



Niedersächsischer Landesbetrieb  
für Wasserwirtschaft,  
Küsten- und Naturschutz



# Neubau der Hadelner Kanalschleuse in Otterndorf

**Lastenheft  
Rev. 05**

*Auftraggeber:*

Nds. Landesbetrieb für  
Wasserwirtschaft, Küsten-  
und Naturschutz (NLWKN)

Betriebsstelle Stade

Harsefelder Straße 2  
21680 Stade

*Verfasser:*

ARGE IL/SBE  
Linzer Straße 3  
28359 Bremen

*Planungsleistung:*  
Entwurfsplanung

*Datum:*

14.02.2017

## Dokument Kontrollblatt

### Projektdaten

Auftraggeber: Nds. Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz  
Betriebsstelle Stade  
Harsefelder Straße 2  
D-21680 Stade

Projektbezeichnung: Neubau der Hadelner Kanalschleuse in Otterndorf

AZ des AG: S2-62241-01.1.5

Dokumentart: Lastenheft

### Dokumentdaten

Dokument: P:\2015\2015-0093\Projekt\05\02\01\_Lastenheft\Arbeitsstände\170214\_Lastenheft\_HKS\_rev05.docx

Erstell-Datum: 14.02.2017

Revisions-Nr.: 05

### Bearbeitung und Dokumentprüfung

Bearbeitung

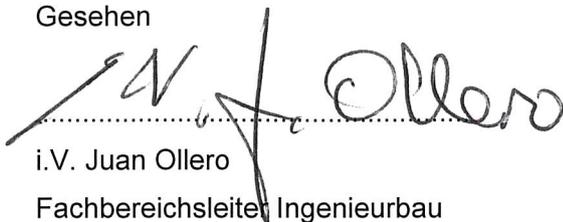


i.V. Ingo Wellbrock  
Projektleiter



i.A. Anne Bode  
Projektingenieurin Tragwerksplanung

Gesehen



i.V. Juan Ollero  
Fachbereichsleiter Ingenieurbau

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorbemerkungen</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Beschreibung der Gesamtmaßnahme</b>	<b>1</b>
2.1	Veranlassung	1
2.2	Schleusenanlage	1
2.3	Deich	2
2.4	Einbindung in die Umgebung	2
2.5	Bauwerke	2
<b>3</b>	<b>Berechnungsgrundlagen</b>	<b>3</b>
3.1	Allgemeines	3
3.2	Normen	3
3.3	Technische Regelwerke	3
3.4	Gutachten	4
3.5	Sonstige Unterlagen	5
<b>4</b>	<b>Wasserstände</b>	<b>6</b>
4.1	Außenwasserstände	6
4.2	Hochwasserstände (Küstenschutz)	6
4.3	Seegangparameter	7
4.4	Wasserstände in der Schleuse	7
4.5	Wasserstände im Hadelner Kanal (Binnenwasserstände)	8
4.6	Bauzeitliche Bemessungswasserstände	8
<b>5</b>	<b>Baugrund und Grundwasser</b>	<b>9</b>
5.1	Allgemeines	9
5.2	Charakteristische Bodenkenngrößen	10
5.3	Grundwasserstände	12
5.4	Seitendruck und negative Mantelreibung	13
<b>6</b>	<b>Geometrische Vorgaben</b>	<b>14</b>
6.1	Geländehöhen	14
6.2	Gewässersohle Außentief	14
6.3	Gewässersohle Hadelner Kanal	14
<b>7</b>	<b>Korrosion</b>	<b>15</b>
<b>8</b>	<b>Allgemeine Lastangaben</b>	<b>16</b>
8.1	Bemessungsschiff	16
8.2	Einstufung in Wind-, Schneelast- und Erdbebenzonen	16
8.3	Schlickablagerungen	16
<b>9</b>	<b>Baugrube Schleusenbauwerk</b>	<b>17</b>
9.1	Geometrie	17

9.2	Erddruckansatz.....	18
9.3	Wasserstände und Wasserdruckansatz.....	19
9.4	Wellendruck und Treibgustoß.....	19
9.5	Verkehrslasten.....	19
9.6	Bemessungssituationen und Teilsicherheitsbeiwerte.....	20
9.7	Bauablauf und Bauzustände .....	21
<b>10</b>	<b>Bauzeitliche Umfahrung .....</b>	<b>22</b>
10.1	Geometrie und Nutzung .....	22
10.2	Einwirkungen .....	22
<b>11</b>	<b>Schleusenbauwerk .....</b>	<b>23</b>
11.1	Geometrie.....	23
11.2	Betonfestigkeitsklasse, Betondeckung und Expositionsklassen .....	23
11.3	Konstruktive Mindestbewehrung .....	26
11.4	Robustheitsbewehrung.....	26
11.5	Einwirkungen.....	26
11.6	Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT).....	30
11.7	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) .....	31
<b>12</b>	<b>Straßenbrücke.....</b>	<b>32</b>
12.1	Geometrie.....	32
12.2	Einwirkungen.....	32
<b>13</b>	<b>Binnenseitige Flügelwände.....</b>	<b>33</b>
13.1	Geometrie.....	33
13.2	Belastung.....	33
<b>14</b>	<b>Außenseitige Flügelwände.....</b>	<b>34</b>
14.1	Geometrie.....	34
14.2	Belastung.....	34
<b>15</b>	<b>Betriebsgebäude.....</b>	<b>35</b>
<b>16</b>	<b>Berechnungsgrundlagen für den Stahlwasserbau.....</b>	<b>36</b>
16.1	Normen, Unterlagen .....	36
16.2	Anordnung der Tore .....	36
16.3	Betriebsarten .....	36
16.4	Aufbau, Funktionsweise .....	36
16.5	Bemessungswasserstände.....	37
16.6	Sonstige Einwirkungen .....	40
16.7	Konstruktionsdaten.....	40
16.8	Lastspiele .....	41

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bemessungsbodenprofile aus [G.17] .....	9
Abbildung 2: Küstenschutzwand und Baugrube (Draufsicht).....	17
Abbildung 3: Küstenschutzwand und Baugrube (Längsschnitt).....	18
Abbildung 4: Querschnitt durch die Baugrube (binnenseitig).....	18
Abbildung 5: Bereiche unterschiedlicher Expositionsklassen .....	24
Abbildung 6: Bereiche unterschiedlicher Betongüten .....	25

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Charakteristische Bodenkenngößen für die Bemessung (aus [G.17]) ...	10
Tabelle 2: Ergänzende charakteristische Bodenkenngößen für die Bemessung (aus [G.17]) .....	11
Tabelle 3: Anzusetzende Druckhöhen in den Sanden (aus [G.17]).....	12
Tabelle 4: Kennzahlen Bemessungsschiff „Binnenschiff“ .....	16
Tabelle 5: Expositionsklassen und Betonfestigkeitsklassen .....	24
Tabelle 6: Gewählte Betongüten.....	25
Tabelle 7: Teilsicherheitsbeiwerte für die Stahlbetonbemessung (aus [N.5]) .....	31

## 1 Vorbemerkungen

Das vorliegende Lastenheft für Standsicherheitsnachweise enthält die Grundlagen für die im Zuge der Planung durchzuführende Bemessung aller im Zuge des Neubaus der Hadelner Kanalschleuse in Otterndorf geplanten Bauwerke und deren Bauteile. Die Unterlage beinhaltet alle bauwerksspezifischen Anforderungen, Randbedingungen und Voraussetzungen hinsichtlich Nutzung, Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit.

## 2 Beschreibung der Gesamtmaßnahme

### 2.1 Veranlassung

Im Zuge der Erhöhungs- und Verstärkungsmaßnahmen an den Elbedeichen im Hadelner Deich- und Uferbauverbandsgebiet ist die landeseigene Hadelner Kanalschleuse in Otterndorf zu ersetzen. Der Hadelner Kanal ist Teil des Schifffahrtsweges Elbe-Weser. Hierbei handelt es sich um einen ca. 32 km langen schiffbaren Kanal, welcher im Wesentlichen der Entwässerung des rd. 292 km<sup>2</sup> großen Einzugsgebietes dient.

Die Hadelner Kanalschleuse wurde 1854 sowohl für die Entwässerung des Hadelner Kanals, als auch für die Binnenschifffahrt zwischen Elbe und Weser gebaut. Die Deichbestickhöhe lag seinerzeit auf NN + 6,60 m. Das alte Bauwerk ruht auf einer Holzpfahlgründung, die die heute und auch in den kommenden Jahren erforderlichen Abmessungen des Deiches sowohl in den Längenabmessungen der Böschungen als auch in der Höhe nicht verkraften kann. 1968 wurde eine binnenseitig anschließende Spundwandkammerschleuse errichtet. 1985 wurden die Deiche im Bereich der Kanalschleuse auf NN + 7,73 m entsprechend den Erkenntnissen der Sturmfluten von 1962 und 1976 erhöht. Die Aufhöhung im Bereich der Schleuse von NN + 6,60 m auf NN + 7,73 m musste schon 1985 durch eine Betonbrücke, die eigene Fundamentpfähle links und rechts des Schleusenkörpers erhielt, erfolgen. Trotz der separaten Pfahlgründung der Brücke wirkt die negative Mantelreibung aus den Setzungen der Anschlussdeiche auf die Holzpfahlgründung der Schleuse. Breite Risse im Mauerwerk zeigen die Überlastung des Bauwerks an.

Im Bereich der Hadelner Kanalschleuse hat der Hauptdeich ein Unterbestick von bis zu 1,00 m. Der Neubau der Hadelner Kanalschleuse ist daher hauptsächlich eine dringliche Küstenschutzmaßnahme zur Herstellung des aktuellen Küstenschutzniveaus.

Die derzeitige Entwässerungsleistung des Sielbauwerks Kanalschleuse darf dabei nicht verschlechtert werden.

Die Hadelner Kanalschleuse muss auch zukünftig die Schleusenfunktion übernehmen. Der Schifffahrtsweg Elbe-Weser ist ordnungsgemäß mit Fahrzeugen von einer Länge von 33,5 m, einer Breite von 5 m und einem Tiefgang von 1,5 m befahrbar. Derzeit wird der Kanal nur noch von der Freizeitschifffahrt genutzt; die gewerbliche Schifffahrt ist vor einigen Jahren vollständig zum Erliegen gekommen.

### 2.2 Schleusanlage

Die bestehende Hadelner Kanalschleuse soll durch ein neues Siel- und Schleusenbauwerk ersetzt werden.

Der Neubau muss die aktuellen Anforderungen des Küstenschutzes erfüllen und darüber hinaus als Sielbauwerk die Entwässerung und damit den Hochwasserschutz im binnenseitigen Einzugsbereich des Hadelner Kanals zu gewährleisten.

## 2.3 Deich

Die derzeitige Bestickhöhe des Elbdeichs im Bereich der alten Schleusenanlage von NHN +7,70 m entspricht nicht der aktuell geforderten Bestickhöhe von NHN +8,60 m. Es ist eine Deicherhöhung und eine Anpassung der Deichböschungen sowie der Deichwege auf die aktuellen Vorgaben erforderlich.

## 2.4 Einbindung in die Umgebung

Für die geplante Schleusenanlage und die zu erstellenden Anschlussdeiche ist die vorhandene örtliche Situation insbesondere in Hinblick auf den vorhandenen Hauptdeich, den Hadelner Kanal mit der Anbindung an das Entwässerungssystem der Medem, die Anbindung an die Elbe über das Medemtief sowie die Führung der öffentlichen Straßen zu berücksichtigen. Darüber hinaus sind die Auswirkungen auf Natur und Umwelt besonders zu beachten.

## 2.5 Bauwerke

Für die Zuordnung spezifischer Einwirkungen wird die gesamte Baumaßnahme in einzelne Bauwerke unterteilt.

1. Baugrube Schleusenbauwerk mit bauzeitlicher Überführung
2. Schleusenbauwerk
3. Straßenbrücke
4. Binnenseitige Flügelwände (Hadelner Kanal)
5. Außenseitige Flügelwände (Elbe)
6. Betriebsgebäude

## 3 Berechnungsgrundlagen

### 3.1 Allgemeines

Grundlage der Entwurfsstatik sind die derzeit gültigen Technischen Regelwerke in der aktuellen Fassung, die zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen der WSV (ZTV-W) in Verbindung mit den Einführungserlassen, die Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik DGGT (EAB, EA Pfähle, EAU), die Merkblätter der BAW und die Vorschriften des VDE.

Übergeordnete technische Regelwerke sind die Eurocodes DIN EN 1990 bis DIN EN 1999.

Weiterhin werde als sonstige Unterlagen die vorliegenden Gutachten sowie aktuelle Veröffentlichungen, die den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen für die Berücksichtigung einzelner Aspekte herangezogen.

### 3.2 Normen

- [N.1] DIN EN 1991, Eurocode 1, Einwirkungen auf Tragwerke mit zugehörigen Nationalen Anhängen.
- [N.2] DIN EN 1992, Eurocode 2, Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetonbauwerken mit zugehörigen Nationalen Anhängen.
- [N.3] DIN EN 1993, Eurocode 3, Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten mit zugehörigen Nationalen Anhängen.
- [N.4] DIN EN 1995, Eurocode 5, Bemessung und Konstruktion von Holzbauten mit zugehörigen Nationalen Anhängen.
- [N.5] DIN EN 1996, Eurocode 6 Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten mit zugehörigen Nationalen Anhängen.
- [N.6] DIN EN 1997, Eurocode 7 und DIN 1054:2010, Geotechnische Bemessung mit zugehörigen Nationalen Anhängen.
- [N.7] DIN 19702:2013-02, Massivbauwerke im Wasserbau – Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit.
- [N.8] DIN 19704:2014-11: Stahlwasserbauten.
- [N.9] DIN EN 14504:2009-04, Fahrzeuge der Binnenschifffahrt – Schwimmende Anlegestellen - Anforderungen, Prüfungen.
- [N.10] DIN 4085:2011-05: Baugrund - Berechnung des Erddrucks.

### 3.3 Technische Regelwerke

- [R.1] Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen", EAU 2012 + Technische Jahresberichte
- [R.2] Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben", EAB, 5. Auflage
- [R.3] Empfehlungen des Arbeitskreises "Pfähle", EA-Pfähle, 2. Auflage + Technische Jahresberichte
- [R.4] Empfehlungen für Küstenschutzbauwerke EAK 2002, Heft 65
- [R.5] ZTV-W LB 215, Ausgabe 2012.
- [R.6] Verordnung über den Verkehr auf dem Binnenschifffahrtsweg Elbe-Weser; Bezirksregierung Lüneburg, 13. April 1982.

- [R.7] Richtlinie für die Gestaltung von Wassersportanlagen an Binnenwasserstraßen (Ri-GeW), BMVBS, 07.2011.
- [R.8] Merkblatt Schwimmende Anlegestellen (MSA), BMVBS, Ausgabe 2012.
- [R.9] HPA-Teil C, Hamburg Port Authority, 01.2012.
- [R.10] MFZ, BAW-Merkblatt Rissbreitenbeschränkung für frühen Zwang in massiven Wasserbauwerken, Bundesanstalt für Wasserbau, November 2011.
- [R.11] MSD, BAW-Merkblatt Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen inkl. ergänzende Hinweise, 2011.
- [R.12] GBB, BAW Merkblatt Grundlagen zur Bemessung von Böschungs- und Sohlensicherungen an Binnenwasserstraßen, 2010
- [R.13] MAG, BAW-Merkblatt Anwendung von geotextilen Filtern an Wasserstraßen, 1993.
- [R.14] MAK, BAW-Merkblatt Anwendung von Kornfiltern an Bundeswasserstraßen, 2013.
- [R.15] MAR, BAW-Merkblatt Anwendung von Regelbauweisen für Böschungs- und Sohlensicherungen an Binnenwasserstraßen, 2008.
- [R.16] MAV, BAW-Merkblatt Anwendung von hydraulisch-und bitumengebundenen Stoffen zum Verguss von Wasserbausteinen an Wasserstraßen, 2008.
- [R.17] MMB, BAW-Merkblatt Materialtransport im Boden inkl. ergänzende Hinweise, 2013.
- [R.18] MZB, BAW-Merkblatt Zweitbeton, 2012.
- [R.19] BAW-Brief 01/2013: Verwendung von Verpressankern und verpressten Mikropfählen zur Verankerung von Stützbauwerken.
- [R.20] BAW-Mittelungsblatt 89, Massive Wasserbauwerke nach neuer Norm, 2006.
- [R.21] DAfStb-Richtlinie Massige Bauteile aus Beton. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, April 2010.

### 3.4 Gutachten

- [G.1] Grundbauingenieure Steinfeld und Partner, Hadelner Kanalschleuse, Geotechnische Stellungnahme zum erforderlichen Abstand zwischen dem Schleusenneubau und den zu erhaltenden Bauteilen der Schleuse von 1853, 27.06.2003.
- [G.2] Grundbauingenieure Steinfeld und Partner, Neubau Hadelner Kanalschleuse bei Otterndorf, 1. Bericht: Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung für den Neubau der Schleuse einschließlich Fangedamm und Betriebsgebäude, 25.06.2012.
- [G.3] Grundbauingenieure Steinfeld und Partner, Neubau Hadelner Kanalschleuse bei Otterndorf, 2. Bericht: Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung für den Neubau der Uferwände außen- und binnendeichs entlang des Hadelner Kanals im Bereich der geplanten Schleuse, 27.06.2012.
- [G.4] Grundbauingenieure Steinfeld und Partner, Neubau Hadelner Kanalschleuse bei Otterndorf, 3. Bericht: Baugrundbeurteilung und grundbauliche Empfehlung für den Deichneubau im Umfeld der geplanten Schleuse, 29.06.2012.
- [G.5] Grundbauingenieure Steinfeld und Partner, Neubau Hadelner Kanalschleuse bei Otterndorf, 4. Bericht: Beurteilung der erkundeten Böden im Bereich der Kleimiete bei Altenbruch hinsichtlich Eignung als Deichbaumaterial, 14.08.2012.

- [G.6] Grundbauingenieure Steinfeld und Partner, Neubau Hadelner Kanalschleuse bei Otterndorf, 5. Bericht: Ergebnisse ergänzender Baugrunduntersuchungen im Nahbereich der geplanten Schleuse und grundbautechnische Angaben, 03.05.2013.
- [G.7] Grundbauingenieure Steinfeld und Partner, Neubau Hadelner Kanalschleuse bei Otterndorf, 1. Stellungnahme: Geotechnische Angaben zum Tragsystem der südlichen Uferwand im Binnenbereich, 15.08.2012.
- [G.8] Grundbauingenieure Steinfeld und Partner, Neubau Hadelner Kanalschleuse bei Otterndorf, 2. Stellungnahme: Beurteilung des Elbwassers im Außentief des Hadelner Kanals auf Beton- und Stahlaggressivität, 15.08.2012.
- [G.9] Grundbauingenieure Steinfeld und Partner, Neubau Hadelner Kanalschleuse bei Otterndorf, 3. Stellungnahme: Beurteilung des Elbwassers auf Beton- und Stahlaggressivität, 17.09.2012.
- [G.10] Grundbauingenieure Steinfeld und Partner, Neubau Hadelner Kanalschleuse bei Otterndorf, 4. Stellungnahme: Weitere Angaben zum Baugrubenkonzept, 18.09.2012.
- [G.11] Grundbauingenieure Steinfeld und Partner, Neubau Hadelner Kanalschleuse bei Otterndorf, 5. Stellungnahme: Bewertung Lösungsvariante Tragsystem südliche binnenseitige Uferwand, 30.01.2013.
- [G.12] Grundbauingenieure Steinfeld und Partner, Neubau Hadelner Kanalschleuse bei Otterndorf, 6. Stellungnahme: Angabe von Wasserdruckansätzen, 17.04.2013.
- [G.13] Grundbauingenieure Steinfeld und Partner, Neubau Hadelner Kanalschleuse bei Otterndorf, 7. Stellungnahme: Ergänzende geotechnische Angaben im Zuge des weiteren Planungsprozesses, 24.04.2013.
- [G.14] Grundbauingenieure Steinfeld und Partner, Neubau Hadelner Kanalschleuse bei Otterndorf, 8. Stellungnahme: Ergebnisse ergänzender Kornverteilungen und Beurteilung der Böden hinsichtlich Eignung als Kleiabdeckung, 20.06.2013.
- [G.15] Neubau der Hadelner Kanalschleuse bei Otterndorf, Anlage 1d, Lageplan Baugrundaufschlüsse, Grundbauingenieure Steinfeld und Partner, Hamburg, 17.12.2013.
- [G.16] Gutachterliche Stellungnahme zur Abschätzung des Risikos für das Auftreten mikrobieller Korrosion an dem geplanten Neubau der Hadelner Kanalschleuse. Dr. M. Graff, 13.10.2012.
- [G.17] Hadelner Kanalschleuse bei Otterndorf, 1. Bericht für die Alternative 1, Variante 1.3 (Vorzugsvariante). Baugrundbeurteilung u d Gründungsempfehlung. Grundbauingenieure Steinfeld und Partner, Hamburg, 14.09.2015.
- [G.18] Zusätzliche Bodenkennwerte, Steinfeld und Partner, Hamburg E-Mail vom 13.10.2015:

### **3.5 Sonstige Unterlagen**

- [U.1] Vorentwurf – Neubau der Hadelner Kanalschleuse, Ingenieurgemeinschaft Hadelner Kanalschleuse (IG-HKS), Hamburg, 2012
- [U.2] Entwurf - Neubau der Hadelner Kanalschleuse, Erläuterungsbericht Ingenieurgemeinschaft Hadelner Kanalschleuse (IG-HKS), Hamburg, 2013
- [U.3] Entwurf - Neubau der Hadelner Kanalschleuse, Lastenheft, Stand 23.01.2013 (Entwurf), Ingenieurgemeinschaft Hadelner Kanalschleuse (IG-HKS), Hamburg, 2013
- [U.4] Neubau der Hadelner Kanalschleuse in Otterndorf, Machbarkeitsstudie, INROS LACKNER, 15.05.2014, Bremen.

- [U.5] Neubau der Hadelner Kanalschleuse in Otterndorf, Grundlagenermittlung, IG INROS LACKNER / SBE, 27.03.2015, Bremen.
- [U.6] Aktenvermerk Tragwerksplanung AV TWP 008a – Ansatz Trossenzug, IG HKS, 28.09.2012
- [U.7] Vermerk der Forschungsstelle Küste zu Seegangparameter, Norderney, Juni 2012
- [U.8] Generalplan Küstenschutz, März 2007.
- [U.9] Bemessung von Küstenschutzanlagen; Zuschlag für den Meeresspiegelanstieg, Niedersächsisches Umweltministerium, 24.09.2007.
- [U.10] Vertrag über die Planungsleistung für den Neubau der Hadelner Kanalschleuse; Vertrags-Nr.: 01, Az.:S2-62241-01.1.5 einschließlich der Anlagen
- [U.11] 1. Planungsbesprechung am 25.03.2015 beim NLWKN in Stade
- [U.12] Neubau Hadelner Kanalschleuse, E-Mail, Bemessungswasserstände, Bestick, Seegangparameter; NLWKN - Betriebsstelle Stade Januar und 07.05.2015
- [U.13] Protokoll der 7. Planungsbesprechung, NLWKN, 24.06.2015.

## 4 Wasserstände

### 4.1 Außenwasserstände

Der Bemessung werden gemäß [U.4] folgende Außenwasserstände des Pegels Otterndorf zugrunde gelegt.

- Höchstes Tidehochwasser HHT<sub>h</sub>W: NHN +5,42 m (03.01.1976)
- Mittleres Springtidehochwasser MSp<sub>h</sub>Thw: NHN +1,74 m
- Mittleres Tidehochwasser M<sub>h</sub>Thw: NHN +1,52 m
- Mittleres Tideniedrigwasser MT<sub>n</sub>w: NHN -1,36 m
- Mittleres Springtideniedrigwasser MSp<sub>n</sub>Tnw: NHN -1,66 m
- Niedrigstes Tideniedrigwasser NNT<sub>n</sub>w: NHN -3,90 m (06.03.1881)

Der Außendeichbereich wird bei entsprechenden Elbhochwasserständen überflutet.

### 4.2 Hochwasserstände (Küstenschutz)

Für Bauwerke im Außendeichbereich sind folgende Hochwasserstände bei der Bemessung zugrunde zu legen [U.4] und [U.11]:

- Referenzwasserstand 2015 NHN +6,10 m (ohne Vorsorgemaß)
- Bemessungswasserstand Deich NHN +6,60 m (inkl. 50 cm Vorsorgemaß)
- Bestickhöhe Deich: NHN +8,60 m
- Bemessungswasserstand Bauwerk NHN +7,10 m (inkl. 100 cm Vorsorgemaß)

Der Referenzwasserstand 2015 wird als Hochwasserstand für die Bauzeit zugrunde gelegt. Die Vorsorgemaße berücksichtigen den säkularen Meeresspiegelanstieg und zukünftige Klimaänderungen gemäß den Angaben aus [U.8] in Verbindung mit [U.9].

Die hier genannten Werte für Bemessungswasserstand, Bestickhöhe und Seegangparameter [U.12] sind im Zuge der Planung ggf. dem aktuellen Stand anzupassen.

### 4.3 Seegangparameter

Für Bauwerke im Außentief sind gemäß [U.12] folgende Seegangparameter zugrunde zu legen:

- Signifikante Wellenhöhe:  $H_{m0} = 1,27 \text{ m}$
- Energieperiode:  $T_{m-1,0} = 3,7 \text{ s}$
- Mittlere Wellenangriffsrichtung  $\theta = 335,1^\circ$

Die Kennzahlen stammen aus den durchgeführten Seegangmodellierungen zur Ermittlung des rechnerischen Besticks der angrenzenden Deiche. Entsprechend der dort angesetzten Methodik erfolgt die Ausgabe direkt am Schleusenbauwerk.

### 4.4 Wasserstände in der Schleuse

Für die Wasserstände in der Schleuse werden folgende Wasserspiegelhöhen für die Bemessung festgelegt [U.4]:

- Höchster schleusbarer Wasserstand: NHN +2,00 m
- Mittlerer Schleusenwasserstand: NHN -0,70 m
- Niedrigster schleusbarer Wasserstand: NHN -1,50 m
- Revisionsfall: kein Wasser in Schleuse

Bei den Wasserständen in der Schleuse handelt es sich um charakteristische Größen als Nennwerte im Sinne von [N.6]. Aufgrund lediglich kleiner Streuungen der Wasserstände durch den kontrollierten Sielbetrieb sind keine Zu- oder Abschläge erforderlich.

Eine Absenkung des Schleusenwasserstandes infolge durchgeschleuster Schiffe (Sunkwellen) wird aufgrund der geringen Fahrgeschwindigkeiten innerhalb der Schleuse nicht berücksichtigt.

Die Festlegung der Bemessungssituationen erfolgt gemäß [N.6]. Es werden folgende Schleusenwasserstände in Abhängigkeit der Bemessungssituation festgelegt:

- Ständige Bemessungssituation: NHN -1,50 m
- Vorübergehende Bemessungssituation: kein Wasser in Schleuse (Revision)

Zusätzlich sind bei Ausfall des äußeren Sturmfluttores im Bereich der Kammer bis zum inneren Sturmfluttor die in Abschnitt 4.1 bis Abschnitt 4.3 genannten Wasserstände und Seegangparameter zu berücksichtigen. Der Ausfall des äußeren Sturmfluttores wird als außergewöhnliche Bemessungssituation festgelegt.

#### 4.5 Wasserstände im Hadelner Kanal (Binnenwasserstände)

Für die Wasserstände des Hadelner Kanals werden gemäß [U.4] folgende Wasserspiegelhöhen für die Bemessung festgelegt:

- Höchster Kanalwasserstand HHKW: NHN +1,00 m
- Bemessungswasserstand Dämme: HQ50: NHN +0,50 m
- Mittlerer Kanalwasserstand: MKW NHN -0,70 m
- Niedrigster Kanalwasserstand NKW NHN -1,00 m
- Höchster schiffbarer Wasserstand: HSchiffW NHN ±0,00 m
- Niedrigster schiffbarer Wasserstand: NSchiffW NHN -1,00 m

Bei den Binnenwasserständen handelt es sich um charakteristische Größen als Nennwerte im Sinne von [N.6]. Aufgrund lediglich kleiner Streuungen der Wasserstände durch den kontrollierten Sielbetrieb sind keine Zu- oder Abschlüsse erforderlich.

Die Festlegung der Bemessungssituationen erfolgt gemäß [R.1]. Es werden folgende Binnenwasserstände in Abhängigkeit der Bemessungssituation festgelegt:

- Ständige Bemessungssituation: NHN -1,00 m
- Vorübergehende Bemessungssituation: NHN -1,30 m

Hierbei ist die Absenkung des Kanalwasserspiegels vor der Uferwand um 0,30 m durch vorbeifahrende Schiffe (Sunkwellen) berücksichtigt.

Die außergewöhnliche Bemessungssituation, die ein Leerlaufen des Kanals bei gleichzeitig nicht abgesenktem Grundwasserspiegel berücksichtigt, wird nicht in Ansatz gebracht. Aufgrund des planmäßigen Sielbetriebs sowie der Sicherung der Haltung durch die Sperrtore der Schleuse kann eine Beschädigung des Kanals und damit ein Leerlaufen der Haltung ausgeschlossen werden.

#### 4.6 Bauzeitliche Bemessungswasserstände

Gemäß [U.4] sind folgende bauzeitliche Bemessungswasserstände zu berücksichtigen:

- Bauzeitlicher Küstenschutz:  
Das vorhandene Bestick mit NHN +7,70 m ist einzuhalten.
- Bauzeitlicher Bemessungswasserstand für Bauteile, die bauzeitlich sturmflutsicher sein müssen:  
NHN +6,10 m (Bemessungswasserstand 2015, ohne Vorsorgemaß).
- Bauzeitlicher Bemessungswasserstand für Bauteile, die bauzeitlich nicht sturmflutsicher sein müssen:  
Festlegung im Einzelfall nach Wirtschaftlichkeits- und Risikobetrachtungen.

## 5 Baugrund und Grundwasser

### 5.1 Allgemeines

Die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse sind in diversen Gutachten und Stellungnahmen der Grundbauingenieure Steinfeld und Partner, Hamburg, dargestellt ([G.1] bis [G.14]).

Für die Untersuchung des Schleusenneubaus am Standort der vorhandenen Schleuse wurden zwei Bemessungsbodenprofile erstellt [G.15]. Generell kann der Baugrundaufbau wie folgt beschrieben werden:

- Auffüllungen, Klei
- Oberer Klei, überwiegend weiche Konsistenz
- Holozäne Wattsande, mit Kleistreifen, lockere bis mitteldichte Lagerung
- Unterer Klei (auch Basisklei), überwiegend weiche Konsistenz
- Pleistozäner Sand, überwiegend mitteldichte Lagerung

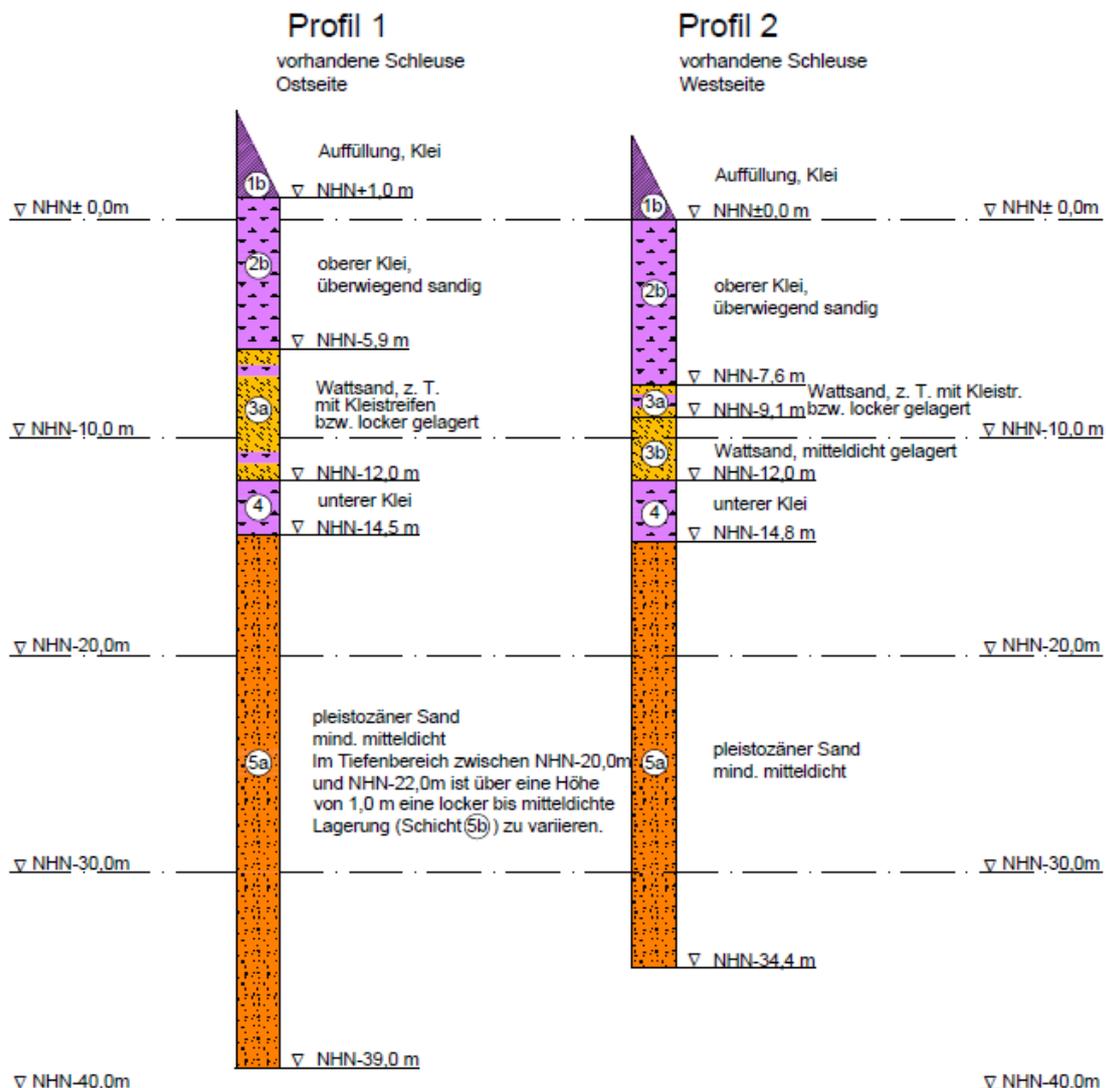


Abbildung 1: Bemessungsbodenprofile aus [G.17]

## 5.2 Charakteristische Bodenkenngrößen

Die Bodenkennwerte gelten für alle Bauteile. Bei allen angegebenen Werten handelt es sich um charakteristische Werte.

**Tabelle 1: Charakteristische Bodenkenngrößen für die Bemessung (aus [G.17])**

Schicht	charakteristische Bodenkenngrößen	charakteristische Mantelreibungs- und Spitzenwiderstände		
		Spundwände	Verpressmörtelpfähle	Mikropfähle
1a Auffüllung Sand	$\varphi'_k = 30^\circ$ $c'_k = 0 \text{ kN/m}^2$ $\gamma / \gamma' = 18/10 \text{ kN/m}^3$			
1b Auffüllung Klei	$\varphi'_k = 22,5^\circ$ ; $c'_k = 7,5 \text{ kN/m}^2$ ; $c_{u,k} = 25,0 \text{ kN/m}^2$ $\gamma / \gamma' = 17/7 \text{ kN/m}^3$	Der charakteristische Spitzendruck $q_{b,k}$ ist auf die Stahlquerschnittsfläche und die Mantelreibung $q_{s,k}$ auf den abgewinkelten äußeren Umfang anzusetzen.		
1c Schlack	$\varphi'_k = 10^\circ$ ; $c'_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$ ; $c_{u,k} = 5,0 \text{ kN/m}^2$ $\gamma / \gamma' = 12/2 \text{ kN/m}^3$			
2a oberer Klei unter Gewässersohle (Dicke 1,0 m)	$\varphi'_k = 15^\circ$ ; $c'_k = 5 \text{ kN/m}^2$ ; $c_{u,k} = 15,0 \text{ kN/m}^2$ $\gamma / \gamma' = 14/4 \text{ kN/m}^3$			
2b oberer Klei überw. sandig	$\varphi'_k = 22,5^\circ$ $c'_k = 5 \text{ kN/m}^2$ ; $c_{u,k} = 25,0 \text{ kN/m}^2$ $\gamma / \gamma' = 16/6 \text{ kN/m}^3$			
3a Wattsand, z. T. mit Kleistreifen bzw. locker gelagert	$\varphi'_k = 27,5^\circ$ ; $c'_k = 0 \text{ kN/m}^2$ $\gamma / \gamma' = 17,5/9,5 \text{ kN/m}^3$ (für $E_a$ ) $\gamma / \gamma' = 16,5/8,5 \text{ kN/m}^3$ (für *)	Stahlprofile: $q_{s,k} = 20 \text{ kN/m}^2$	$q_{s,k} = 60 \text{ kN/m}^2$	$q_{s,k} = 100 \text{ kN/m}^2$
3b Wattsand, mitteldicht gelagert	$\varphi'_k = 32,5^\circ$ $c'_k = 0 \text{ kN/m}^2$ $\gamma / \gamma' = 18,5/10,5 \text{ kN/m}^3$ (für $E_a$ ) $\gamma / \gamma' = 17,5/9,5 \text{ kN/m}^3$ (für *)	Stahlprofile: $q_{s,k} = 30 \text{ kN/m}^2$	$q_{s,k} = 100 \text{ kN/m}^2$	$q_{s,k} = 150 \text{ kN/m}^2$
4 Basisklei	$\varphi'_k = 15^\circ$ $c'_k = 7,5 \text{ kN/m}^2$ ; $c_{u,k} = 20,0 \text{ kN/m}^2$ $\gamma / \gamma' = 14/4 \text{ kN/m}^3$ (für $E_a$ ) $\gamma / \gamma' = 13/3 \text{ kN/m}^3$ (für *)			
5a pleistozäner Sand mind. mitteldicht gelagert	$\varphi'_k = 35^\circ$ $c'_k = 0 \text{ kN/m}^2$ $\gamma / \gamma' = 19/11 \text{ kN/m}^3$ (für $E_a$ ) $\gamma / \gamma' = 18/10 \text{ kN/m}^3$ (für $E_p$ )	Stahlprofile: $q_{s,k} = 40 \text{ kN/m}^2$ $q_{b,k} = 5.000 \text{ kN/m}^2$	$q_{s,k} = 130 \text{ kN/m}^2$ $q_{b,k} = 5.000 \text{ kN/m}^2$	$q_{s,k} = 200 \text{ kN/m}^2$
5b pleistozäner Sand locker bis mitteldicht gelagert	$\varphi'_k = 32,5^\circ$ $c'_k = 0 \text{ kN/m}^2$ $\gamma / \gamma' = 18/10 \text{ kN/m}^3$ (für $E_a$ ) $\gamma / \gamma' = 17/9 \text{ kN/m}^3$ (für $E_p$ )	Stahlprofile: $q_{s,k} = 25 \text{ kN/m}^2$	$q_{s,k} = 80 \text{ kN/m}^2$	$q_{s,k} = 120 \text{ kN/m}^2$

\* =  $E_p$  und Aufschwimmen

Bei dem Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit ist die Mantelreibung gemäß [R.1] auf der Passivseite unterhalb des theoretischen Fußpunktes und auf der Aktivseite unterhalb des Ramm-tiefenzuschlags anzusetzen.

Hinsichtlich der Ansetzung der Stahlquerschnittswerte sowie des Spitzendruckes gelten gemäß [G.17] und [G.18] folgende Festlegungen:

- Einbindung von mind. 1,0 m in die pleistozänen Sande:  
 $q_{b,k} = 5.000 \text{ kN/m}^2$ , Ansatz auf die 1-fache Stahlquerschnittsfläche
- Bei einer Wandunterkante auf ca. NHN -18,0 m (Einbindung ca. 3,0 m in die pleistozänen Sande):  
 $q_{b,k} = 6.000 \text{ kN/m}^2$ , Ansatz auf die 3-fache Stahlquerschnittsfläche
- Einbindung von mind. 5,0 m in die pleistozänen Sande:  
 $q_{b,k} = 5.000 \text{ kN/m}^2$ , Ansatz auf die 3-fache Stahlquerschnittsfläche

An der Ostseite sind die Spundwände bzw. Gründungspfähle aufgrund der Rücksprünge der Lagerungsdichte der Sande für einen vertikalen Lastabtrag entweder oberhalb NHN -18,0 m oder unterhalb NHN -23,0 m abzusetzen.

Die Kraffteinleitungslänge der auf Zug beanspruchten Mikropfähle ist aufgrund der auftretenden Stahldehnung und der damit verbundenen Scherverformung in den tragfähigen Sanden auf insgesamt rd. 12,0 m zu begrenzen. Bei größerer Kraffteinleitungslänge sind die Mantelreibungsbeiwerte zu reduzieren.

In den Wattsanden ist auf dem ersten Meter unterhalb der Aushubsohle aufgrund möglicher Auflockerungen aus der Herstellung der Baugrube keine Mantelreibung anzusetzen.

Zur Sicherstellung ausreichender Verpressdrücke ist der planmäßige Verpresskörper mit einem vertikalen Abstand von  $a \geq 2,0$  m zu den Kleischichten anzuordnen.

**Tabelle 2: Ergänzende charakteristische Bodenkenngrößen für die Bemessung (aus [G.17])**

Bodenart	Wichte $\gamma/\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	Scherfestigkeit			Steifemodul $E_{s,k}$ (MN/m <sup>2</sup> )	Durchlässigkeitsbeiwert $k$ (m/s)	Bodenklasse nach DIN 18300	Bodengruppe nach DIN 18196
		$\varphi'_k$ (°)	$c'_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	$c_{u,k}$ (kN/m <sup>2</sup> )				
Oberboden	für bautechnische Zwecke nicht geeignet							
aufgefüllter Sand	18/10	30	0	-	$\geq 20$	$10^{-3} - 10^{-5}$	3 <sup>1)</sup>	[SE, SI, SW, GE, GI, GW]
aufgefüllter Klei, z. T. verwittert und sandstreifig	17/7	22,5	7,5	25,0	$\geq 2,0$	$< 10^{-8}$	2/4 <sup>1)</sup>	[OT, OU]
Schlick	12/2	10	2,5	5,0	0,2	-	2	OT, OU
Klei unter Gewässersohle (Dicke 1,0 m)	14/4	15	5,0	15,0	0,6	$< 10^{-8}$	2/4 <sup>1)</sup>	OT, OU
Klei, überwiegend sandig	16/6	22,5	5,0	25,0	$\geq 1,0$	$< 10^{-7,4)}$	2/4	OT, OU
Wattsand, z. T. mit Kleistreifen, locker gelagert	17,5/9,5 <sup>2)</sup> 16,5/8,5 <sup>3)</sup>	27,5	0	-	$\geq 15$	$10^{-5} - 10^{-7}$	3	SE, SI, SW, SU, SÜ
Wattsand, mitteldicht gelagert	18,5/10,5 <sup>2)</sup> 17,5/9,5 <sup>3)</sup>	32,5	0	-	$\geq 30$	$10^{-4} - 10^{-6}$	3	SE, SI, SW, SU
Basisklei, z. T. torfig	14/4 <sup>2)</sup> 13/3 <sup>3)</sup>	15	7,5	20,0	1,0	$< 10^{-8}$	2/4	OT, OU
pleistozäner Sand, mind. mitteldicht gelagert	19/11 <sup>2)</sup> 18/10 <sup>3)</sup>	35	0	-	$\geq 50$	$10^{-3} - 10^{-5}$	3	SE, SI, SW, GE, GI, GW
pleistozäner Sand, locker bis mitteldicht gelagert	18/10 <sup>2)</sup> 17/9 <sup>3)</sup>	32,5	0	-	20 - 50	$10^{-3} - 10^{-5}$	3	SE, SI, SW, GE, GI, GW

1) Bei Antreffen von Bauschutt, Wasserbausteinen u. a. ist die Bodenklasse vor Ort festzulegen.

2) für  $E_a$

3) für  $E_p$  bzw.  $E_p$  und Aufschwimmen.

4) Sofern im Klei eine durchgehende Schichtung (Feinsandlagen, -streifen, -bänder) vorhanden ist, sind für Umströmungsberechnungen folgende Durchlässigkeitsbeiwerte anzusetzen:  $k_h = 5 \cdot 10^{-6}$  m/s und  $k_v = 5 \cdot 10^{-7}$  m/s. Für dickere (und durchgehende) Sandlagen gelten die Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte für Wattsand.

Vertikale Tragglieder müssen mindestens 2,50 m in den tragfähigen Baugrund einbinden. Der tragfähige Baugrund muss bei Druckbelastung unterhalb der Absetztiefe mindestens 1,50 m tief anstehen.

Als Teilsicherheitsbeiwerte dürfen die Werte unter Zugrundelegung von Probelastungen angesetzt werden, sofern die äußere Tragfähigkeit durch Probelastungen nach [N.6] nachgewiesen wird. Für Zugglieder sind die rechnerischen Pfahltragfähigkeiten in jedem Fall durch Probelastungen zu verifizieren.

Der Ansatz von Mantelreibung und Spitzendruck für Stahlprofile erfolgt gemäß EAU 2012 [R.1] bzw. EA Pfähle [R.3].

### 5.3 Grundwasserstände

Die Grundwasserstände werden gemäß [G.17] wie folgt angesetzt.

#### Freies Grundwasser im oberen Klei (2a und 2b)

Der freie Grundwasserstand im oberen Klei ist, unabhängig von den Wasserständen in der Elbe, wie folgt anzusetzen:

- Schleusenbaugrube und elbseitige Flügelwände: NHN +0,1 m
- Binnenseitige Flügelwände: NHN +0,0 m

#### Stauwasser

Es ist möglich, dass sich Stauwasser in sandigen Auffüllungen über dem oberen Klei bildet. Dies ist auf Höhe der GOK bzw. im Bereich des Deiches auf NHN +6,0 m anzusetzen. Der Ansatz des Wasserdrucks infolge Stauwasser erfolgt als zusätzlicher "Rucksack".

#### Gespanntes Grundwasser

In den holozänen Wattsanden sowie in den pleistozänen Sanden steht gespanntes Grundwasser an, das gedämpft mit den Wasserständen der Elbe korrespondiert. In den Messzeiträumen 02/12 bis 03/12 sowie 12/12 bis 02/13 wurden in den Grundwassermessstellen GWM B1, GWM B3 und GWM B4 die Grundwasserstände aufgezeichnet [G.3].

**Tabelle 3: Anzusetzende Druckhöhen in den Sanden (aus [G.17])**

Grundwasserleiter	In der Bauzeit		Im Endzustand		
	BS-T	BS-A	BS-P	BS-A1	BS-A2
Wattsande	+0,80	+3,00	+0,80	+3,30	+3,50
Pleistozäner Sand	+0,80	+3,00	+0,80	+3,30	+3,50

Korrespondierende Elbwasserstände:

BS-T bzw. BS-P: NHN +1,74 m (MSpThW)

BS-A (Bauzeit): NHN +6,10 m (Bauzeitlicher Bemessungswasserstand)

BS-A1 (Endzustand): NHN +6,60 m (Bemessungswasserstand inkl. 50 cm Vorsorgemaß)

BS-A1 (Endzustand): NHN +7,10 m (Bemessungswasserstand inkl. 100 cm Vorsorgemaß)

Derzeit werden die Grundwasserstände in den Grundwasserleitern außenseitig und binnenseitig gemessen. Es ist geplant, die Daten während der Sturmflutsaison 2015 / 2016 aufzunehmen. Die Werte in Tabelle 3 werden angepasst, sobald die Auswertung der Messwerte vorliegt.

Der Potentialabbau zwischen dem oberen Klei und den unterlagernden Wattsanden findet innerhalb der oberen Kleischicht statt. Der Potentialabbau zwischen dem unteren Klei und den unterlagernden pleistozänen Sanden findet im unteren Klei statt.

Infolge des Potentialabbaus braucht gemäß [G.17] für die Kleischichten keine Wichteänderung berücksichtigt zu werden.

#### 5.4 Seitendruck und negative Mantelreibung

Bei erforderlichen Geländeauffüllungen sind die Einflüsse aus Seitendruck und negativer Mantelreibung bei der Bemessung der Spundwände bis zur Unterkante der oberen Kleischicht zu berücksichtigen.

Gemäß [20] und [21] kann die Größe der negativen Mantelreibung nach BURLAND mit

$$\tau_{n,k} = K_0 \cdot \gamma \cdot z \cdot \tan \varphi'_k$$

abgeschätzt werden. Der Erddruckbeiwert kann hierbei nach JAKY mit

$$K_0 = 1 - \sin \varphi'_k$$

angesetzt werden.

Als Maximalwert der Mantelreibung werden in [G.17] in Abhängigkeit des vorhandenen Baugrundes die Werte

- Aufgefüllte Sande:  $\tau_{nk} = 30 \text{ kN/m}^2$
- Klei:  $\tau_{n,k} = 10 \text{ kN/m}^2$

angegeben.

Der Erdruchdruckbeiwert kann mit  $k_0 = 1 - \sin \varphi'_k$  angesetzt werden.

Bei Räumung der oberen Kleischicht ist keine negative Mantelreibung zu berücksichtigen. Verformungen der unteren Kleischicht bedingen gemäß [G.17] keinen Ansatz einer negativen Mantelreibung.

Die Zusatzlasten infolge der Setzung der Kleischichten infolge der Deicherhöhung werden bei der Bemessung des Bauwerkes entsprechend berücksichtigt.

## **6 Geometrische Vorgaben**

### **6.1 Geländehöhen**

Die Geländehöhen werden auf Grundlage der vorliegenden Zeichnungsgrundlage des Vermessungsbüros Hesse, Aktenzeichen 5/6049, Stand: 09.11.2005 übernommen.

Alle Höhenangaben beziehen sich auf NHN. Im Bereich des Neubaus der Hadelner Kanalschleuse unterscheiden sich die NHN-Höhen um 1 bis 2 mm von den NN-Höhen. Für die Standsicherheitsnachweise werden beide Angaben als gleichwertig betrachtet. Die in der vorliegenden Unterlage angegebenen NHN-Höhen wurden ohne Veränderung aus Höhenangaben bezogen auf NN übernommen.

Alle Höhenangaben sind bauseits vor Beginn der Ausführung zu prüfen. Bei maßgebenden Abweichungen sind diese dem Entwurfsverfasser mitzuteilen und die weitere Vorgehensweise abzustimmen.

### **6.2 Gewässersohle Außentief**

Die Sohle des Außentiefs wird durch den Betreiber im Anschluss an das neue Bauwerk auf NHN -3,5 m und im weiteren Verlauf entsprechend der vorhandenen Situation mit NHN -3,50 m vorgesehen.

### **6.3 Gewässersohle Hadelner Kanal**

Im Anschlussbereich an das Bauwerk liegt die Gewässersohle auf NHN -3,50 m.

Es werden bauwerksspezifische Baggertoleranzen und Kolkiefen berücksichtigt.

In Bereichen, in denen planmäßig eine Sohlsicherung erfolgt, werden die für den Einbau erforderlichen Sohlvertiefungen sowie mögliche Baggertoleranzen berücksichtigt.

Bei Einbau einer Sohlsicherung werden Kolke während der Nutzung nicht in Ansatz gebracht.

## 7 Korrosion

In den Unterlagen [G.2], [G.3], [G.8] und [G.9] sind allgemeine Angaben zur Korrosionsintensität gegeben.

Zusätzlich ist in [G.16] die Wahrscheinlichkeit mikrobieller Korrosion beschrieben, die auch von der erdberührenden Seite her auftreten kann.

Die Grundwasseraggressivität wird gemäß [G.2], [G.3], [G.8] und [G.9] bezüglich der Mulden- und Lochkorrosion als gering und bezüglich der Flächenkorrosion als sehr gering eingestuft.

Die Aggressivität des binnenseitigen Kanalwassers wird gemäß [G.2], [G.3], [G.8] und [G.9] bezüglich der Mulden- und Lochkorrosion als mittel bis gering und bezüglich der Flächenkorrosion als gering bis sehr gering eingestuft.

Es werden folgende Schutzmaßnahmen angestrebt:

- Kathodischer Korrosionsschutz der Flügelwände im Außentief, evtl. beidseitig
- Beidseitige Beschichtung (organischer Schutzanstrich) der Flügelwände im Außen- und Innenbereich
- Evtl. Einbringen einer kalkhaltigen Hinterfüllung mit hohem pH-Wert.

Unabhängig von der statisch erforderlichen Materialdicke ist für die Spundwandkonstruktionen in Rücken und Steg eine Mindestwandstärke von 10 mm einzuhalten.

Die Bemessung erfolgt unter Ansatz von Abrostungsraten. Die Zahlenwerte der Korrosionsraten werden auf Grundlage allgemeiner Erfahrungswerte festgelegt.

Die Gesamtstandzeit der Spundwandbauwerke beträgt 100 Jahre. Die Spundwände werden vor Einbau mit einer Beschichtung versehen. Dadurch begründet wird eine Passivierung von 20 Jahren in Ansatz gebracht.

Die Bemessungswerte der Korrosionsabtragsrate an den Spundwänden auf der Binnenseite werden aus den Regressionskurven gemäß [R.1] Bild E 35-3 für eine Reststandzeit des Bauwerks von 80 Jahren extrapoliert. Als Korrosionsabtragsrate werden 0,03 mm/a in Ansatz gebracht.

Die Gesamtabrostung liegt somit im oberen Bereich des extrapolierten Streubereichs der Mittelwerte der vorliegenden Erfahrungswerte. Eine Unterscheidung in Höhenbereiche erfolgt aufgrund der geringen Unterschiede nicht.

Im atmosphärischen Bereich oberhalb der Spritzwasserzone sowie im Boden wird eine Korrosionsabtragsrate von 0,01 mm/a berücksichtigt. In hinterfüllten Wandbereichen ist die Hinterfüllung so einzubauen, dass auch die Wellentäler der Spundwand vollständig hinterfüllt sind.

Die gewählten Korrosionsabtragsraten liegen im Bereich der empfohlenen Werte der DIN EN 1993-5 [N.3] oder darüber.

Die Standsicherheitsnachweise sind unter Berücksichtigung der Abrostung zu führen. Am Ende der Nutzungsdauer gelten für die binnenseitigen Uferwände unter Berücksichtigung der Abrostung reduzierte Sicherheitsanforderungen der Bemessungssituation BS-A.

Für außergewöhnliche Bemessungssituationen ist auch am Ende der Nutzungsdauer die Standsicherheit nachzuweisen.

## 8 Allgemeine Lastangaben

### 8.1 Bemessungsschiff

Gemäß [R.6] und [U.2] weist das Bemessungsschiff für den Hadelner Kanal, das im Folgenden „Binnenschiff“ genannt wird, die folgenden Kennzahlen auf:

**Tabelle 4: Kennzahlen Bemessungsschiff „Binnenschiff“**

Schiffslänge	33,50 m
Schiffsbreite	5,00 m
Tiefgang	1,50 m
Völligkeit	0,80
Gesamtgewicht	200 t
Höchstgeschwindigkeit	6 km/h

Aufgrund der beengten Platzverhältnisse im Bereich der Schleuseneinfahrt und der Schleusenkammer wird die in Tabelle 4 angegebene Höchstgeschwindigkeit lokal auf 4 km/h begrenzt.

Die reduzierte Fahrgeschwindigkeit wird der Bemessung der Bauwerke im Bereich der Schleuse zugrunde gelegt.

### 8.2 Einstufung in Wind-, Schneelast- und Erdbebenzonen

Die Einstufung der Wind- und Schneelastzone erfolgt nach [N.1]:

- Windzone 4, Geländekategorie I
- Schneelastzone 2 mit Berücksichtigung der außergewöhnlichen Situation "Norddeutsches Tiefland"

Die Einwirkungen aus Erdbeben bleiben unberücksichtigt, da nach EC 8-1/NA das Gebiet um Otterndorf keiner Erdbebenzone zuzurechnen ist.

### 8.3 Schlickablagerungen

Im Bereich des geplanten Bauwerks ist aufgrund der Funktion als Sielbauwerk und den damit verbundenen Strömungsgeschwindigkeiten nicht mit Schlickablagerungen zu rechnen. Auflasten aus Schlickablagerungen werden nicht angesetzt.

## 9 Baugrube Schleusenbauwerk

### 9.1 Geometrie

Die Baugrube wird in Spundwandbauweise ausgeführt. Elbseitig muss die Baugrubenwand die Küstenschutzfunktion während der Bauphase gewährleisten. Dieser Bereich wird mit einer Schrägpfeilverankerung nach außen gesichert. Die Verankerung ist bauzeitlich durch geeignete Maßnahmen (z.B. Dalben oder Schuten) gegen Havariestöße zu sichern.

Der binnenseitige Teil der Baugrube wird durch eine Steifenlage und Gurte ausgesteift. Vor dem Lenzen der Baugrube wird als zweite Aussteifung eine rückverankerte Unterwasserbetonsole eingebaut.

In der Baugrube wird das vorhandene Schleusenbauwerk (im Wesentlichen die historische Bausubstanz im Deich) im Trockenen zurückgebaut. Im Zuge des Aushubs wird die obere Kleischicht vollständig entfernt. Im Bereich der historischen Schleuse ist der Aushub so tief auszuführen, dass die Holzpfahlgründung ausgebaut werden kann.

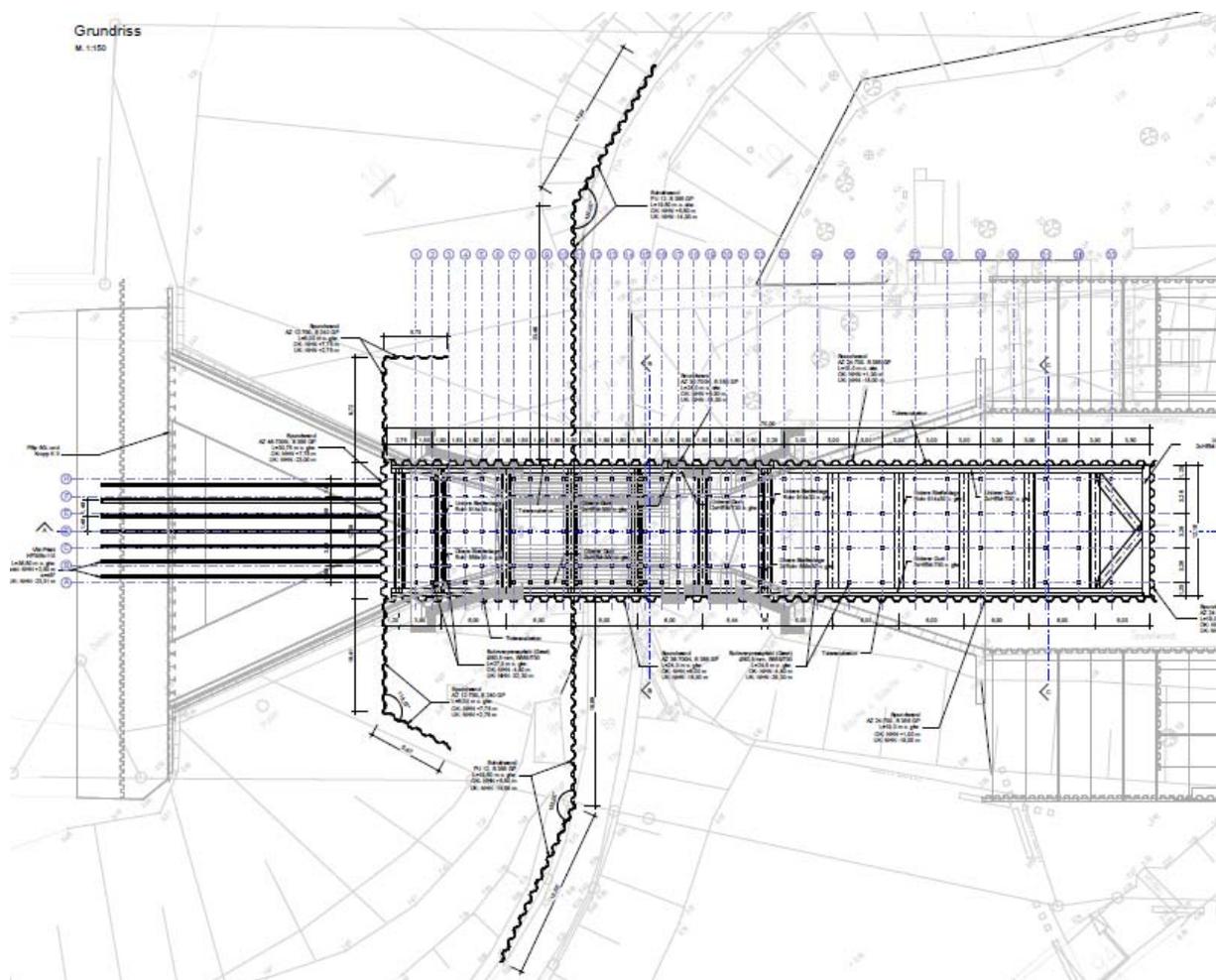


Abbildung 2: Küstenschutzwand und Baugrube (Draufsicht)



### 9.3 Wasserstände und Wasserdruckansatz

Der Wasserdruck wird mit einem spezifischen Raumgewicht von  $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$  ermittelt

In der Baugrube wird eine rückverankerte Unterwasserbetonsohle hergestellt.

Für die Standsicherheitsnachweise im Grenzzustand UPL erfolgt der Ansatz der lotrechten Komponente des charakteristischen hydrostatischen Wasserdrucks auf die Unterfläche der dichtenden Schicht.

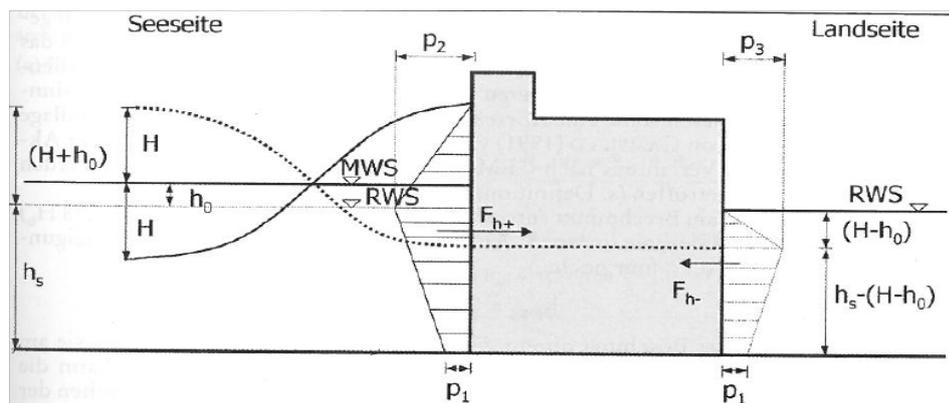
Die dabei von oben und von unten auf die dichtende Schicht wirkenden Wasserdrücke werden bei der Nachweisführung gemäß [N.6], Anmerkung zu A 2.4.2.1 (9)P zu einer resultierenden charakteristischen destabilisierenden Einwirkung zusammengefasst.

Es gelten die bauzeitlichen Wasserstände in Abschnitt 4.

### 9.4 Wellendruck und Treibgutstoß

Der Teil der Baugrubenwand, welcher während der Bauzeit als Küstenschutzwand dient, ist neben dem Wasserdruck infolge des Bemessungshochwassers auf Wellendruck und Treibgutstoß zu bemessen.

Der Wellendruck wird gemäß [R.4], Tafel A 4.3.3 nach SAINFLOU für nicht brechende Wellen auf eine senkrechte Uferwand angesetzt. Hierbei wird von der signifikanten Wellenhöhe  $H = H_s$  nach Abschnitt 4.3 ausgegangen.



Die Belastung infolge Treibgutstoß wird analog zu [R.9] berücksichtigt. Für eine nachgiebige Konstruktion ist demnach auf Höhe des Bemessungswasserstandes eine Punktlast von 30 kN anzusetzen, die auf eine Breite von 3,0 m verteilt werden darf.

### 9.5 Verkehrslasten

Die Einwirkungen infolge Verkehr sind gemäß EAB [R.2] anzusetzen.

**Es wird davon ausgegangen, dass das Gesamtgewicht des Baustellengerätes 70 t nicht überschreitet und ein Abstand von mindestens 0,6 m zur Baugrubenwand eingehalten wird.**

Es sind folgende Lasten infolge Baustellenverkehr anzusetzen:

- Flächenlast von  $q_k = 10 \text{ kN/m}^2$
- zuzüglich einer Ersatzlast von  $q_k = 60 \text{ kN/m}^2$  auf einem Streifen von 3,0 m Breite direkt hinter der Baugrubenwand

Veränderliche, großflächige Geländeaufasten mit  $q_k \leq 10 \text{ kN/m}^2$  dürfen vereinfachend den ständigen Einwirkungen zugeordnet werden.

## 9.6 Bemessungssituationen und Teilsicherheitsbeiwerte

Die Baugrubenkonstruktion wird gemäß [R.1] der Bemessungssituation BS-T zugeordnet.

In Verbindung mit den Einwirkungen durch die jahreszeitlich bedingten Hochwasserstände werden die Regelfälle der Bemessungssituation BS-T zugeordnet, die Sonderfälle der Bemessungssituation BS-T/A.

Extreme Hochwasserereignisse werden als Ausnahmefälle in die Bemessungssituation BS-A eingeordnet.

Die Einstufung wird wie folgt spezifiziert:

### Regelfall (BS-T):

- Eigengewicht der Konstruktion
- Erddruck infolge Bodeneigengewicht
- Erddruck infolge Nutzlasten
- Nutzlasten auf Aussteifung
- Wasserdruck infolge freiem und gespanntem Grundwasser unter Berücksichtigung der normalen Tidewasserstände der Elbe
- Wasserdruck infolge Stauwasser in den sandigen Auffüllungen

### Ausnahmefall (BS-A): wie BS-T, jedoch mit Ansatz von

- Wasserdruck infolge freiem und gespanntem Grundwasser unter Berücksichtigung des HHT<sub>h</sub>W in der Elbe

In jedem Fall erfolgt die Bemessung der Aussteifung bzw. Verankerung der Küstenschutzwand unter Ansatz der Teilsicherheitsbeiwerte im BS-P.

Die Küstenschutzwand wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation (BS-A) unter Berücksichtigung folgender Einwirkungen bemessen:

- Wasserdruck infolge freiem und gespanntem Grundwasser unter Berücksichtigung des HHT<sub>h</sub>W in der Elbe
- Wellendruck
- Treibgutstoß

## 9.7 Bauablauf und Bauzustände

- Einbau Spundwand und Verankerung der Küstenschutzwand
- Herstellen der binnenseitigen Umfahrung (OK auf NHN +2,0 m)
- Einrammen der restlichen Baugrubenspundwände (OK auf NHN +6,0 m im Bereich des Deiches, OK auf NHN +1,0 m binnenseitig)
- Aushub bis ca. 0,5 m bis 1 m unter UK obere Steifenlage mit Teilabbruch Außenhaupt
- Einbau der oberen Steifenlage
- Aushub mit Restabbruch bis 0,5 m unter UK untere Steifenlage
- Einbau der unteren Steifenlage
- Aushub mit Restabbruch (unter Wasser) bis UK Unterwasserbetonsohle
- Bodenaustausch oberer Klei (falls vorhanden)
- Einbau der rückverankerten Unterwasserbetonsohle (OK auf NHN -5,0 m)
- Lenzen der Baugrube
- Verfüllung des Zwischenraumes und Auffüllung beidseitig bis auf NHN +2,30 m
- Bauzeitliche Überhöhung im Bereich des Kranstellplatzes am Außenhaupt um ca. 1,5 m
- Errichtung des Schleusenbauwerkes inkl. Hinterfüllung auf NHN +8,60 m (im Deichbereich) bzw. auf NHN +3,0 m (binnenseitig) mit Rückbau der Steifenlage

Bei den Wasserdruckansätzen gelten folgende Annahmen:

- Außerhalb der Baugrube herrschen in den Wattsanden und in den pleistozänen Sanden gespannte Grundwasserverhältnisse.
- Der Druckabbau erfolgt jeweils in der darüber liegenden Kleischicht.
- Innerhalb der Baugrube entspannt sich die Druckhöhe in den Wattsanden aufgrund des fehlenden Zustromes von der Elbe.
- Wenn der Differenzwasserdruck, der auf die Wand wirkt, kleiner als  $10 \text{ kN/m}^2$  ist, werden  $10 \text{ kN/m}^2$  bis zur Wandunterkante berücksichtigt (siehe Anforderungen in [R.9]).
- Die Basiskleischicht ist durchgängig vorhanden.

## 10 Bauzeitliche Umfahrung

### 10.1 Geometrie und Nutzung

Binnenseitig ist eine bauzeitliche Umfahrung der Baugrube zu schaffen. Die Umfahrung dient sowohl dem öffentlichen Verkehr (meist landwirtschaftliche Geräte), dem Verkehr auf dem Deichverteidigungsweg, sowie dem Baustellenverkehr.

Die Arbeitsebene in der Baugrube liegt auf NHN +1,0 m, der höchste Kanalwasserstand beträgt ebenfalls NHN +1,0 m.

Um eine sichere Umfahrung der Baugrube zu gewährleisten, sollte die Oberkante der bauzeitlichen Umfahrung auf NHN +2,0 m liegen. Die Kronenbreite sollte nicht schmaler als 5,0 m sein und als Baustraße befestigt sein.

Es wird davon ausgegangen, dass das Material für die Aufschüttung nichtbindiger, mitteldicht gelagerter Boden mit folgenden Kennwerten ist:

$$\gamma/\gamma' = 18 / 10 \text{ kN/m}^3; \varphi'_k = 32,5^\circ$$

### 10.2 Einwirkungen

#### 10.2.1 Öffentlicher Verkehr

Die Lasten aus Straßenverkehr werden gemäß [N.1] berücksichtigt. Es wird das Lastmodell 1 zugrunde gelegt mit:

- Fahrbahnbreite:  $w_l$  = 3,0 m
- Radaufstandsfläche: = 0,4 m x 0,4 m
- Last auf Tandemachse:  $\alpha_{Q1} \times Q_{1k}$  = 300 kN
- **Gleichlast:**  $\alpha_{q1} \times q_{1k}$  = **12 kN/m<sup>2</sup>**

Resultierende Vertikalbelastung (Tandemachse, Fahrzeuglänge 5,0 m)

- Gleichlast von 12 kN/m<sup>2</sup>
- **Flächenlast von 40 kN/m<sup>2</sup> auf 3,0 m Breite**  
[ $q_k = 2 \times 300 \text{ kN} / (3,0 \text{ m} \times 5,0 \text{ m}) = 40 \text{ kN/m}^2$ ]

#### 10.2.2 Baustellenverkehr

Die Lasten aus Baustellenverkehr werden für ein 70t-Gerät nach [R.2] wie folgt angesetzt:

- **Gleichlast von 10 kN/m<sup>2</sup>**
- **Flächenlast von 60 kN/m<sup>2</sup> auf 3,0 m Breite**

## 11 Schleusenbauwerk

### 11.1 Geometrie

Die wesentlichen Abmessungen des Schleusenbauwerks betragen:

- OK Sohlplatte: NHN -3,5 m
- UK Sohlplatte: NHN -5,0 m
- OK Planie: NHN +3,0 m
- Lichte Breite Kammer: 8,50 m

Das Schleusenbauwerk wird als monolithisches Bauwerk hergestellt. Die Gründung erfolgt auf den Rückverankerungen der Unterwasserbetonsohle.

Die Gründung sowie die Stahlbetonbauteile des Schleusenbauwerkes sind auf eine spätere Erhöhung um 1,0 m auszulegen.

### 11.2 Betonfestigkeitsklasse, Betondeckung und Expositionsklassen

Die Betondeckung ist in [N.7] geregelt.

Die Mindestbetondeckung  $c_{min}$  beträgt bei massigen Bauteilen ( $> 0,8$  m) unabhängig von der Expositionsklasse 50 mm, das Vorhaltemaß  $\Delta c$  beträgt 10 mm. Bei Verwendung von Beton mit Größtkorn  $> 32$  mm ist die Betondeckung gesondert festzulegen.

Die maximale Betondeckung darf 80 mm nicht überschreiten.

Die Expositionsklassen werden gemäß [R.5] angesetzt und die Betonfestigkeitsklassen werden nach [R.21] gewählt.

Aus [G.1] ist zu entnehmen, dass das Grundwasser in die Kategorie XA1 einzustufen ist.

Betontechnologisch wird das Elbwasser im Außentief dem Meerwasser gleichgesetzt und ist somit in die Kategorie XA2 einzustufen.

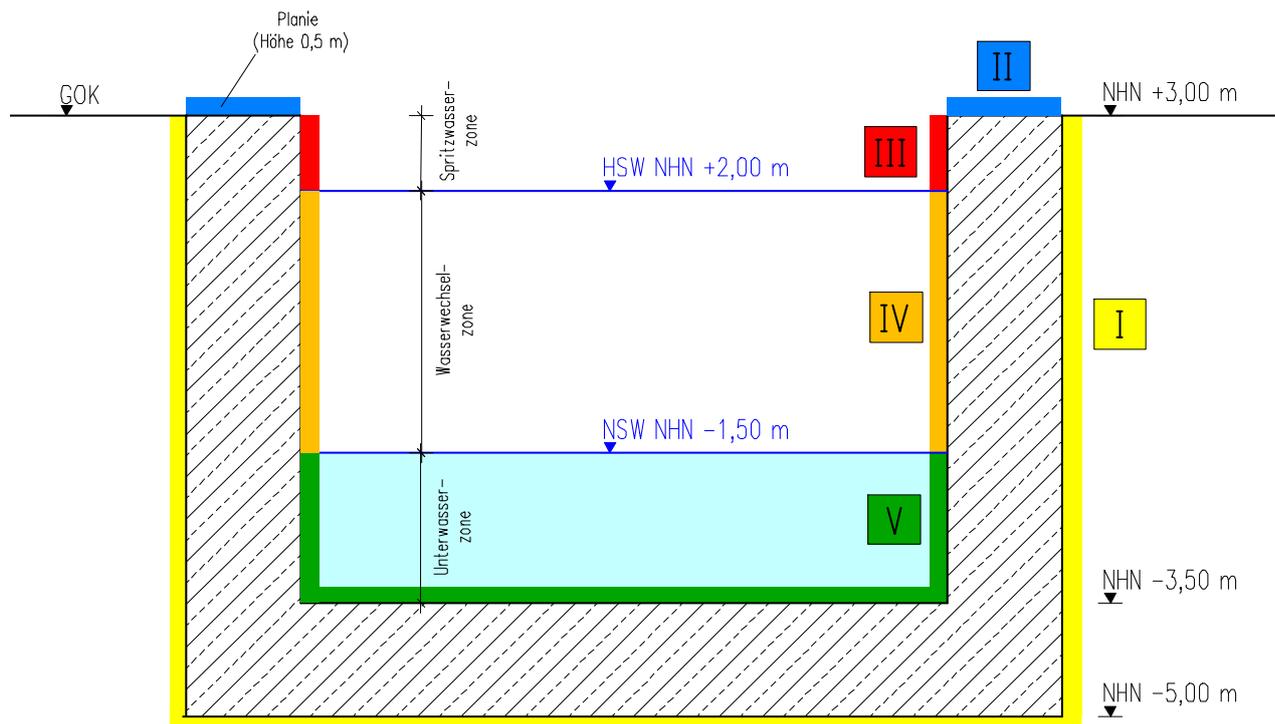


Abbildung 5: Bereiche unterschiedlicher Expositionsklassen

Tabelle 5: Expositionsklassen und Betonfestigkeitsklassen

Expositionsklasse / Bereich	I	II	III	IV	V
XC	2	4	4	2	1
XD	--	3	--	--	--
XS	--	3	3	3	2
XF	--	4	2	4	--
XA	1	--	2	2	2
XM	--	--	1	1	--
Mindestwert der Betonfestigkeit	C 25/30	C 35/45 oder C 30/37 LP	C 35/45 oder C 30/37 LP	C 35/45 oder C 30/37 LP	C 30/37 oder C 25/30 LP

## Anmerkung:

Die Reduktion der Betonfestigkeitsklassen nach [R.5], Abschnitt 5.3, Absatz 55 ist hier nicht möglich, da die maßgebenden Expositionsklassen XF4 und XA2 sind.

Im Bereich der Planie ist gemäß [R.5], Abschnitt 5.3, Absatz 56 unter Einhaltung der dort genannten Auflagen eine Reduzierung der Betongüte auf C 25/30 möglich.

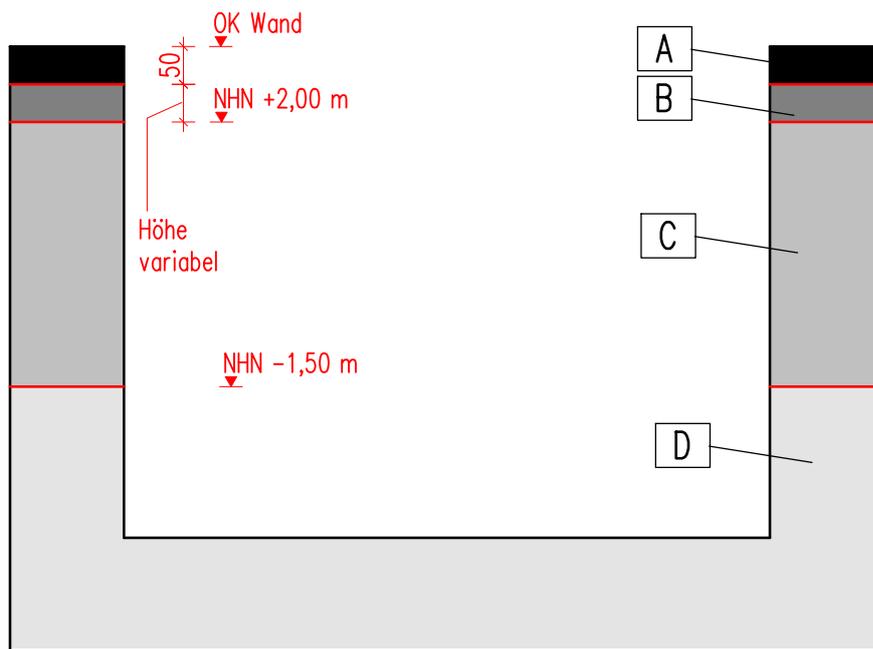


Abbildung 6: Bereiche unterschiedlicher Betongüten

Tabelle 6: Gewählte Betongüten

Expositions- klasse / Bereich	A	B	C	D
XC	4	4	2	1
XD	3	--	--	--
XS	3	3	3	2
XF	4	2	4	--
XA	--	2	2	2
XM	--	1	1	--
Betonfestigkeit	C 35/45 oder C 30/37 LP oder C 25/30 bei Ein- haltung der Auf- lagen aus [R.5]	C 35/45 oder C 30/37 LP	C 35/45 oder C 30/37 LP	C 30/37

Die Ausführung in der Betongüte C 35/45 würde sich sehr ungünstig auf die Einwirkungen infolge frühen und späten Zwangs auswirken. Daher wird davon ausgegangen, dass hier die Betongüte C30/37 LP zum Einsatz kommt.

### 11.3 Konstruktive Mindestbewehrung

Bei der Wahl der konstruktiven Mindestbewehrung sind neben den Festlegungen in [N.2] auch die Anforderungen in [N.7] zu beachten.

### 11.4 Robustheitsbewehrung

Gemäß [N.7] darf auf die Anordnung einer Robustheitsbewehrung nach [N.2] verzichtet werden.

### 11.5 Einwirkungen

#### 11.5.1 Erddruckansatz

Die Stahlbetonbemessung erfolgt für den Erdruchedruck nach DIN 4085 [N.10]. In den Bereichen, in denen eine Hinterfüllung eingebaut wird, ist der Verdichtungserddruck nach [N.10] anzusetzen, sofern dieser nicht bereits bei der Bemessung der Baugrube berücksichtigt wurde. Aufgrund der Stahlbetonbauweise wird hierbei von einer unnachgiebigen Wand ausgegangen.

Für die Nachweise der äußeren Standsicherheit wird der aktive Erddruck angesetzt. Der Wandreibungswinkel wird mit  $\delta_a = +2/3 \varphi'_k$  angesetzt.

Das Schleusenbauwerk ist auf der Rückverankerung der Unterwasserbetonsohle tiefgegründet.

Bei dem Ansatz des Erddruckes ist davon auszugehen, dass im Bereich des Deiches eine spätere Aufschüttung um 1,0 m erfolgt.

Die damit verbundenen Porenwasserüberdrücke infolge Konsolidation der oberen Kleischicht werden entsprechend berücksichtigt. Da die Porenwasserüberdrücke in einem begrenzten Zeitraum auftreten werden, erfolgt deren Ansatz in der vorübergehenden Bemessungssituation BS-T.

#### 11.5.2 Eigengewicht

Das Eigengewicht der Bauteile wird nach [N.1] angenommen und bei der Berechnung berücksichtigt: z.B. Stahlbeton mit  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ ; Stahl mit  $\gamma = 78,5 \text{ kN/m}^3$ . Gegebenenfalls wird das Eigengewicht auf  $\gamma_{\text{Beton}} = 24 \text{ kN/m}^3$  bei Auftriebsbetrachtungen abgemindert. Eigenlasten der Bauteile des Stahlwasserbaus werden nach dessen Vorgaben berücksichtigt. Die Eigenlasten der Schleusenbrücke sind zu berücksichtigen.

#### 11.5.3 Wasserstände und Wasserdruckansatz

Der Wasserdruck wird mit einem spezifischen Raumgewicht von  $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$  ermittelt. Die Wasserstände der oberirdischen Gewässer und des Grundwassers werden gemäß Kapitel 4 berücksichtigt.

In der Sohlfuge des Schleusenbauwerkes wird der hydrostatische Druck linear auf die gesamten Sohlfläche angesetzt.

Der Wasserdruck im Inneren des Bauteils wird gemäß [N.7] berücksichtigt.

#### 11.5.4 Verkehrslasten und veränderliche Auflasten

Folgende Nutzlasten werden für die Flächen im Bereich des Schleusenbauwerks zugrunde gelegt:

- Betriebsflächen und Planie:  $q_k = 20 \text{ kN/m}^2$
- Restflächen:  $q_k = 10 \text{ kN/m}^2$
- Treppen und begehbare Bedienungsstege:  $q_k = 5 \text{ kN/m}^2$
- Verkehrslast auf der Straße:  $q_k = 52 \text{ kN/m}^2$  auf einer Breite von 5,0 m (siehe auch Abschnitt 12.2.2)

##### a) Normalfall (Lastfalleinstufung BS-T):

- schwerstes zu hebendes Bauteil: **30 t**  
(eine Torhälfte des Außentores bzw. das ganze Binnentor)

	Kranstellfläche Binnenhaupt	Kranstellfläche Außenhaupt
Krantyp	300t-Kran (LTM 1300)	300t-Kran (LTM 1300)
Maximale Ausladung	16 m	22 m
Maximale Prätzenlast	$Q_k = 780 \text{ kN}$	$Q_k = 1010 \text{ kN}$
Prätzenaufstandsfläche (mit Lastverteilungsplatten)	1,0 m x 1,0 m	1,0 m x 1,0 m
Prätzenabstand	8,5 m x 9,0 m	8,5 m x 9,0 m

##### b) Sonderfall (Lastfalleinstufung BS-A):

- schwerstes zu hebendes Bauteil: **50 t**  
(das ganzes Außentor)

	Kranstellfläche Außenhaupt
Krantyp	400t-Kran (LTM 1400)
Maximale Ausladung	22 m
Maximale Prätzenlast	$Q_k = 1420 \text{ kN}$
Prätzenaufstandsfläche (mit Lastverteilungsplatten)	1,0 m x 1,0 m
Prätzenabstand	9,5 m x 10 m

Es wird davon ausgegangen, dass zwischen der Wandachse und der Vorderkante der Lastverteilungsplatten der vorderen Prätzen ein Mindestabstand von 3,0 m eingehalten wird.

Der Lastfall "Sonderlast aus Kranvorbeifahrt" ist durch die Verkehrslast von  $20 \text{ kN/m}^2$  abgedeckt.

### 11.5.5 Eislasten

Eislasten werden gemäß [R.9] berücksichtigt.

Bauteile, die aufgrund ihrer Lage am oder im Wasser Eisdruck ausgesetzt sein können, sind rechnerisch wie folgt zu belasten:

Pfähle, Rohre, Dalben und vergleichbare Bauteile:

$$F_k = 100 \text{ kN/m} \times b \text{ [m]} \quad \text{mit } b = \text{Bauteilbreite rechtwinklig zum Eisangriff, bei} \\ \text{Rohren ist für } b \text{ der Außendurchmesser anzusetzen.}$$

$$\text{Flächenbauteile:} \quad e_k = 30 \text{ kN/m}$$

Bei Kombination von Einzel- und Flächenbauteilen ist der ungünstigere Wert anzusetzen.

Die Lastangriffshöhe wird mit ca. 1,00 m über MThw gewählt.

Somit wird Lastangriffshöhe: MThw:  $\text{NHN} + 1,53 \text{ m} + 1,00 \text{ m} \approx \text{NHN} + 2,50 \text{ m}$  festgelegt.

Ein gleichzeitiges Wirken von Eislasten mit Wellenlasten und/oder Schiffsstoß bzw. Schiffsreibung und Anlegedruck wird nicht angenommen.

### 11.5.6 Wellenlasten

Wellenkräfte werden für die Bemessung des Massivbaus nicht berücksichtigt. Sie gehen jedoch indirekt über die Lasten aus dem Stahlwasserbau mit in die Berechnung ein.

### 11.5.7 Anlegedruck / Schiffsreibung

Schiffsreibung und Anlegedruck werden für lokale Nachweise angesetzt, für Berechnungen am Gesamtsystem jedoch vernachlässigt.

Die Schiffsreibung wird auf Höhe des Wasserstandes angesetzt und durch eine Horizontallast von 50 kN in Fahrtrichtung und eine dazu senkrecht und gleichzeitig wirkende Horizontallast von 100 kN berücksichtigt [N.8].

Der Betrag der Anlegedruckkraft entspricht in etwa der Trossenzugkraft und wird mit 100 kN berücksichtigt.

### 11.5.8 Trossenzug

Trossenzug wird gemäß Abstimmungspapier [U.6] berücksichtigt. Die Bemessung erfolgt für eine Trossenzugkraft von 100 kN, wobei die Angriffsrichtung in einem Winkelbereich von  $180^\circ$  variiert.

Das Abbremsen fahrender Schiffe an Pollern ist untersagt und bleibt daher bei der Festlegung der Einwirkungen unberücksichtigt.

### 11.5.9 Gesunkenes Schiff

Für die Bemessung der massiven Sohle wird der Lastfall gesunkenes Schiff nicht maßgebend und bleibt daher unberücksichtigt.

### 11.5.10 Schiffsanprall

Im Bereich der Schleusenammer ist ein Schiffsanprall aufgrund der begrenzten Breite der Schleusenammer ausgeschlossen.

### 11.5.11 Lasten aus Bauteilen des Stahlwasserbaus

Die Lasten aus dem Stahlwasserbau werden gemäß Kapitel 16 berücksichtigt.

### 11.5.12 Temperatur, Schwinden

Für die massiven Bauteile werden die Einflüsse aus Temperatur und Schwinden gemäß [N.7] berücksichtigt.

Für die Berücksichtigung von spätem Zwang werden ausgehend von einer Aufstelltemperatur von 10 °C folgende saisonale Temperaturveränderungen angesetzt:

- Erdseitige Oberflächen von massiven Bauteilen  $\Delta T = + 10 \text{ K}$
- Luftseitige Oberflächen von massiven Bauteilen  $\Delta T = \pm 25 \text{ K}$
- Wasserseitige Oberflächen von massiven Bauteilen  $\Delta T = \pm 15 \text{ K}$

Der Wasserwechselbereich ist hierbei der wasserseitigen Oberfläche zuzuordnen.

Der Ansatz erfolgt linear veränderlich über die Wanddicke.

Der Nachweis der Rissbreitenbeschränkung aufgrund abfließender Hydratationswärme und der Verformungsbehinderung bei saisonalen Temperatureinflüssen wird für alle massiven Bauteile geführt. Auf einen rechnerischen Nachweis der Schnittkräfte infolge Schwinden kann bei den Massivbauteilen mit einer Bauteildicke von  $d > 0,80 \text{ m}$  verzichtet werden [N.7].

Die erforderlichen Nachweise für frühen Zwang (abfließende Hydratationswärme) werden nach [R.10] geführt. Für die Bemessung sind die Grenzwerte der adiabatischen Temperaturänderung [R.5] zu entnehmen.

### 11.5.13 Rissbreitenbegrenzung

Der Nachweis der Rissbreitenbegrenzung erfolgt gemäß DIN 19702, 6.2 für eine Rissbreite von  $w_k = 0,25 \text{ mm}$ . Die Berechnung erfolgt als direkte Berechnung der Rissbreite gemäß [N.2].

Das Merkblatt der BAW (Rissbreitenbegrenzung für frühen Zwang in massiven Wasserbauwerken in der aktuellen Fassung) [R.10] ist zu beachten.

### 11.5.14 Riss- und Porenwasserdruck

Der Riss- und Porenwasserdruck ist bei den Nachweisen im Grenzzustand der Tragfähigkeit gemäß [N.7] zu berücksichtigen.

### 11.5.15 Ermüdungsfestigkeit

Für die Durchführung der Nachweise gegen Ermüdung nach [2] werden folgende Betriebsdaten festgelegt:

Betriebszeit:  $t = 100 \text{ Jahre}$

Schleusungen pro Jahr:  $n = 2000 [-]$

Für die Ermüdung sind die Kammerwasserstände zwischen MThW und MTnW relevant.

## 11.6 Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)

### 11.6.1 Einstufung der Einwirkungen

#### Ständige Einwirkungen:

- Eigengewicht
- Erddruck
- Porenwasserüberdrücke im oberen Klei infolge der Deicherhöhung
- Eigengewichtslasten aus Schleusenbrücke

#### Veränderliche Einwirkungen:

- Wasserdruck
- Verkehrslasten und veränderliche Auflasten
- Eislasten
- Wellenlasten
- Anlegedruck und Schiffsreibung
- Trossenzug
- Lasten aus Stahlwasserbau

#### Außergewöhnliche Einwirkungen:

- Extreme Grundwasserstände
- Extreme Eislasten

#### Weitere Einwirkungen:

- Zwang

Für die globale Berechnung des Schleusenbauwerkes werden die Lasten aus Schiffsbetrieb (Schiffsreibung, Trossenzug und Anlegedruck) vernachlässigt. Diese haben im Vergleich zu Lasten aus Erd- und Wasserdruck so gut wie keine Auswirkung auf die Bemessungsergebnisse, da es sich hier um im Verhältnis eher kleinere Einzellasten handelt.

### 11.6.2 Teilsicherheitsbeiwerte

Für die Stahlbetonbemessung gelten die Teilsicherheitsbeiwerte nach [N.7].

Kombinationsbeiwerte  $\psi_{2,i}$  zur Berücksichtigung der Wahrscheinlichkeit von gleichzeitig auftretenden veränderlichen Einwirkungen dürfen in allen Bemessungssituationen im Allgemeinen zu 1,0 gesetzt werden.

**Tabelle 7: Teilsicherheitsbeiwerte für die Stahlbetonbemessung (aus [N.7])**

Einwirkungen	Teilsicherheitsbeiwerte für die Bemessungssituation		
	Ständig	Vorübergehend	Außergewöhnlich bzw. Erdbeben
<b>Ständige Einwirkung</b>			
ungünstig	1,35	1,2	1,0
günstig	1,0	1,0	1,0
<b>Veränderliche Einwirkung</b>			
ungünstig	1,5	1,3	1,0
Wasserdruck, günstig	0,8	0,9	1,0
Sonstige, günstig	0	0	0
<b>Außergewöhnliche Einwirkung</b>			
ungünstig	–	–	1,0

Die für den Nachweis der Lagesicherheit relevanten Einwirkungskombinationen betragen:

- Gleiten (GEO-2)
- Auftrieb (UPL)

Die Teilsicherheitsbeiwerte sind [N.6] zu entnehmen.

### 11.7 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)

Im GZG betragen alle Teilsicherheitsbeiwerte 1,0. Gemäß [N.7] werden die Nachweise der Gebrauchstauglichkeit in der quasi-ständigen Kombination geführt. Der Beiwert  $\psi_{2,i}$  wird in der Regel zu Null gesetzt. Ausgenommen sind Zwangsbeanspruchungen mit  $\psi_{2,i} = 1,0$ .

Saisonale Temperatureinwirkungen (später Zwang) werden gemäß [N.2] mit dem Faktor  $\psi_{2,i} = 0,6$  belegt.

## 12 Straßenbrücke

### 12.1 Geometrie

Die wesentlichen Abmessungen der Schleusenbrücke betragen:

- Länge: 8,50 m
- Breite: 7,25 m

### 12.2 Einwirkungen

#### 12.2.1 Eigengewicht

Das Eigengewicht der Bauteile wird nach [N.1] angenommen und bei der Berechnung berücksichtigt: z.B. Stahlbeton mit  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ .

#### 12.2.2 Verkehrslasten

Die Lasten aus Straßenverkehr, Anpralllasten auf Schrammborde/Schutzeinrichtungen und Einwirkungen auf Geländer werden gemäß [N.1] berücksichtigt. Es wird das Lastmodell 1 zugrunde gelegt mit:

- Fahrbahnbreite:  $w_l = 3,0 \text{ m}$
- Radaufstandsfläche:  $= 0,4 \text{ m} \times 0,4 \text{ m}$
- Last auf Tandemachse:  $\alpha_{Q1} \times Q_{1k} = 300 \text{ kN}$
- Gleichlast:  $\alpha_{q1} \times q_{1k} = 12 \text{ kN/m}^2$

Resultierende Vertikalbelastung (Tandemachse, Fahrzeuglänge 5,0 m)

$$q_k = 2 \times 300 \text{ kN} / (3,0 \text{ m} \times 5,0 \text{ m}) + 12 \text{ kN/m}^2 = 52 \text{ kN/m}^2$$

Horizontalbelastung:

- 60% der Achslast des Lastmodells 1  $= 0,6 \times 300 = 180 \text{ kN}$

#### 12.2.3 Schneelasten

Schneelasten sind gemäß [N.1] zu berücksichtigen.

#### 12.2.4 Windlasten

Windlasten sind gemäß [N.1] zu berücksichtigen.

#### 12.2.5 Aussteifungslasten aus Schleusenbauwerk

Die Aussteifungslasten aus dem Schleusenbauwerk sind entsprechend zu berücksichtigen.

## 13 Binnenseitige Flügelwände

### 13.1 Geometrie

Die binnenseitigen Uferwände werden als einfach rückverankerte hinterfüllte Spundwand geplant.

Die endgültige Geländeoberkante und die Wandoberkante der binnenseitigen Flügelwände liegt NHN +3,0 m. Die planmäßige Gewässersohle liegt auf NHN -3,50 m.

Im Bauzustand liegt die Geländeoberkante auf ca. NHN +2,30 m. Bei der Wandbemessung ist ein Aushubzustand vor der Wand auf NHN - 4,40 m für die 60 cm dicke Sohlsicherung und die Baggertoleranz von 0,30 m zu berücksichtigen. Ein zusätzlicher Kolk vor der Wand ist in diesem Maß bereits enthalten und wird nicht zusätzlich berücksichtigt.

### 13.2 Belastung

#### 13.2.1 Ständige Einwirkungen

Die Flügelwände sind durch Erd- und Wasserdruck belastet.

Der Erddruck wird gemäß [N.10] als aktiver Erddruck auf die Flügelwände angesetzt. Aufgrund der fehlenden Gewölbewirkung im weichen Klei wird keine Erddruckumlagerung berücksichtigt.

Die Sohlsicherung wird als eine großflächige Auflast auf der Passivseite in Höhe von 8,00 kN/m<sup>2</sup> in Ansatz gebracht. In Abhängigkeit vom Bauablauf kann alternativ der Erdwiderstand im Bereich der Sohlsicherung geweckt werden.

Die Wasserstände werden hydrostatisch gemäß Abschnitt 4 und 5.3 in Ansatz gebracht.

#### 13.2.2 Veränderliche Einwirkungen

Landseitig erfolgt der Ansatz einer großflächigen Nutzlast von 20 kN/m<sup>2</sup>. Gemäß [N.6] werden hiervon 10 kN/m<sup>2</sup> als ständige Einwirkung in der Berechnung angesetzt.

Bei der Berechnung der Flügelwände auf der Ostseite werden Lasten aus dem Kraneinsatz berücksichtigt. Die Angaben zu den Kränen können Kap. 11.5.4 entnommen werden.

Einwirkungen durch Eisdruck, Schiffsstoß und Wellendruck werden in der Bemessung nicht berücksichtigt, da die Flügelwände vollständig hinterfüllt sind.

#### 13.2.3 Bemessungsrelevante Festlegungen

##### Einbindetiefe

Die Mindesteinbindetiefe der Spundwände beträgt 1,0 m in den pleistozänen Sanden.

##### Vertikale Tragfähigkeit

Der Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit (Nachweis gegen Versagen durch Vertikalbewegung) erfolgt gemäß [R.1], E 4, 8.2.5.6 nach Verfahren a). Der rechnerische Abtrag vertikal gerichteter Einwirkungen erfolgt in den pleistozänen Sanden. Aufgrund einer möglichen Zusammendrückung der unteren Kleischicht wird der Lastabtrag in den darüber liegenden Schichten vernachlässigt.

##### Seitendruck und negative Mantelreibung

Der Bauablauf sieht vor, die Aufschüttung der Baustraße herzustellen, bevor die Herstellung der Flügelwände erfolgt. Es wird davon ausgegangen, dass die Setzungen vor der Herstellung der Flügelwände weitestgehend abgeklungen sind.

Der Seitendruck und die negative Mantelreibung infolge der durch Auffüllungen hervorgerufenen Setzungen werden daher bei der Bemessung der binnenseitigen Flügelwände nicht berücksichtigt.

#### **13.2.4 Teilsicherheitsbeiwerte und Bemessungssituationen**

Es werden für jede Bemessungssituation die Teilsicherheitsbeiwerte gemäß [R.1] in Ansatz gebracht.

#### **13.2.5 Bauzustände**

Im Bauzustand liegt die Geländeoberkante auf NHN +2,30 m, die Bemessungssohle auf NHN -4,40 m.

Die Lasten aus Baustellenverkehr werden für ein 70t-Gerät nach [R.2] wie folgt angesetzt:

- **Gleichlast von 10 kN/m<sup>2</sup>**
- **Flächenlast von 60 kN/m<sup>2</sup> auf 3,0 m Breite**

## **14 Außenseitige Flügelwände**

### **14.1 Geometrie**

Die außenseitigen Flügelwände werden als einfach rückverankerte hinterfüllte Spundwand geplant.

Die Oberkante der außenseitigen Flügelwände entspricht der herzustellenden landseitigen Geländeoberkante und variiert von NHN +5,20 m bis ca. NHN+8,0 m im Anschluss an das Schleusenbauwerk.

Die planmäßige Sohle des Außentiefs liegt auf NHN -3,50 m. Bei der Wandbemessung ist ein Aushubzustand vor der Wand auf NHN - 4,40 m für die 60 cm dicke Sohlsicherung und die Baggertoleranz von 0,30 m zu berücksichtigen. Ein zusätzlicher Kolk vor der Wand ist in diesem Maß bereits enthalten und wird nicht zusätzlich berücksichtigt.

### **14.2 Belastung**

#### **14.2.1 Ständige Einwirkungen**

Die Flügelwände sind durch Erd- und Wasserdruck belastet.

Der Erddruck wird gemäß [N.10] als aktiver Erddruck auf die Flügelwände angesetzt. Aufgrund der fehlenden Gewölbewirkung im weichen Klei wird keine Erddruckumlagerung berücksichtigt.

Die Sohlsicherung wird als eine großflächige Auflast auf der Passivseite in Höhe von 8,00 kN/m<sup>2</sup> in Ansatz gebracht. In Abhängigkeit vom Bauablauf kann alternativ der Erdwiderstand im Bereich der Sohlsicherung geweckt werden.

Die Wasserstände werden hydrostatisch gemäß Abschnitt 4 und 5.3 in Ansatz gebracht.

#### **14.2.2 Veränderliche Einwirkungen**

Landseitig erfolgt der Ansatz einer großflächigen Nutzlast von 5 kN/m<sup>2</sup>. Gemäß [N.6] wird diese als ständige Einwirkung in der Berechnung angesetzt.

Bei der Berechnung der Flügelwände auf der Ostseite werden Lasten aus dem Kraneinsatz berücksichtigt. Die Angaben zu den Kränen können Kap. 11.5.4 entnommen werden.

Einwirkungen durch Eisdruck, Schiffsstoß und Wellendruck werden in der Bemessung nicht berücksichtigt, da die Flügelwände vollständig hinterfüllt sind.

### **Seitendruck und negative Mantelreibung**

Die Kräfte für den Seitendruck und die negative Mantelreibung infolge der durch geplante Aufschüttungen hervorgerufenen Bodensetzungen werden entsprechend den Angaben im Kap. 5.4 für den jeweiligen Bemessungsschnitt ermittelt und bei der Berechnung berücksichtigt.

## **14.2.3 Bemessungsrelevante Festlegungen**

### **Einbindetiefe**

Die Mindesteinbindetiefe der Spundwände beträgt 1,0 m in den pleistozänen Sanden.

### **Vertikale Tragfähigkeit**

Der Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit (Nachweis gegen Versagen durch Vertikalbewegung) erfolgt gemäß [R.1], E 4, 8.2.5.6 nach Verfahren a). Der rechnerische Abtrag vertikal gerichteter Einwirkungen erfolgt in den pleistozänen Sanden. Aufgrund einer möglichen Zusammendrückung der unteren Kleischicht wird der Lastabtrag in den darüber liegenden Schichten vernachlässigt.

## **14.2.4 Teilsicherheitsbeiwerte und Bemessungssituationen**

Es werden für jede Bemessungssituation die Teilsicherheitsbeiwerte gemäß [R.1] in Ansatz gebracht.

## **14.2.5 Bauzustände**

Im Bauzustand liegt die Geländeoberkante auf NHN +5,20 m bis NHN +8,0 m, die Bemessungssohle auf NHN -4,40 m. Es sind keine Verkehrslasten aus Baustellenverkehr zu berücksichtigen.

# **15 Betriebsgebäude**

Bezüglich der anzusetzenden Lasten gilt [N.1]. Die Bemessung des Gebäudes erfolgt nach den gängigen Hochbaunormen ([N.2], [N.3], [N.4] und [N.5]). Bei der Bemessung der Gründung gilt ist [N.6] zu beachten.

## 16 Berechnungsgrundlagen für den Stahlwasserbau

### 16.1 Normen, Unterlagen

- Neubau der Hadelner Kanalschleuse in Otterndorf, Machbarkeitsstudie, Erläuterungsbericht, INROS LACKNER SE, Bremen, 15.05.2014
- Vorentwurf Neubau der Hadelner Kanalschleuse in Otterndorf (Juni 2012)
- DIN 19704: 2014-11 Stahlwasserbauten
- DIN EN 1993: 2010-12 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauwerken

### 16.2 Anordnung der Tore

Die Schleuse beinhaltet 3 Torlinien. Elbseitig beginnend befinden sich die Tore 1 + 2. Sie bilden im Deichbereich eine doppelte Sicherungslinie.

Tor 3 befindet sich am Binnenhaupt.

Die Torlinien werden mit Hubtoren versehen.

Aufgrund der wechselnden Wasserstände müssen die Hubtore für beidseitige Dichtwirkung ausgebildet werden.

### 16.3 Betriebsarten

- Küstenschutz, Hochwasserschutz

Tore 1 + 2 werden geschlossen, um ein elbseitiges Hochwasser zurückzuhalten.

- Schleuse

Infolge des zeitenabhängigen Elbwasserstandes muss zum Kanal hin talwärts, als auch bergwärts geschleust werden. Von den Toren 1 + 2 wird im normalen Schleusenbetrieb nur eines benutzt.

- Sielbetrieb

Zur Entwässerung des Binnenlandes werden bei Niedrigwasser der Elbe alle 3 Torlinien geöffnet, wobei Tor 3 zur Regulierung der Abflussmenge nur teilweise geöffnet wird.

### 16.4 Aufbau, Funktionsweise

Die Hubtore sollen geteilt werden. Ober- und Unterschütz besitzen dann jeweils einen eigenen Antrieb. Weiterhin sind für jedes Schütz eigene Laufrollen, Tornischen, Führungsschienen, Verriegelungen, Dichtungen, Dichtungsanschlagflächen erforderlich.

Das Unterschütz ist mit seinen Antrieben am Oberschütz befestigt. In der Stellung „Tor oben“ befinden sich Ober- und Unterschütz nebeneinander auf gleicher Höhe.

Beim Schließvorgang werden mit dem Antrieb des Oberschützes beide Hubtorteile gemeinsam nach unten gefahren, bis das Oberschütz auf seinen Lagerpunkten aufsitzt. Anschließend wird mit den am Oberschütz befindlichen Antrieben das Unterschütz in seine Schließstellung gefahren.

Das Unterschütz dichtet zur Sohlschwelle mit einer Aufsetzdichtung (Flachdichtung) ab. Die Kopfdichtung des Unterschützes funktioniert ebenfalls als Aufsetzdichtung zum Oberschütz.

Auch die Kopfdichtung des Oberschützes der Tore 1+2 ist eine Aufsetzdichtung (Flachdichtung) an der oberen Tormaske. Tor 3 besitzt an seiner Oberseite keine Kopfdichtung.

#### Füllen bzw. Leeren der Schleusenammer:

Der Schützvorgang wird mit den Hubtoren durchgeführt. Dazu werden Ober- und Unterschütz gleichzeitig mit den Antrieben des Oberschützes gegen den Wasserdruck langsam geöffnet, bis ein Spalt zur Sohlschwelle entstanden ist, der für das Füllen der Kammer geeignet ist, aber nicht so groß wird, dass kritische Wasserbewegungen in der Kammer entstehen.

Die Größe des Spaltes wird nach den bisherigen Betriebserfahrungen (Angabe des Betreibers) gewählt.

Nach dem Ausgleich des Wasserstandes fahren beide Hubtorteile in ihre obere Stellung und werden verriegelt.

Führungssystem der Hubtore:            Laufrollen, Seitenführungsrollen.

## **16.5 Bemessungswasserstände**

#### Außenwasserstände:

- HHThw	NHN +5,42 m (1976)
-MThw	NHN +1,53 m
-MTnw	NHN -1,35 m
-NNTnw	NHN -3,90 m (1881)

#### Hochwasserstände:

- Bemessungswasserstand 2011	NHN +6,10 m (ohne Vorsorgemaß)
- Bemessungswasserstand Deich	NHN +6,60 m (mit 0,5 m Vorsorgemaß)
- Bemessungswasserstand Bauwerk	NHN +7,10 m (mit 1,0 m Vorsorgemaß)

#### Wasserstände in der Schleuse:

- höchster schleusbarer Wasserstand	NHN +2,00 m
- mittlerer Schleusenwasserstand	NHN -0,70 m
- niedrigster schleusbarer Wasserstand	NHN -1,50 m

#### Wasserstände im Hadelner Kanal:

- höchster Kanalwasserstand HHKW	NHN +1,00 m (Dammkrone)
- höchster Kanalwasserstand HKW	NHN +0,50 m (HQ50, Bemessungsw. Dämme)
- mittlerer Kanalwasserstand	NHN -0,70 m
- höchster schiffbarer Kanalwasserstand	NHN 0,00 m
- niedrigster schiffbarer Kanalwasserstand	NHN -1,00 m

**Daraus werden folgende Bemessungswasserstände für die Tore abgeleitet:****Tore 1 + 2 (Elbehaupt):****a) OW: Elbe**

UW: Kanalseite

Extremwert (max. Bemessungswasserstand bei Hochwasser):

- elbseitig           NHN +7,10 m (Bemessungswasserstand inkl. 1,0 m Vorsorgemaß)
- kammerseitig    NHN -3,50 m (geleerte Schleusenammer im Revisionsfall)

Bemessungswasserstand für Betriebsfestigkeit:

- elbseitig           NHN +1,53 m (MThw)
- kammerseitig    NHN -0,70 m (mittlerer Schleusenwasserstand)

Bemessungswasserstand für die Torantriebe:

- elbseitig           NHN +2,00 m (höchster schleusbarer Wasserstand)
- kammerseitig    NHN -1,50 m (NSW niedrigster schleusbarer Wasserstand)

Eisdruck (nach DIN 19704) wird auf der Höhe des elbseitigen Wasserstandes

NHN +5,42m (HHThw)

angenommen.

**b) OW: Kammerseite**

UW: Elbe

Extremwert:

- Kammerseite    NHN +1,00 m (HHKW höchster Kanalwasserstand bis Dammkrone)
- elbseitig        NHN -3,50 m (Kammersohle, siehe NNTnw NHN -3,90 m)

Bemessungswasserstand für Betriebsfestigkeit:

- kammerseitig    NHN -0,70 m (mittlerer Schleusenwasserstand)
- elbseitig        NHN -1,35 m (MTnw)

Eisdruck (nach DIN 19704) wird auf der Höhe des kammerseitigen Wasserstandes

NHN +2,00 m    (höchster schleusbarer Wasserstand)

angenommen.

**Tor 3 (Binnenhaupt):****a) OW: Elbe (kammerseitig)**

UW: Kanalseite

Extremwert:

- kammerseitig NHN +2,00 m (höchster schleusbarer Wasserstand)
- Kanalseite NHN -3,50 m (geleerter Revisionsbereich kanalseitig des Tores)

Bemessungswasserstand für Betriebsfestigkeit:

- kammerseitig NHN +1,53 m (MThw)
- Kanalseite NHN -0,70 m (mittlerer Kanalwasserstand)

Bemessungswasserstand für die Torantriebe:

- kammerseitig NHN +2,00 m (höchster schleusbarer Wasserstand)
- Kanalseite NHN -1,00 m (niedrigster schiffbarer Kanalwasserstand)

Eisdruck (nach DIN 19704) wird auf der Höhe des kammerseitigen Wasserstandes

NHN +2,00 m (höchster schleusbarer Wasserstand)

angenommen.

**b) OW: Kanalseite**

UW: Elbe (kammerseitig)

Extremwert:

- Kanalseite NHN +1,00 m (HHKW höchster Kanalwasserstand bis Dammkrone)
- kammerseitig NHN -3,50 m (geleerte Schleusenkommer im Revisionsfall)

Bemessungswasserstand für Betriebsfestigkeit:

- Kanalseite NHN -0,70 m (mittlerer Kanalwasserstand)
- kammerseitig NHN -1,35 m (MTnw)

Eisdruck (nach DIN 19704) wird auf der Höhe des kanalseitigen Wasserstandes

NHN 0,00m (höchster schiffbarer Kanalwasserstand)

angenommen.

Für Schwall und Sunk werden  $\pm 30\text{cm}$  angesetzt.

## 16.6 Sonstige Einwirkungen

### 16.6.1 Eigengewicht Wasser

Das Wasser wird mit einer Dichte von 1,04 t/m<sup>3</sup> berücksichtigt.

### 16.6.2 Eisdruck

Der Eisdruck wird nach DIN 19704 mit 250 kN/m<sup>2</sup> bei einer Eisdicke von 0,5 m angenommen.

### 16.6.3 Eisauflast

Zur Berücksichtigung von anhaftendem Eis werden die Eigenlasten pauschal um 10% erhöht.

### 16.6.4 Schiffsstoß

Aufgrund der geringen Masse der zu schleusenden Schiffe wird ein Schiffsstoß von 50 kN berücksichtigt.

## 16.7 Konstruktionsdaten

### Hauptabmessungen

- lichte Kammerbreite:	8,5 m
- Stützweite (Spurweite der Laufrollen):	9,2 m

### Höhenkoten

OK Sohlschwelle = OK Kammersohle:	NHN -3,50 m
UK Lichtraumprofil Schiffsverkehr Tore 1 + 2 (Elbehaupt)	NHN +5,80 m
UK Lichtraumprofil Schiffsverkehr Tor 3 (Binnenhaupt)	NHN +3,80 m
OK Tore 1 + 2 in Schließstellung	ca. NHN +5,90 m
OK Tor 3 in Schließstellung	ca. NHN +2,50 m
Aufstellhöhe der Masten:	
OK Schleusenplattform Tore 1 + 2	NHN +5,50 m
OK Schleusenplattform Tor 3	NHN +3,00 m

**Tor- und Hubhöhen**

- Tore 1 + 2 Unterschütz	4650 mm	Hubhöhe:	4346 mm
- Tore 1 + 2 Oberschütz	4900 mm	Hubhöhe:	5000 mm
-----			
		Gesamthub:	9346 mm
- Tor 3 Unterschütz	3115 mm	Hubhöhe:	2860 mm
- Tor 3 Oberschütz	3052 mm	Hubhöhe:	4450 mm
-----			
		Gesamthub:	7310 mm

**Torgeschwindigkeiten**

Die Hubgeschwindigkeiten der Tore werden wie folgt gewählt:

- Schützhub: 0,02 m/s
- Torfahrt: 0,1 m/s

**16.8 Lastspiele**

Die Lastspiele für die Verschlüsse werden wie folgt nach DIN 19704 angenommen:

Stahlwasserbau:

- 70 Betriebsjahre
- 300 Betriebstagen pro Jahr
- 10 Lastspielen pro Tag

Maschinenteile (ausgenommen Verschleißteile):

- 35 Betriebsjahre
- 300 Betriebstagen pro Jahr
- 10 Lastspielen pro Tag