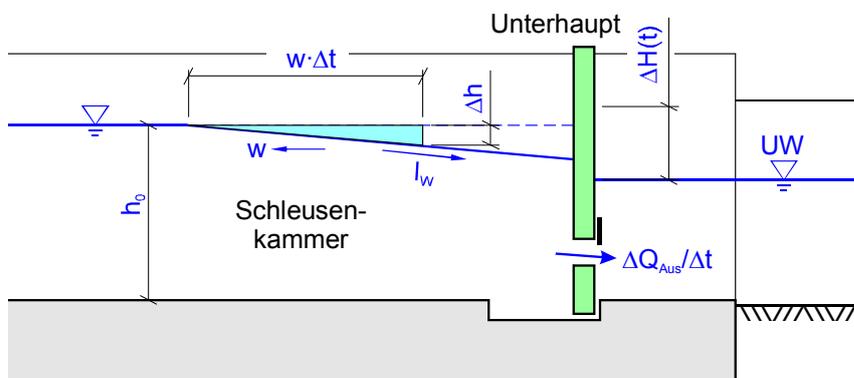
$$\begin{aligned} n_{Q, \max} &= (dQ / dt)_{\max} \\ n_{Q, \max} &= 0,04 \text{ m}^3/\text{s}^2 \end{aligned}$$

4.1 Wasserspiegelgefälle in der Schleusenammer

Zur Begrenzung der Trossenzugkräfte soll auch das durch die Schleusenleerung hervorgerufene Wasserspiegellagengefälle in der Kammer 0,4 mm/m /1/ nicht überschreiten. Maßgebend ist hierbei die Zeitspanne bis die Sunkwelle das Obertor erreicht und die Wellenreflektion einsetzt.

Vereinfacht wird der Nachweis mit der maximalen Zunahme des Abflusses aus der Kammer nach /3/ geführt, der sich real jedoch erst nach Reflektion der Sunkwelle einstellt. Das tatsächlich zu erwartende Wasserspiegellagengefälle in der Kammer ist daher deutlich geringer, d.h. die Betrachtung liegt auch hier auf der sicheren Seite.

- Systemskizze



BAUTEIL:	Schleusenbauwerk	Seite: 17	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung		4081
VORGANG:	Hydraulische Berechnung Kammerfüllung /-entleerung		

VERFASSER: PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH Büro Berlin / Brandenburg, Storkower Straße 99A, 10407 Berlin	 Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH - Beratende Ingenieure, VBI -
PROGRAMM: VCmaster (R) 2016.02	
BAUWERK: Schleuse Friedenthal - Oranienburg	12.10.2017

- Die maximale Zuflusssteigerung beträgt:
- $n_{Q,max} = (dQ / dt)_{max}$
 $n_{Q,max} = 0,03 \text{ m}^3/\text{s}^2$
- minimale Wassertiefe in der Kammer zu Beginn der Kammerleerung
 $h_0 = 33,94 - H_{KaSo} = 4,34 \text{ m}$
- Mittlere Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwallwelle
 $w = \sqrt{(g * h_0)} = 6,52 \text{ m/s}$
- max. Wasserspiegelgefälle zu Beginn des Füllvorgangs
 $I_W = \frac{n_{Q,max}}{B * w^2} * 10^3 = 0,11 \text{ mm/m}$
 $I_W = 0,11 \leq 0,4 \text{ mm/m}$

4.2 Schwallbelastung im Unterhafen

Die Schwallbelastung im Unterhafen fällt aufgrund der Aufweitung des Gewässers gegenüber dem Oberhafen deutlich geringer aus. Ein rechnerischer Nachweis wird daher nicht geführt.

5. Wasserbilanz

- Zeitbedarf für eine Kreuzungsschleusung (Berg- und Talschleusung)

Einfahrt, Festmachen, Tor schließen:	5,0 min
Füllzeit der Kammer:	6,5 min
Tor öffnen, Ausfahrt:	5,0 min
Einfahrt, Festmachen, Tor schließen:	5,0 min
Kammerleerung:	6,5 min
Tor öffnen, Ausfahrt der Schiffe:	5,0 min

$$t_{Kreuz} = \underline{33,0 \text{ min}}$$

- Wasserbedarf für Kammerfüllung bei Normalstau

Stauspiegeldifferenz bei NoSt $\Delta H_{NoSt} =$	2,64 m
Kammergrundfläche: A	290 m ²
$\Delta V_{MW} = \Delta H_{NoSt} * A$	766 m ³

- erforderliches Wasserdargebot für Schleusenspeisung

$$Q_{erf} = \Delta V_{MW} / t_{Kreuz} * 60^{-1} = 0,39 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Ende der Ausführungen -

BAUTEIL:	Schleusenbauwerk	Seite: 18	ARCHIV-NR:
BLOCK:	Genehmigungsplanung		4081
VORGANG:	Hydraulische Berechnung Kammerfüllung /-entleerung		