

Bachelorarbeit



Wasserwirtschaftliches Entwicklungskonzept für das Einzugsgebiet
der Wischhafener Süderelbe

Kristina Berschauer
August 2009

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Aufgabenstellung.....	7
2	Problemdarstellung	8
2.1	Vorgeschichte	8
2.2	Ist-Zustand	9
3	Örtliche Verhältnisse	13
3.1	Lage	13
3.2	Topografie	13
3.3	Flächennutzung	13
4	Datengrundlagen, Entwicklungsmöglichkeiten	14
4.1	Wischhafener Sperrwerk, Sielbauwerk und die Wischhafener Süderelbe (Bestand)	14
4.1.1	Wischhafener Sperrwerk und Sielbauwerk (Bestand)	14
4.1.1.1	Vorhandene Durchflussleistung des Wischhafener Sperrwerkes.....	20
4.1.1.2	Differenzierte Berechnung der Durchflussmenge des Wischhafener Sperrwerkes	21
4.1.1.3	Vorhandene Durchflussleistung des Siels	22
4.1.1.4	Differenzierte Berechnung der Durchflussmenge des Siels	23
4.1.2	Gesamtdurchflussleistung Wischhafener Sperrwerk und Sielbauwerk	24
4.1.3	Überprüfung der Fließgeschwindigkeit am Wischhafener Sperrwerk und Sielbauwerk	24
4.2	Variante 1: Priele.....	26
4.2.1	Bestandsaufnahme	26
4.2.1.1	Vermessung	26
4.2.1.2	GPS	27
4.2.1.3	Sielbauwerke	28
4.2.2	Variante 1.1: Ermittlung der Speicherkapazität der vorh. Priele.....	36
4.2.2.1	Priel 1	37
4.2.2.2	Priel 2.....	39
4.2.2.3	Priel 3.....	41
4.2.2.4	Priel 4.....	43

4.2.2.5	Priel 5.....	45
4.2.2.6	Priel 6.....	47
4.2.2.7	Priel 7.....	49
4.2.2.8	Mögliches Speichervolumen in den Priele	51
4.2.3	Variante 1.2: Ermittlung der Speicherkapazität bei einem Schlickabbau	52
4.2.3.1	Variante 1.2.1: Ermittlung der Speicherkapazität bei einem Schlickabbau von 0,50 m mit und ohne Sielbauwerke	52
4.2.3.2	Variante 1.2.2: Ermittlung der Speicherkapazität bei einem Schlickabbau von 1,00 m mit und ohne Sielbauwerke	53
4.3	Variante 2: Bau eines Speicherbeckens	54
4.3.1	Bestand.....	54
4.3.2	Ermittlung Speicherkapazität Speicherbecken.....	54
4.4	Variante 3: Ebbetor am Wischhafener Sperrwerk	55
4.4.1	Ziel und Variantenbeschreibung	55
4.4.2	Variante 3.1: Max. Durchflussmenge an schwebstoffbelastetem Wasser durch das Wischhafener Sperrwerk und Siel	57
4.4.3	Variante 3.2: Ermittlung der max. Durchflussmenge an schwebstoffarmem Wasser durch das Wischhafener Sperrwerk und Siel	59
4.4.3.1	Ermittlung der max. Durchflussmenge an schwebstoffarmem am Sperrwerk Wischhafen	60
4.4.3.2	Ermittlung der max. Durchflussmenge an schwebstoffarmem Wasser am Sielbauwerk	61
4.4.3.3	Maximale Durchflussmenge an schwebstoffarmem Wasser durch das Wischhafener Sperrwerk und Siel.....	63
4.4.3.4	Ermittlung der möglichen Ausnutzung der Priele	63
5	Lösungsmöglichkeiten.....	64
5.1	Variante 1: Prielsysteme	64
5.2	Variante 2: Speicherbecken	64
5.3	Variante 3: Ebbetor am Sperrwerk Wischhafen	64
6	Variantenzusammenstellung.....	65
6.1	Variante 1: Einstau der Prielsysteme	65
6.2	Variante 2: Bau eines Speicherbeckens mit Doppelstauschütz	65

6.3	Variante 3: Ebbetor am Sperrwerk Wischhafen	65
7	Kostenschätzung.....	67
8	Bewertung der Varianten	68
9	Bewertung der Varianten mithilfe einer Wichtungsmatrix.....	69
10	Zusammenfassung.....	71
11	Planungsunterlagen und Literaturhinweise	72

Anlagen

Anlage 1:	Bacheloraufgabe	
Anlage 1.1:	Verlängerung der Bearbeitungszeit	
Anlage 2:	Erklärung zur Bachelorarbeit	
Anlage 3:	Übersichtskarte	M. 1:50.000
Anlage 4:	Übersichtslageplan	M. 1:25.000
Anlage 5.1:	Lageplan Priel 1 bis 4	M. 1:10.000
Anlage 5.2:	Lageplan Priel 5 bis 7 und Speicherbecken	M. 1:10.000
Anlage 6.1:	Bestandsquerschnitte Priel Nr. 1 bis 7 und Bauwerksschemata	M. 1:150
Anlage 6.2:	Bestandsquerschnitte Priel Nr. 1 bis 7 und Bauwerksschemata bei 0,50 Schlickabbau	M. 1:150
Anlage 6.3:	Bestandsquerschnitte Priel Nr. 1 bis 7 und Bauwerksschemata bei 1,00 Schlickabbau	M. 1:150
Anlage 7:	Lageplan, Längsschnitt, Ansicht Ebbetor	M. 1:200/ 1.000

Abbildungsverzeichnis

Tabelle 4-1	Differenzierte Berechnung der Durchflussmenge des Wischhafener Sperrwerkes	21
Tabelle 4-2	Differenzierte Berechnung der Durchflussmenge des Siels	23
Tabelle 4-3	Vermessungsergebnisse Prielsysteme und Sielbauwerke	26
Tabelle 4-4	Wasserstandsverlauf elb-und binnenseitig	37
Tabelle 4-5	Wasserstandsverlauf elb-und binnenseitig	39
Tabelle 4-6	Wasserstandsverlauf elb-und binnenseitig	41
Tabelle 4-7	Wasserstandsverlauf elb-und binnenseitig	43
Tabelle 4-8	Wasserstandsverlauf elb-und binnenseitig	45
Tabelle 4-9	Wasserstandsverlauf elb-und binnenseitig	47
Tabelle 4-10	Wasserstandsverlauf elb-und binnenseitig	49
Tabelle 4-11	Mögliches Speichervolumen in den Prielsystemen.....	51
Tabelle 4-12	Wasservolumen bei einem Schlickabbau von 0,50 m	52
Tabelle 4-13	Wasservolumen bei einem Schlickabbau von 1,00 m	53
Tabelle 4-14	Variante 1: Wasserstandsverlauf elb-und binnenseitig Wischhafener Sperrwerk und Sielbauwerk.....	58
Tabelle 4-15	Variante 3.2: Wasserstandsverlauf elb-und binnenseitig Wischhafener Sperrwerk und Sielbauwerk.....	59
Tabelle 7-1	Kostenschätzung	67
Tabelle 8-1	Bewertung der Varianten	68
Tabelle 9-1	Bewertung der Varianten mithilfe einer Wichtungsmatrix	70
Abbildung 2-1	Die Elbe und Wischhafener Süderelbe 1835.....	8
Abbildung 2-2	Die Elbe und Wischhafener Süderelbe.....	9
Abbildung 2-3	Wischhafener Süderelbe	10
Abbildung 2-4	Die Wischhafener Süderelbe.....	11
Abbildung 2-5	Elbe Sedimentation Flutstrom	12
Abbildung 2-6	Elbe Sedimentation Ebbestrom.....	12
Abbildung 4-1	Grundriss Sperrwerk Wischhafen und Siel.....	15
Abbildung 4-2	Sperrwerk Wischhafen Längsschnitt A – A und Querschnitt B – B	15
Abbildung 4-3	Sperrwerk Wischhafen, elbseitig	16
Abbildung 4-4	Sperrwerk Wischhafen, binnenseitig (1).....	16
Abbildung 4-5	Sperrwerk Wischhafen, binnenseitig (2).....	17
Abbildung 4-6	Sielbauwerk am Sperrwerk Wischhafen Längsschnitt C – C.....	18
Abbildung 4-7	Sielbauwerk am Sperrwerk Wischhafen Querschnitt D – D	18
Abbildung 4-8	Sielbauwerk am Sperrwerk Wischhafen bei Niedrigwasser, elbseitig (1).....	19
Abbildung 4-9	Sielbauwerk am Wischhafener Sperrwerk bei Niedrigwasser, elbseitig (2).....	19
Abbildung 4-10	Sielbauwerk am Wischhafener Sperrwerk bei Niedrigwasser, elbseitig (3).....	19
Abbildung 4-11	Längsschnitt A - A Wischhafener Süderelbe	24
Abbildung 4-12	Querschnitt B –B Speicherbecken	54
Abbildung 4-13	Beispiel eines Stemmtores.....	55

Abbildung 4-14 Variante 3.1: Ebbetor Grundriss Wischhafener Sperrwerk.....	56
Abbildung 4-15 Variante 3.1: Ebbetor Längsschnitt A – A.....	56
Bild 4-3	Leica GPS900 27
Bild 4-4	Siel 1, elbseitig 29
Bild 4-5	Siel 1, prielseitig 29
Bild 4-6	Siel 2, elbseitig 30
Bild 4-7	Siel 2, prielseitig 30
Bild 4-8	Siel 3, elbseitig 31
Bild 4-9	Siel 3, prielseitig 31
Bild 4-10	Siel 4, elbseitig 32
Bild 4-11	Siel 5, elbseitig 33
Bild 4-12	Siel 5, prielseitig 33
Bild 4-13	Siel 6, elbseitig 34
Bild 4-14	Siel 6, prielseitig 34
Bild 4-15	Siel 7, elbseitig 35
Bild 4-16	Siel 7, prielseitig 35

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Die Wischhafener Süderelbe ist ein Nebenfluss der Elbe. Durch die Verbindung mit der tidebeeinflussten Elbe steht auch die Wischhafener Süderelbe unter dem Einfluss der Gezeiten. Hierdurch gelangen Schwebstoffe, welche die Elbe in erheblichen Mengen mit sich führt, auch in die Wischhafener Süderelbe. Gleichzeitig reicht der Ebbestrom nicht mehr aus, um die Sedimente zurück in die Elbe zu transportieren. So verschlickten die Wischhafener Süderelbe sowie die durch Sielbauwerke abgetrennten Priele zunehmend.

Aufgabe dieser Bachelorarbeit ist es, eine umfassende Bestandsaufnahme der sieben Priele, Sielbauwerke, des Wischhafener Sperrwerks sowie teilweise der Wischhafener Süderelbe durchzuführen. Im Weiteren sollen die technischen Möglichkeiten untersucht werden, die eine Erhöhung des Ebbevolumens und eine Durchströmung bewirken und somit ein Spüleffekt in der Wischhafener Süderelbe erzeugen.

Folgende technische Möglichkeiten werden untersucht:

1. Wiederanbindung der sieben Priele auf der Elbinsel Krautsand an die Wischhafener Süderelbe
2. Anordnung eines Speicherbeckens
3. Anordnung eines Ebbetores am Wischhafener Sperrwerk

Am Ende der Arbeit werden die ausgearbeiteten Varianten zusammengestellt und bewertet.

Die Arbeit wurde in enger Abstimmung mit den Vertretern der beteiligten Institutionen durchgeführt.

Im Einzelnen wurde ich unterstützt durch:

- Herrn Heinsohn (Verbandsvorsteher vom Unterhaltungsverband Kehdingen)
- Herrn Söhle und Herrn Dettmer (Landkreis Stade, Naturschutzamt)
- Herrn Tönjes (Landkreis, Stade)
- Frau Simon (Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg)
- Herrn Kaes (Leiter Stahlwasserbau, Maschinenfabrik F.Köster)
- Frau Baumann (NLWKN Stade)
- Herrn Dr. Heyer (Bundesanstalt für Wasserbau BAW)

Für die Unterstützung möchte ich mich an dieser Stelle bedanken, insbesondere bei Herrn Prof. Dr. Heinrich Reincke, Herrn Bernd Meyer und Frau Susanne Brants.

2 Problemdarstellung

2.1 Vorgeschichte

Die Elbe mit ihren Nebenflüssen wurde immer wieder bis in die heutige Zeit von Sturmfluten unterschiedlicher Häufigkeit und Höhe heimgesucht. Nach der folgenschwersten Sturmflut für Hamburg am 17. Februar 1962 wurde die Alte Süderelbe zum Mühlenberger Loch hin abgedämmt. Neben Deicherhöhungen und Vordeichen wurden die links- und rechtselbischen Nebenflüsse und Nebenelben durch Sturmflutsperrwerke gesichert. 1978 wurde das Sperrwerk Wischhafen als Sturmflutsicherung durch Niedersachsen in Betrieb genommen. Bereits seit Ende des 19. Jahrhunderts wurde die Fahrrinne der Elbe als Zugang zum Hamburger Hafen immer wieder den wirtschaftlichen und nautischen Anforderungen angepasst [7].



Abbildung 2-1 Die Elbe und Wischhafener Süderelbe 1835

2.2 Ist-Zustand

Durch den Einfluss der Gezeiten, Baggermaßnahmen an der Elbe-Fahrrinne sowie der Vordeichung 1978 gelangen Schwebstoffe in die Wischhafener Süderelbe, welche die Elbe in erheblichen Mengen mit sich führt. Gleichzeitig reicht der Ebbestrom nicht mehr aus, um die Sedimente zurück in die Elbe zu transportieren. Es kommt zur einer erheblichen Verschlickung. Die nutzbare Wassertiefe verringert sich (siehe Abbildung 2-3) [4].



Abbildung 2-2 Die Elbe und Wischhafener Süderelbe



Abbildung 2-3 Wischhafener Süderelbe



Abbildung 2-4 Die Wischhafener Süderelbe

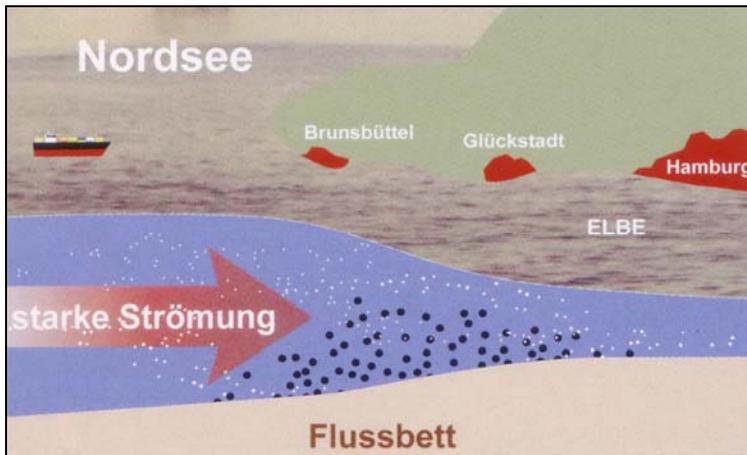


Abbildung 2-5 Elbe Sedimentation Flutstrom

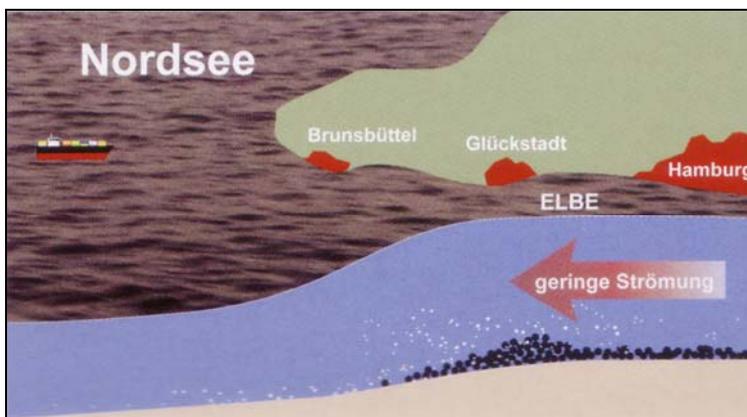


Abbildung 2-6 Elbe Sedimentation Ebbestrom

3 Örtliche Verhältnisse

3.1 Lage

Die Elbinsel Krautsand mit den zu untersuchenden Priele und das Wischhafener Sperrwerk befinden sich zwischen Hamburg (ca. 65 km entfernt) und Cuxhaven in der Nähe der Elbfähre Wischhafen/Glückstadt (siehe Anlage 3 und 4).

Die zu untersuchenden Priele befinden sich östlich von der Wischhafener Süderelbe, auf der Elbinsel Krautsand (ca. auf 15,0 km² verteilt) und werden durch Staubauwerke von der Wischhafener Süderelbe getrennt.

3.2 Topografie

Im Untersuchungsgebiet liegt kaum Geländegefälle vor. Die Geländehöhen liegen im Mittel bei +3,00 mNN (siehe 4.2.1.1).

3.3 Flächennutzung

Die Elbinsel Krautsand (537 Einwohner), Gemeinde Drochtersen im Landkreis Stade, ist eine der 12 Inseln in der Elbe zwischen Hamburg und Nordsee. Die Flächen werden vorwiegend Landwirtschaftlich genutzt.

Kennzeichnend für die Landschaft Krautsands sind verstreut liegende Hofanlagen auf Wurten und Viehweiden sowie Rad- und Wanderwege.

Ein richtiges Dorf hat sich auf Krautsand nie entwickelt. Die Höfe stehen weit von einander entfernt mitten in ihren Ländereien [5] [8].

4 Datengrundlagen, Entwicklungsmöglichkeiten

4.1 Wischhafener Sperrwerk, Sielbauwerk und die Wischhafener Süderelbe (Bestand)

4.1.1 Wischhafener Sperrwerk und Sielbauwerk (Bestand)

Das Sperrwerk Wischhafen grenzt die Wischhafener Süderelbe von der Elbe ab. Es liegt ca. 500 m entfernt vom Anleger der Elbfähre Glückstadt/Wischhafen. In ca. 2 km Entfernung liegt die Ortschaft Wischhafen. Das Sperrwerk wurde 1978 in Betrieb genommen [2]. Es ist eine landeseigene Anlage und wird daher vom NLWKN (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz) betrieben und unterhalten. Zuständig ist die Betriebsstelle Stade.

Das Sperrwerk Wischhafen besteht aus einer Schifffahrtsöffnung und einem Siel (siehe Abbildung 4-1) [3]. Die Sohle liegt bei -5,0 mNN und die Drempeltiefe bei -4,5 mNN. Die Schifffahrtsöffnung, die eine lichte Breite von 20 m hat, kann durch zwei Stemmtorpaare verschlossen werden.

Zweimal in der Woche wird das Sperrwerk Wischhafen gespült. Dabei werden die zweiteiligen Stemmtore sowie das Siel eine Stunde nach Hochwasser (MThw +1,62 mNN) geschlossen. Während der Wasserstand in der Elbe sinkt, bleibt er in der Wischhafener Süderelbe konstant. Wenn eine Wasserstands Differenz von max. 60 cm erreicht ist, werden die Tore geöffnet. Aufgrund von Sturmfluten (> +2,20 mNN) wird das Sperrwerk ca. 45 bis 75 Mal im Jahr geschlossen [3].

Etwa 66,00 m vom Wischhafener Sperrwerk entfernt liegt ein Sielbauwerk. Es besteht aus zwei je 5,0 m breiten Öffnungen. Die Sohle liegt bei -3,0 mNN (siehe Abbildung 4-6 bis Abbildung 4-10). Das Sielbauwerk wird nach Bedarf gespült. Nach der Bestandsaufnahme habe ich mich aufgrund der Verschlickung, insbesondere elbseitig (siehe Abbildung 4-10), entschieden für die hydraulische Berechnungen nur 80% des Querschnittes des Sielbauwerkes anzurechnen.

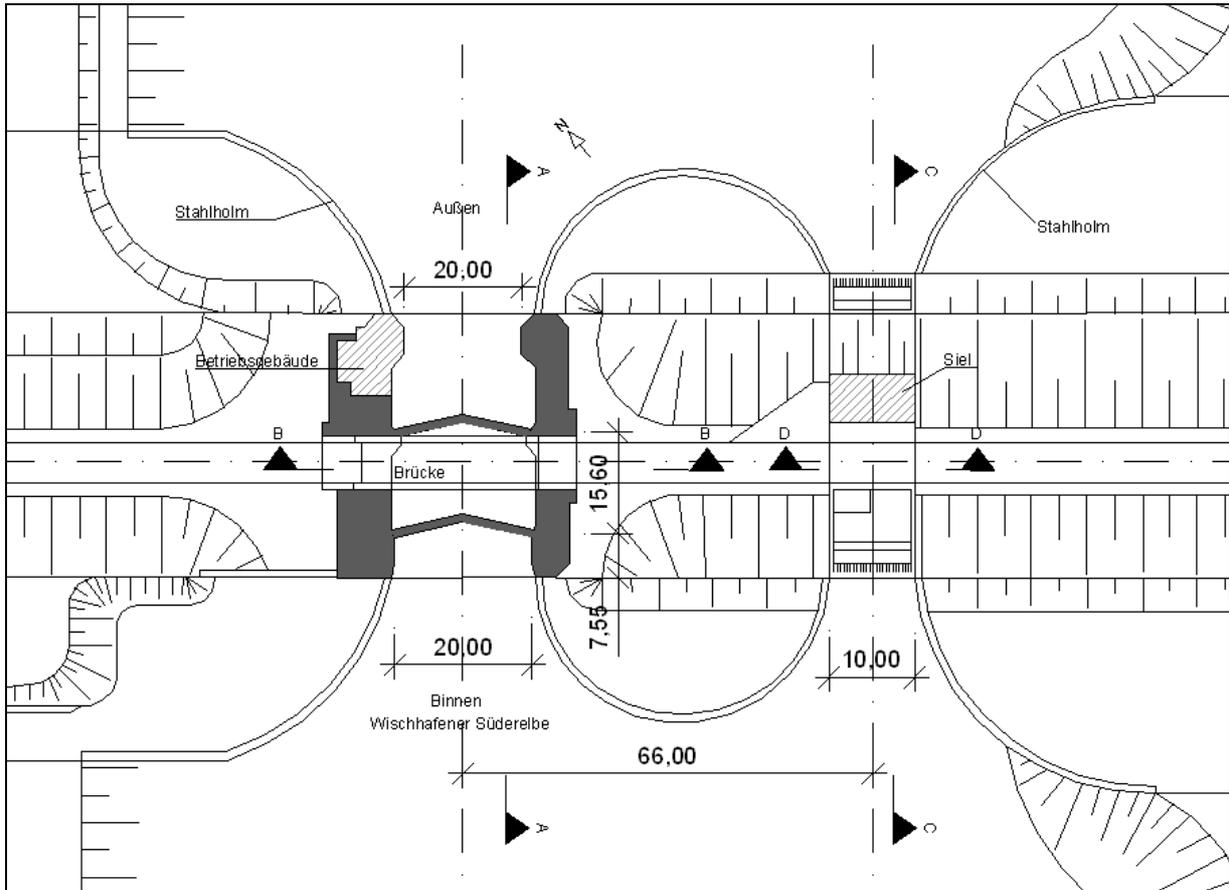


Abbildung 4-1 Grundriss Sperrwerk Wischhafen und Siel

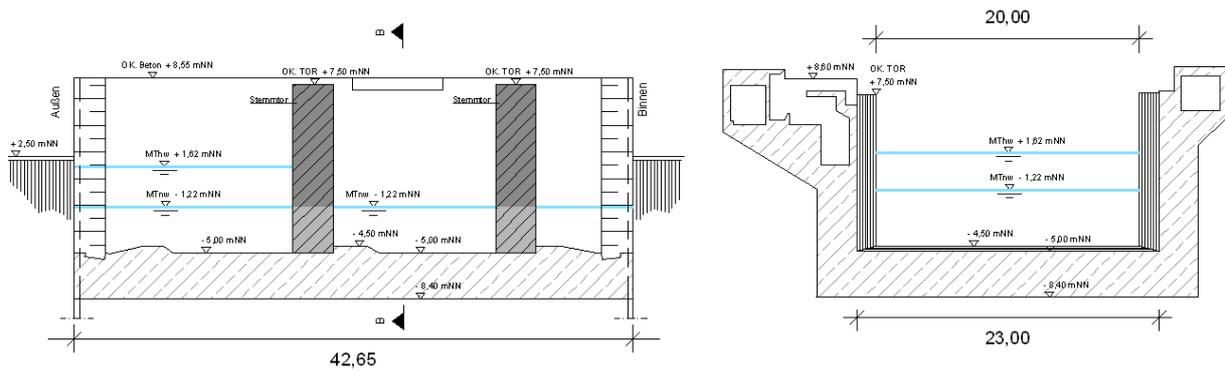


Abbildung 4-2 Sperrwerk Wischhafen Längsschnitt A – A und Querschnitt B – B



Abbildung 4-3 Sperrwerk Wischhafen, elbseitig



Abbildung 4-4 Sperrwerk Wischhafen, binnenseitig (1)



Abbildung 4-5 Sperrwerk Wischhafen, binnenseitig (2)

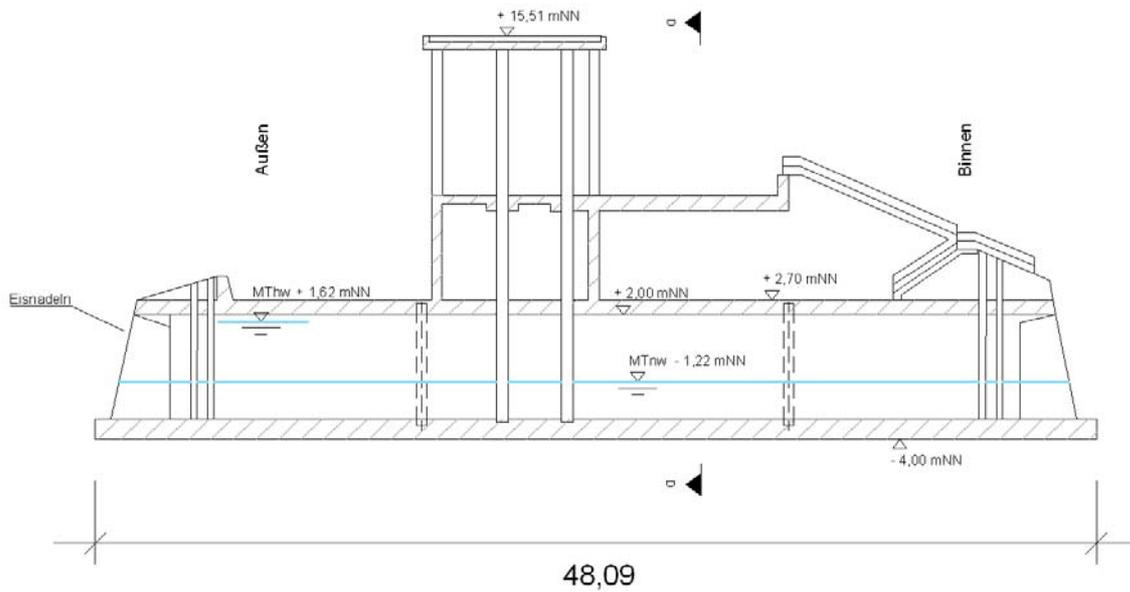


Abbildung 4-6 Sielbauwerk am Sperrwerk Wischhafen Längsschnitt C – C

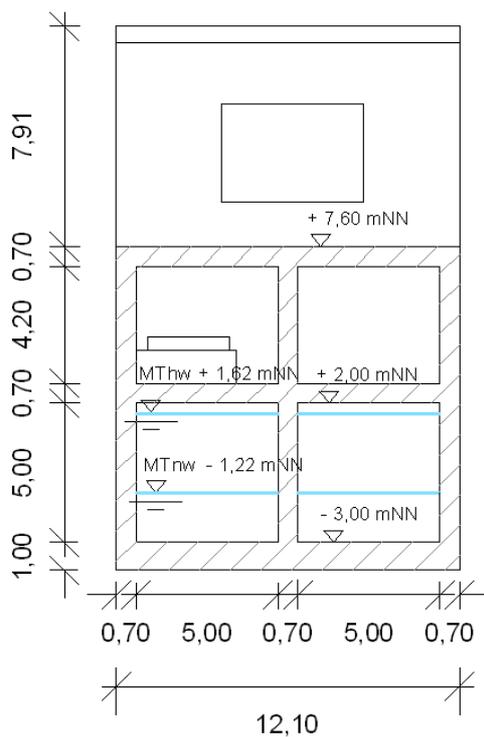


Abbildung 4-7 Sielbauwerk am Sperrwerk Wischhafen Querschnitt D – D



Abbildung 4-8 Sielbauwerk am Sperrwerk
Wischhafen bei Niedrigwasser,
elbseitig (1)



Abbildung 4-9 Sielbauwerk am Wischhafener
Sperrwerk bei Niedrigwasser,
elbseitig (2)



Abbildung 4-10 Sielbauwerk am Wischhafener
Sperrwerk bei Niedrigwasser,
elbseitig (3)

4.1.1.1 Vorhandene Durchflussleistung des Wischhafener Sperrwerkes

Im folgenden Abschnitt wird untersucht, welches Wasservolumen bei Flut in 5,5 h durch das Wischhafener Sperrwerk in die Wischhafener Süderelbe gelangt. Zu Berechnung der Durchflussmenge wird die Kontinuitätsgleichung verwendet. Die Grundlage der Berechnung des mittleren Durchflusses Q_{mittel} ist der Durchflussquerschnitt, ermittelt aus Bauwerksbreite und Tidehub.

Kontinuitätsgleichung	$v = Q / A$
Angenommene mittlere Fließgeschwindigkeit	$v = 1 \text{ m/s}$
Sielbauwerkssohle	- 4,5 mNN
Mittlerer Tidehochwasserstand MThw	+ 1,62 mNN
Mittlerer Tideniedrigwasserstand MTnw	- 1,22 mNN
Min. Durchfluss Sperrwerk MTnw - 1,22 mNN	der mittlere Tideniedrigwasserstand ist sowohl elbseitig als auch binnenseitig immer vorhanden
Durchflussbreite Sperrwerk	$B = 20,00 \text{ m}$
Durchflusshöhe Sperrwerk (Tidehub) bei MThw + 1,62 mNN	$H = \text{MThw} - \text{MTnw} = 1,62 + 1,22 = 2,84 \text{ m}$
Durchflussquerschnitt Sperrwerk bei MThw + 1,62 mNN	$A = B \times H = 2,84 \text{ m} \times 20,00 \text{ m} = 56,80 \text{ m}^2$
Max. Durchfluss Sperrwerk bei MThw + 1,62 mNN	$Q_{\text{max}} = v \times A = 1 \text{ m/s} \times 56,80 \text{ m}^2$ $= 56,80 \text{ m}^3/\text{s} = 204.480 \text{ m}^3/\text{h}$
Min Durchfluss Sperrwerk bei MTnw - 1,22 mNN	$Q_{\text{min}} = 0,00 \text{ m}^3/\text{s}$
Mittlerer Durchfluss Sperrwerk	$Q_{\text{mittel}} = (Q_{\text{max}} + Q_{\text{min}}) / 2 = (56,80 \text{ m}^3/\text{s} + 0,00 \text{ m}^3/\text{s}) / 2 = 28,40 \text{ m}^3/\text{s}$ $= 102.240 \text{ m}^3/\text{h}$
Durchflussmenge Sperrwerk	$V = Q_{\text{mittel}} \times t$ $= 102.240 \text{ m}^3/\text{h} \times 5,5 \text{ h}$ $= \underline{\underline{562.320 \text{ m}^3}}$

4.1.1.2 Differenzierte Berechnung der Durchflussmenge des Wischhafener Sperrwerkes

In der differenzierten Berechnung der Durchflussmenge wird stundenweise die Durchflussmenge ermittelt und im Anschluss summiert. Auf diese Weise wird der Verlauf der Tidekurve (siehe 4.2.2.1 unten) in der Berechnung berücksichtigt.

$$\text{Gesamtdurchflussmenge: } \sum_{i=1}^{5,5} (Q_{\max} + Q_{\min}) / 2 \times t_i$$

Tabelle 4-1 Differenzierte Berechnung der Durchflussmenge des Wischhafener Sperrwerkes

t [h]	1	2	3	4	5	5,5
Wasserstand Anfang [mNN]	- 1,22	- 0,45	+ 0,40	+ 0,93	+ 1,30	+ 1,57
Wasserstand Ende [mNN]	- 0,45	+ 0,40	+ 0,93	+ 1,30	+ 1,57	+ 1,62
Mittlerer Wasserstand [mNN]	- 0,835	- 0,025	+ 0,665	+ 1,115	+ 1,435	+ 1,595
Mittlerer Durchflussquerschnitt [m ²] (B = 20 m)	7,7	8,5	5,3	3,7	2,7	0,5
Angenommene mittlere Fließgeschwindigkeit v [m/s]	1	1	1	1	1	1
Durchflussmenge Sperrwerk V [m ³]	27.720	58.320	77.400	90.720	100.440	102.240
Gesamtdurchfluss V [m³]						456.840

Im Weiteren wird mit einem Gesamtdurchfluss von **456.840 m³** gerechnet.

4.1.1.3 Vorhandene Durchflussleistung des Siels

Im folgenden Abschnitt wird untersucht, welches Wasservolumen bei Flut in 5,5 h durch das Sielbauwerk in die Wischhafener Süderelbe gelangt.

Zu Berechnung der Durchflussmenge wird die Kontinuitätsgleichung verwendet.

Die Grundlage der Berechnung des mittleren Durchflusses Q_{mittel} ist der Durchflussquerschnitt, ermittelt aus Bauwerksbreite und Tidehub.

Kontinuitätsgleichung	$v = Q / A$
Angenommene mittlere Fließgeschwindigkeit	$v = 1 \text{ m/s}$
Sielbauwerkssohle	- 3,0 mNN
Mittlerer Tidehochwasserstand MThw	+ 1,62 mNN
Mittlerer Tideniedrigwasserstand MTnw	- 1,22 mNN
Min. Durchfluss Siel MTnw - 1,22 mNN	der mittlere Tideniedrigwasserstand ist sowohl elbseitig als auch binnenseitig immer vorhanden
Durchflussbreite Siel	$B = 5,00 \text{ m}$
Durchflusshöhe Siel (Tidehub) bei MThw + 1,62 mNN	$H = \text{MThw} - \text{MTnw} = 1,62 + 1,22 = 2,84 \text{ m}$
Durchflussquerschnitt Siel bei MThw + 1,62 mNN	$A = B \times H = 2,84 \text{ m} \times 5,00 \text{ m} \times 2 \text{ Stück} =$ $28,40 \text{ m}^2$
Max. Durchfluss Siel bei MThw + 1,62 mNN	$Q_{\text{max}} = v \times A = 1 \text{ m/s} \times 28,40 \text{ m}^2$ $= 28,40 \text{ m}^3/\text{s} = 102.240 \text{ m}^3/\text{h}$
Min Durchfluss Siel bei MTnw - 1,22 mNN	$Q_{\text{min}} = 0,00 \text{ m}^3/\text{s}$
Mittlerer Durchfluss Sielbauwerk	$Q_{\text{mittel}} = (Q_{\text{max}} + Q_{\text{min}}) / 2 = (28,40 \text{ m}^3/\text{s} +$ $0,00 \text{ m}^3/\text{s}) / 2 = 14,20 \text{ m}^3/\text{s}$ $= 51.120,00 \text{ m}^3/\text{h}$
Durchflussmenge Siel	$V = Q_{\text{mittel}} \times t$ $= 51.120 \text{ m}^3/\text{h} \times 5,5 \text{ h}$ $= \underline{\underline{281.160 \text{ m}^3}}$

4.1.1.4 Differenzierte Berechnung der Durchflussmenge des Siels

In der differenzierten Berechnung der Durchflussmenge wird stundenweise die Durchflussmenge ermittelt und im Anschluss summiert.

Auf diese Weise wird der Verlauf der Tidekurve (siehe 4.2.2.1 unten) in der Berechnung berücksichtigt.

$$\text{Gesamtdurchflussmenge: } \sum_{i=1}^{5,5} (Q_{\max} + Q_{\min}) / 2 \times t_i$$

Tabelle 4-2 Differenzierte Berechnung der Durchflussmenge des Siels

t [h]	1	2	3	4	5	5,5
Wasserstand Anfang [mNN]	- 1,22	- 0,45	+ 0,40	+ 0,93	+ 1,30	+ 1,57
Wasserstand Ende [mNN]	- 0,45	+ 0,40	+ 0,93	+ 1,30	+ 1,57	+ 1,62
Mittlerer Wasserstand [mNN]	- 0,835	- 0,025	+ 0,665	+ 1,115	+ 1,435	+ 1,595
Mittlerer Durchflussquerschnitt [m ²] (B = 2 x 5,00 m = 10,00 m)	3,85	4,25	5,3	1,85	1,35	0,25
Angenommene mittlere Fließgeschwindigkeit v [m/s]	1	1	1	1	1	1
Durchflussmenge Sperrwerk V [m ³]	13.860	29.160	38.700	45.360	50.220	51.120
Gesamtdurchfluss V [m³]						228.420

Von Zeit zu Zeit verschlickt das Sielbauwerk, insbesondere elbseitig vor der Öffnung (siehe Abbildung 4-10). Dies führt zu einer geringeren Durchflussleistung. Daher wird im Weiteren mit einer um ca. 20% abgeminderten Durchflussmenge von **180.000 m³** gerechnet.

4.1.2 Gesamtdurchflussleistung Wischhafener Sperrwerk und Sielbauwerk

Die Gesamtdurchflussmenge vom Wischhafener Sperrwerk und dem Siel ergibt sich zu **640.000 m³** bei einer angenommenen mittleren Fließgeschwindigkeit von $v = 1$ m/s. Die mittlere Fließgeschwindigkeit wird im Abschnitt 4.1.3 überprüft.

4.1.3 Überprüfung der Fließgeschwindigkeit am Wischhafener Sperrwerk und Sielbauwerk

Die Auswertung der eigenen Vermessung von Hoch- und Niedrigwasserständen in der Wischhafener Süderelbe sowie der vorhandenen Daten der benachbarten Schöpfwerke ermöglicht eine Rückrechnung auf das tatsächlich vorhandene Stauvolumen.

Die Wischhafener Süderelbe hat vom Wischhafener Sperrwerk bis zum zum Dornbuscher Hafen eine Länge von 6.259 m und bis zum siebten Sielbauwerk 7.645 m. Die Breite der Wischhafener Süderelbe beim Wischhafener Sperrwerk beträgt binnenseitig ca. 90,00 m und im Dornbuscher Hafen ca. 16,00 m. Die Sohle der Wischhafener Süderelbe liegt im Wischhafener Sperrwerk bei -5,00 mNN und im Dornbuscher Hafen bei -0,11 mNN (siehe Abbildung 4-11). Das Wasser erreicht im Dornbuscher Hafen den MThw von +1,62 mNN.

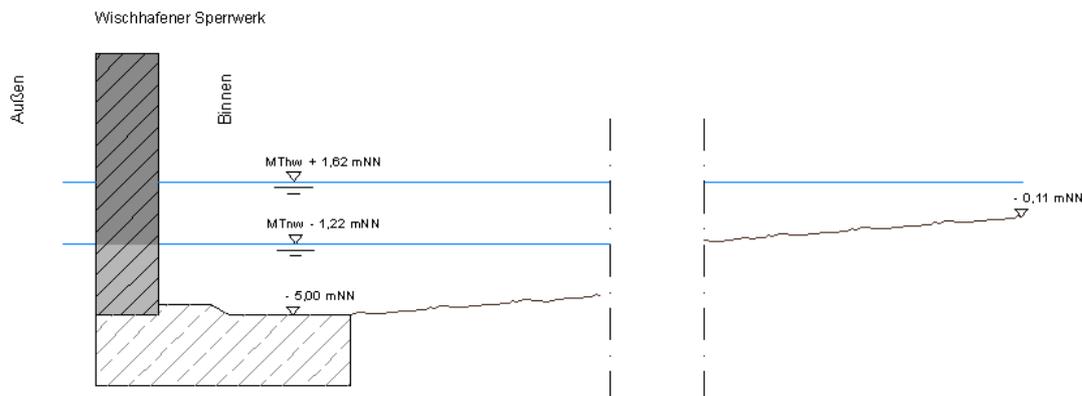


Abbildung 4-11 Längsschnitt A - A Wischhafener Süderelbe

Speicherkapazität
Wischhafener Süderelbe

$$\begin{aligned} V &= Q \times L \\ &= \text{mittlerer Querschnitt} \times \text{Länge} \\ &= 121 \text{ m}^2 \times 9.200 \text{ m} \\ &\approx 1.120.000 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Bei Flut fließen insgesamt etwa **1.120.000 m³** Wasser in die Wischhafener Süderelbe. Daraus lässt sich die vorhandene mittlere Fließgeschwindigkeit abweichend von der Berechnungsannahme zu ca. $v = 2$ m/s rückrechnen.

Kontinuitätsgleichung	$v = Q / A$
Durchfluss Sperrwerk bei MThw + 1,62 mNN	$Q = ((V/ h)/ 3600) = ((1.120.000 \text{ m}^3 / 5,5 \text{ h})/ 3600) = 56,80 \text{ m}^3/\text{s}$
Durchflussbreite Sperrwerk	$B = 20,00 \text{ m}$
Durchflusshöhe Sperrwerk (Tidehub) bei MThw + 1,62 mNN	$H = MThw - MTnw = 1,62 + 1,22 = 2,84 \text{ m}$
Mittlerer Durchflussquerschnitt Sperrwerk bei MThw + 1,62 mNN	$A = (B \times H)/ 2 = 2,84 \text{ m} \times 20,00 \text{ m} = 28,28 \text{ m}^2$
Mittlere Fließgeschwindigkeit	$v = Q / A = 56,80 \text{ m}^3/\text{s} / 28,28 \text{ m}^2 = 2 \text{ m/s}$

4.2 Variante 1: Priele

4.2.1 Bestandsaufnahme

4.2.1.1 Vermessung

Auf der Elbinsel Krautsand befinden sich sieben Priele (siehe Anlage 4 und 5). Die Priele werden durch Staubauwerke (siehe 4.2.1.3) von der Wischhafener Süderelbe getrennt.

Ich habe den Wasserstand, die Grabenquerschnitte, Lage und Höhe der Priele aufgemessen. Bei den Staubauwerken habe ich zusätzlich die Öffnungsmaße aufgemessen (siehe Anlage 6.1).

Im Dornbuscher Hafen (siehe Anlage 4) habe ich den Querschnitt der Wischhafener Süderelbe und den Wasserstand bei Niedrigwasser aufgemessen.

Die Vermessung erfolgte mit dem GPS900 System (siehe 4.2.1.2).

Tabelle 4-3 Vermessungsergebnisse Prielsysteme und Sielbauwerke

Nr.				Vermessungspunkte	
Priel	Sielbauwerk	Länge [m]	Grabenquerschnitte [Stck.]	Priel	Sielbauwerk
1	1	4.800	8	65	14
2	2	757	2	16	9
3	3	1.110	2	8	9
4	4	2.225	3	25	8
5	5	2.143	2	15	12
6	6	6.441	4	64	8
7	7	2.067	2	40	18
Σ		19.543	23	233	78
Summe der Vermessungspunkte					311

4.2.1.2 GPS



Bild 4-1 Leica GPS900

Nach einer Einweisung erfolgte die Vermessung der Priele mit der bewährten GPS-Technologie von Leica. Dafür wurde das neue Leica GPS900 System verwendet. Eine einfache, schnelle und zuverlässige Lösung, die sich ideal als Ein-Mann-System zur Absteckung oder für Geländeaufnahmen eignet.

Leica GPS900 besteht aus einer ATX900 GG GNSS Bluetooth Antenne, einem RX900 Controller, dem GFU Funkmodem und dem GHT56 Halter. Die Genauigkeit ist von einer Vielzahl von Faktoren, wie z. B. der Anzahl der beobachteten Satelliten, der Geometrie der Satellitenkonstellation, der Beobachtungsdauer, der Ephemeridengenauigkeit, ionosphärischen Strömungen, Mehrwegeeffekten und der Qualität der Lösung der Phasenmehrdeutigkeiten abhängig. Für die Vermessung wurde das Sapos - Korrektursignal verwendet. Da keine Einpassung in das örtliche Lage- und Höhenetz erfolgte, ist mit Abweichungen der Messwerte im Dezimeterbereich zu rechnen.

Bei einer Überprüfung der gemessenen Höhen durch ein Nivellement von einem amtlichen Festpunkt wurde eine Abweichung in der Höhe von rund 20 cm festgestellt.

4.2.1.3 Sielbauwerke

Im Abschlussbereich von insgesamt 7 Prielen sind Staubauwerke aus Beton angelegt (siehe Anlage 4). Elbseitig sind sie mit einer Rückstauklappe aus Stahl und prielseitig mit einer Doppelschottstauanlage mit Schütztafeln aus Holz ausgestattet (siehe Bild 4-2 bis Bild 4-14). Die Doppelschottstauanlagen sind zum Absperren von Kanälen, Auslassen, Sielen, Durchlassen usw. geeignet. Die sieben Sielbauwerke sind manuell bedienbar.

Das Sielbauwerk Nr.1 am Priel 1 hat als einziges Bauwerk eine zweite Deichsicherheit. Elbseitig ist eine zusätzliche Schütztafel angebracht (siehe Bild 4-2).

Die Rückstauklappen aus Stahl verhindern das unkontrollierte Eindringen des Wassers aus der Wischhafener Süderelbe. Mit Hilfe der Doppelschottstauanlagen ist es möglich, den Wasserstand in den Prielen zu regulieren.

Sielbauwerk 1



Bild 4-2 Siel 1, elbseitig

1 x Schütztafel
Öffnung: 2,50 m x 4,00 m
Möglicher Durchflussquerschnitt:
 $A = 10 \text{ m}^2$
1 x Rückstauklappe
Öffnung: 1,92 m x 4,00 m
Möglicher Durchflussquerschnitt:
 $A = 7,68 \text{ m}^2$



Bild 4-3 Siel 1, prielseitig

2 x Schütztafel
Öffnung: 2,30 m x 3,60 m
Möglicher Durchflussquerschnitt:
 $A = 8,28 \text{ m}^2$

Sielbauwerk 2



1 x Rückstauklappe
Öffnung: 2,00 m x 4,20 m
Möglicher Durchflussquerschnitt:
 $A = 8,40 \text{ m}^2$

Bild 4-4 **Siel 2, elbseitig**



2 x Schütztafel
Öffnung: 2,00 m x 3,93 m
Möglicher Durchflussquerschnitt:
 $A = 7,86 \text{ m}^2$

Bild 4-5 **Siel 2, prielseitig**

Sielbauwerk 3



Bild 4-6 Siele 3, elbseitig

1 x Rückstauklappe
Öffnung: 2,00 m x 4,20 m
Möglicher Durchflussquerschnitt:
 $A = 8,40 \text{ m}^2$



Bild 4-7 Siele 3, prielseitig

2 x Schütztafel
Öffnung: 2,00 m x 3,85 m
Möglicher Durchflussquerschnitt:
 $A = 7,70 \text{ m}^2$

Sielbauwerk 4



Bild 4-8 **Siel 4, elbseitig**

1 x Rückstauklappe
Öffnung: 2,00 m x 4,05 m
Möglicher
Durchflussquerschnitt:
 $A = 8,10 \text{ m}^2$

2 x Schütztafel
Öffnung: 2,00 m x 3,75 m
Möglicher
Durchflussquerschnitt:
 $A = 7,50 \text{ m}^2$

Sielbauwerk 5



1 x Rückstauklappe
Öffnung: 2,00 m x 4,00 m
Möglicher
Durchflussquerschnitt:
 $A = 8,00 \text{ m}^2$

Bild 4-9 **Siel 5, elbseitig**



2 x Schütztafel
Öffnung: 2,00 m x 3,75 m
Möglicher Durchflussquerschnitt:
 $A = 7,50 \text{ m}^2$

Bild 4-10 **Siel 5, prielseitig**

Sielbauwerk 6



Bild 4-11 Siel 6, elbseitig

1 x Rückstauklappe
Öffnung: 3,00 m x 3,55 m
Möglicher
Durchflussquerschnitt:
 $A = 10,65 \text{ m}^2$



Bild 4-12 Siel 6, prielseitig

2 x Schütztafel
Öffnung: 3,00 m x 3,65 m
Möglicher Durchflussquerschnitt:
 $A = 10,95 \text{ m}^2$

Sielbauwerk 7



Bild 4-13 Siel 7, elbseitig

1 x Rückstauklappe
Öffnung: 2,00 m x 4,20 m
Möglicher Durchflussquerschnitt:
 $A = 8,40 \text{ m}^2$



Bild 4-14 Siel 7, prielseitig

2 x Schütztafel
Öffnung: 2,00 m x 3,65 m
Möglicher Durchflussquerschnitt:
 $A = 10,95 \text{ m}^2$

4.2.2 Variante 1.1: Ermittlung der Speicherkapazität der vorh. Priele

Eine der drei Möglichkeiten, die Wischhafener Süderelbe zu spülen, wäre die Zwischenspeicherung der Tide in den 7 vorhandenen Prielen.

Bei der Ermittlung der max. Speicherkapazität der Priele bin ich von dem mittleren Tidehochwasserstand $M_{Thw} + 1,62$ mNN in der Wischhafener Süderelbe ausgegangen [B]. Um die max. Speicherkapazität der Priele ausnutzen zu können und eine möglichst große Spülwirkung in der Wischhafener Süderelbe zu erzielen, muss in der Wischhafener Süderelbe der mittlere Tidehochwasserstand $M_{Thw} + 1,62$ mNN erreicht werden.

Aus der Berechnung in 4.1.3 geht hervor, dass zum einen in die Wischhafener Süderelbe $1.120.000 \text{ m}^3$ Wasser gelangen und zum anderen, dass das M_{Thw} in der Wischhafener Süderelbe erreicht wird.

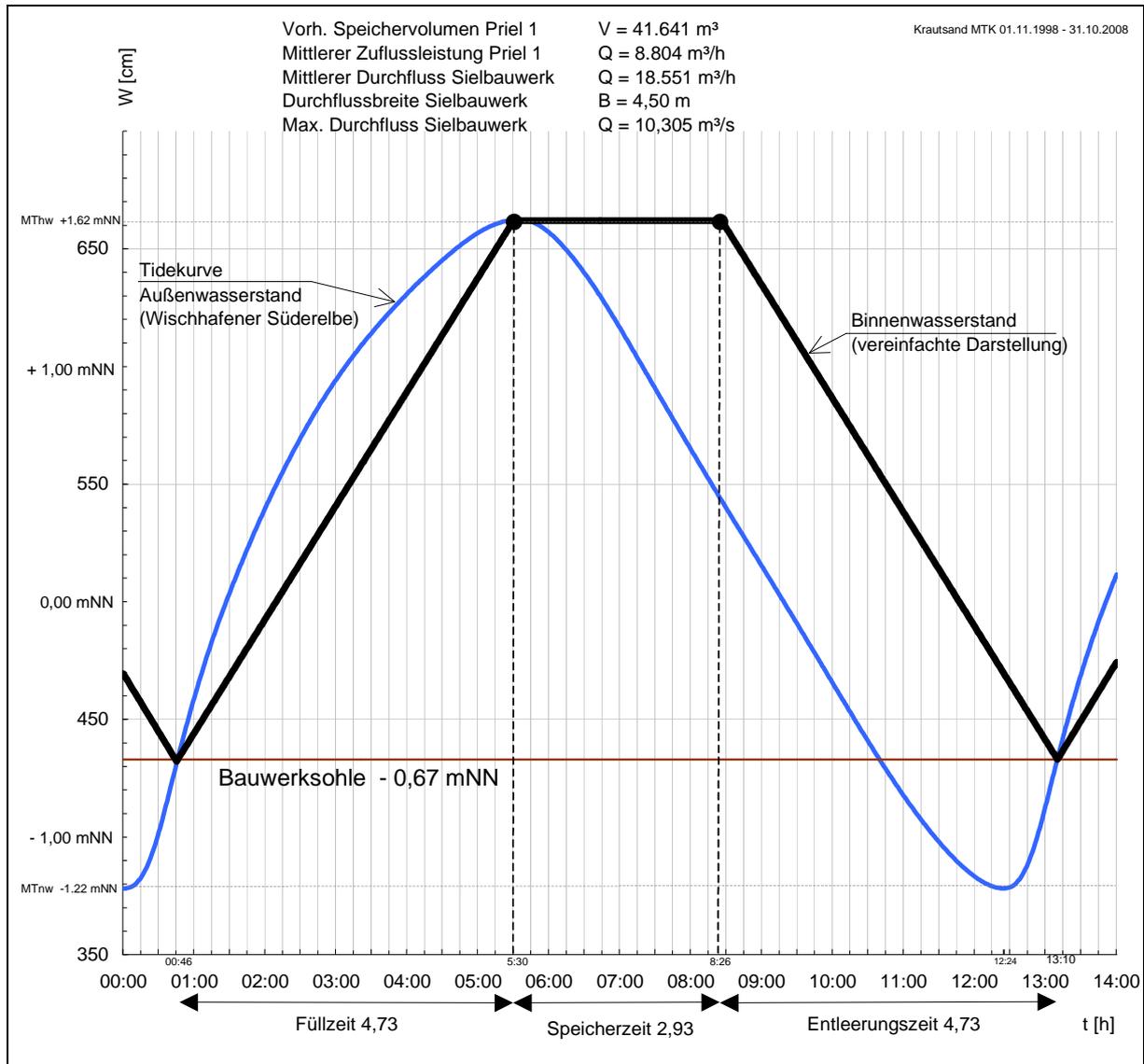
Ob genügend schwebstoffarmes Wasser in die Wischhafener Süderelbe gelangen kann, um die Priele ausnutzen zu können, wird in 4.4.3 untersucht.

In den folgenden Abschnitten wird untersucht, welches Wasservolumen bei Flut in 5,5 h durch die Sielbauwerke in die Priele gelangen kann und wie viel in den Prielen gespeichert werden kann.

Zu Berechnung der Durchflussmenge wird die Kontinuitätsgleichung verwendet. Die Grundlage der Berechnung des mittleren Durchflusses Q_{mittel} ist der Durchflussquerschnitt, ermittelt aus Bauwerksbreite und Tidehub.

4.2.2.1 Priel 1

Tabelle 4-4 Wasserstandsverlauf elb-und binnenseitig



Ermittlung der Binnenwasserstandskurve:

Sielbauwerkssohle - 0,67 mNN

Mittlerer Tidehochwasserstand MThw + 1,62 mNN

Mittlerer Tideniedrigwasserstand MTnw - 1,22 mNN

Füllzeit t siehe Tabelle 4-4

Entleerungszeit t	Entleerungszeit t = Füllzeit t 4,73 h = 4,73 h
Speicherzeit t	t = Tidedauer – (Füllzeit + Entleerungszeit) = 12,4 h – (4,73 h + 4,73 h) = 2,93 h

Erforderliche Zuflussleistung in den Priel:

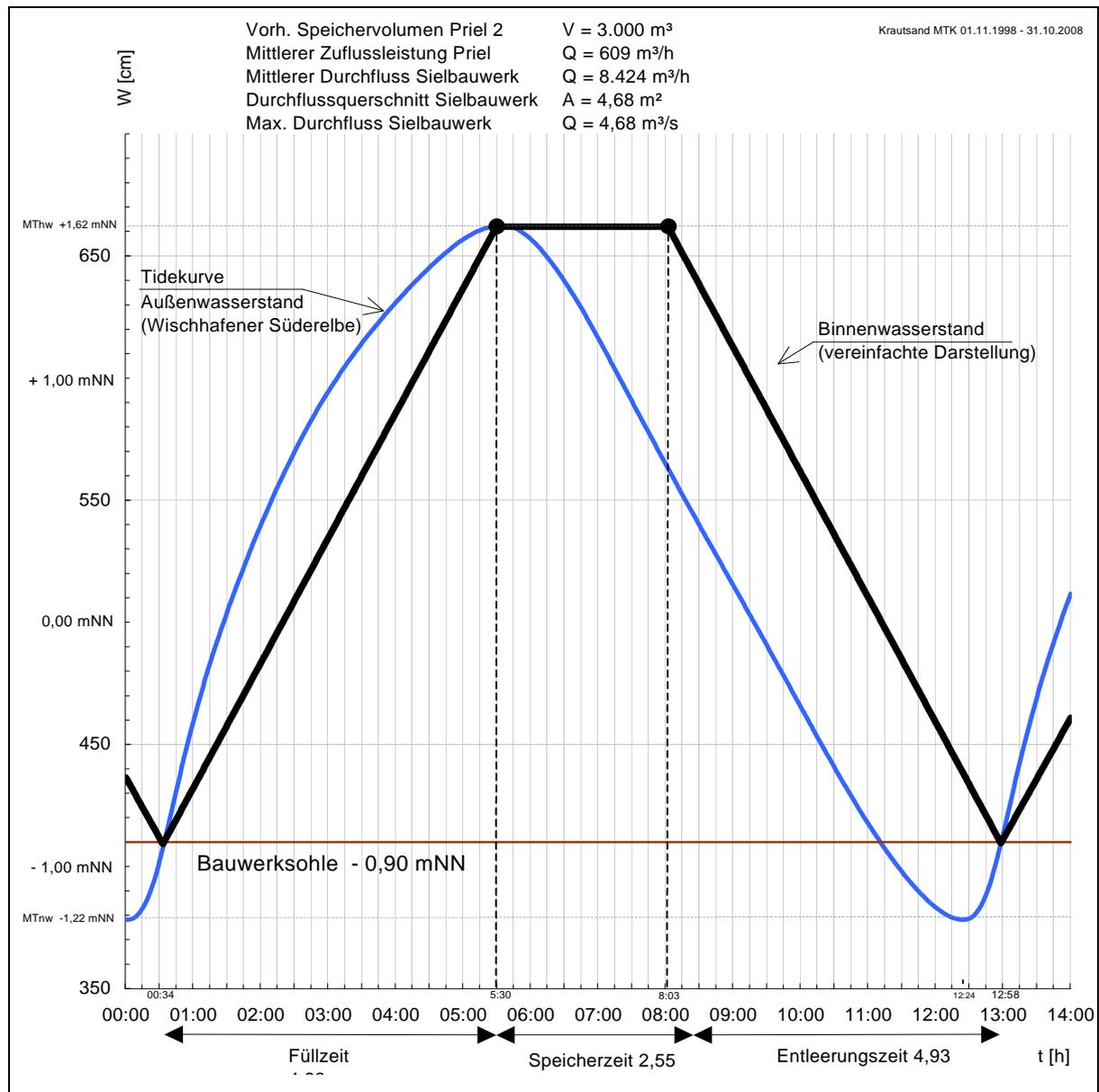
Vorh. Speichervolumen Priel 1	V = mittlerer Querschnitt x Länge = 8,4 m ² x 5.000 m = 41.641 m ³ (siehe Anlage 5.1)
Zuflussleistung Priel 1	Q _{mittel} = V / t = 41.641 m ³ / 4,73h = 8.804 m ³ /h

Vorhandene Durchflussleistung des Sielbauwerkes:

Kontinuitätsgleichung	v = Q / A
Angenommene mittlere Fließgeschwindigkeit	v = 1 m/s
Durchflussbreite Sielbauwerk	B = 4,50 m
Durchflusshöhe Sielbauwerk bei MThw + 1,62 mNN	H = 2,29 m (siehe Anlage 6.1)
Durchflussquerschnitt Sielbauwerk	A = B x H = 4,50 m x 2,29 m = 10,305 m ²
Max. Durchfluss Sielbauwerk	Q _{max} = v x A = 1 m/s x 10,305 m ² = 10,305 m ³ /s (bei Hochwasser)
Min Durchfluss Sielbauwerk	Q _{min} = 0,00 m ³ /s (Wasserstand = Bauwerkssohle)
Mittlerer Durchfluss Sielbauwerk	Q _{mittel} = (Q _{max} + Q _{min}) / 2 = 10,305 m ³ /s / 2 = 5,153 m ³ /s = 18.551 m ³ /h
Durchflussmenge Sielbauwerk	V = Q _{mittel} x t = 18.551 m ³ /h x 4,73 h = 87.745 m ³
Nachweis:	vorh. Q _{mittel} > erf. Q _{mittel} 18.551 m ³ /h > 8.804 m ³ /h

4.2.2.2 Priel 2

Tabelle 4-5 Wasserstandsverlauf elb- und binnenseitig



Ermittlung der Binnenwasserstandskurve:

Sielbauwerkssohle	- 0,90 mNN
Mittlerer Tidehochwasserstand MThw	+ 1,62 mNN
Mittlerer Tideniedrigwasserstand MTnw	- 1,22 mNN

Füllzeit t siehe Tabelle Tabelle 4-5

Entleerungszeit t	Entleerungszeit t = Füllzeit t 4,93 h = 4,93 h
Speicherzeit t	t = Tidedauer – (Füllzeit + Entleerungszeit) = 12,4 h – (4,93 h + 4,93 h) = 2,55 h

Erforderliche Zuflussleistung in den Priel:

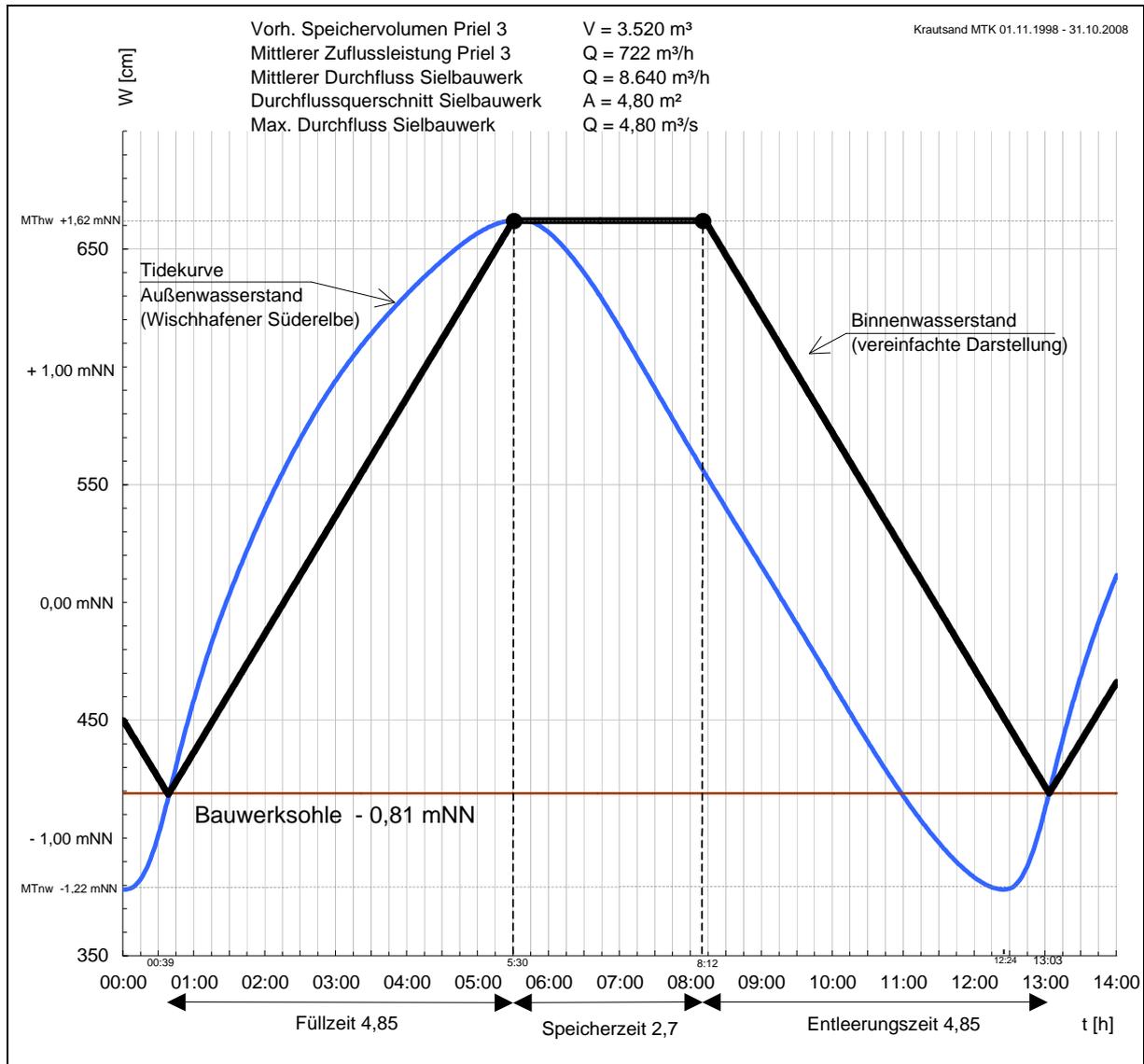
Vorh. Speichervolumen Priel 2	V = mittlerer Querschnitt x Länge = 3,9 m ² x 757 m = 3.000 m ³ (siehe Anlage 5.1)
Zuflussleistung Priel 2	Q _{mittel} = V / t = 3.000 m ³ / 4,93 h = 609 m ³ /h

Vorhandene Durchflussleistung des Sielbauwerkes:

Kontinuitätsgleichung	v = Q / A
Angenommene mittlere Fließgeschwindigkeit	v = 1 m/s
Durchflussbreite Sielbauwerk	B = 2,00 m
Durchflusshöhe Sielbauwerk bei MThw + 1,62 mNN	H = 2,34 m (siehe Anlage 6.1)
Durchflussquerschnitt Sielbauwerk	A = B x H = 2,00 m x 2,34 m = 4,68 m ²
Max. Durchfluss Sielbauwerk	Q _{max} = v x A = 1 m/s x 4,68 m ² = 4,68 m ³ /s (bei Hochwasser)
Min Durchfluss Sielbauwerk	Q _{min} = 0,00 m ³ /s (Wasserstand = Bauwerkssohle)
Mittlerer Durchfluss Sielbauwerk	Q _{mittel} = (Q _{max} + Q _{min}) / 2 = 4,68 m ³ /s / 2 = 2,34 m ³ /s = 8.424 m ³ /h
Durchflussmenge Sielbauwerk	V = Q _{mittel} x t = 8.424 m ³ /h x 4,93 h = 41.500 m ³
Nachweis:	vorh. Q _{mittel} > erf. Q _{mittel} 8.424 m ³ /h > 609 m ³ /h

4.2.2.3 Priel 3

Tabelle 4-6 Wasserstandsverlauf elb- und binnenseitig



Ermittlung der Binnenwasserstandskurve:

Sielbauwerkssohle - 0,81 mNN
 Mittlerer Tidehochwasserstand MThw + 1,62 mNN
 Mittlerer Tideniedrigwasserstand MTnw - 1,22 mNN

Füllzeit t siehe Tabelle 4-6

Entleerungszeit t	Entleerungszeit t = Füllzeit t 4,85 h = 4,85 h
Speicherzeit t	t = Tidedauer – (Füllzeit + Entleerungszeit) = 12,4 h – (4,85 h + 4,85 h) = 2,7 h

Erforderliche Zuflussleistung in den Priel:

Vorh. Speichervolumen Priel 3	V = mittlerer Querschnitt x Länge = 4,1 m ² x 850 m = 3.520 m ³ (siehe Anlage 5.1)
Zuflussleistung Priel 3	Q _{mittel} = V / t = 3.520 m ³ / 4,85 h = 722 m ³ /h

Vorhandene Durchflussleistung des Sielbauwerkes:

Kontinuitätsgleichung	v = Q / A
Angenommene mittlere Fließgeschwindigkeit	v = 1 m/s
Durchflussbreite Sielbauwerk	B = 2,00 m
Durchflusshöhe Sielbauwerk bei MThw + 1,62 mNN	H = 2,40 m (siehe Anlage 6.1)
Durchflussquerschnitt Sielbauwerk	A = B x H = 2,00 m x 2,40 m = 4,80 m ²
Max. Durchfluss Sielbauwerk	Q _{max} = v x A = 1 m/s x 4,80 m ² = 4,80 m ³ /s (bei Hochwasser)
Min Durchfluss Sielbauwerk	Q _{min} = 0,00 m ³ /s (Wasserstand = Bauwerkssohle)
Mittlerer Durchfluss Sielbauwerk	Q _{mittel} = (Q _{max} + Q _{min}) / 2 = 4,80 m ³ /s / 2 = 2,40 m ³ /s = 8.640 m ³ /h
Durchflussmenge Sielbauwerk	V = Q _{mittel} x t = 8.640 m ³ /h x 4,85 h = 41.904 m ³
Nachweis:	vorh. Q _{mittel} > erf. Q _{mittel} 8.640 m ³ /h > 722 m ³ /h

Entleerungszeit t	Entleerungszeit t = Füllzeit t 5,02 h = 5,02 h
Speicherzeit t	t = Tidedauer – (Füllzeit + Entleerungszeit) = 12,4 h – (5,02 h + 5,02 h) = 2,36 h

Erforderliche Zuflussleistung in den Priel:

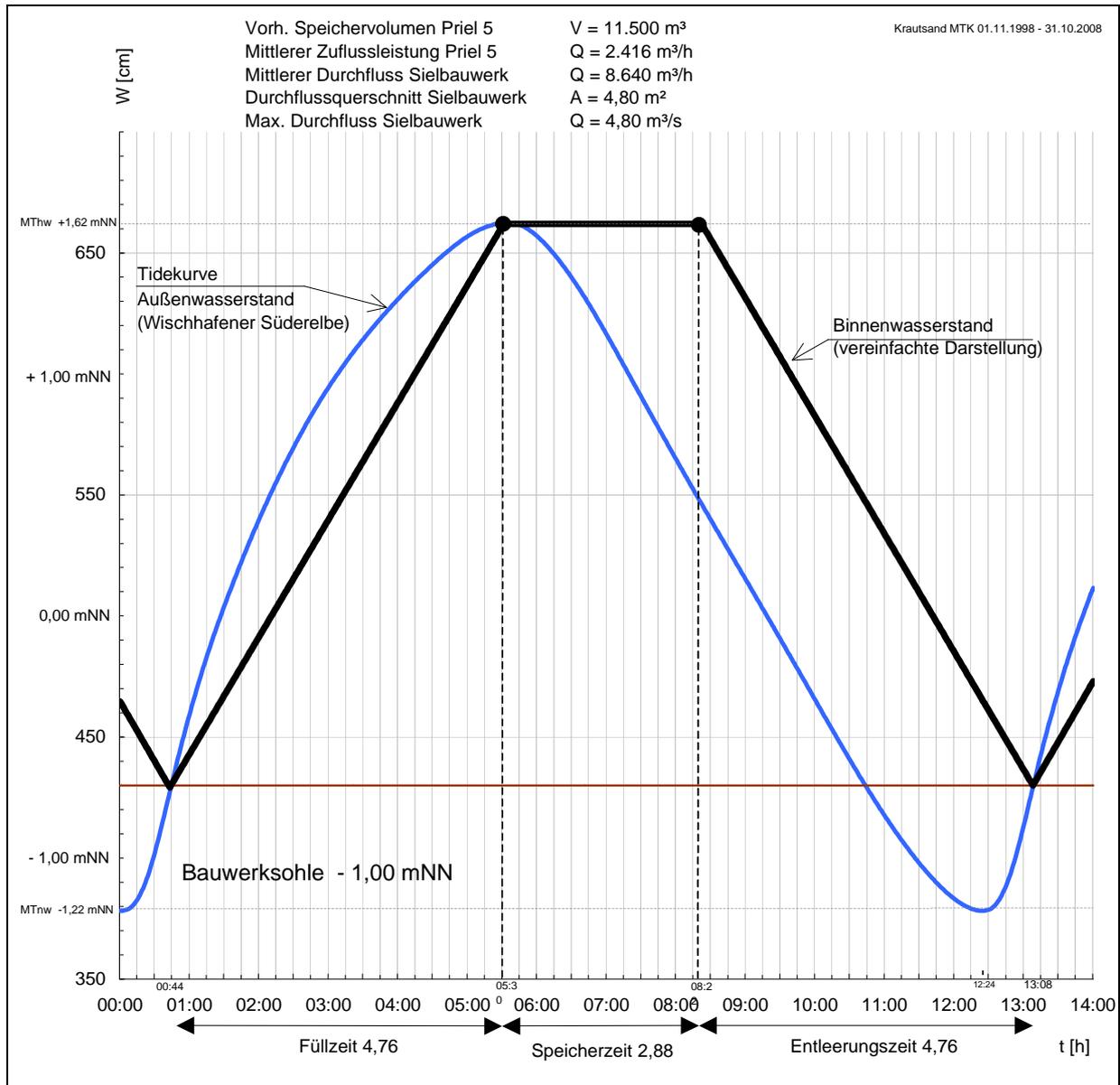
Vorh. Speichervolumen Priel 4	V = mittlerer Querschnitt x Länge = 6,4 m ² x 2.225 m = 14.098 m ³ (siehe Anlage 5.1)
Zuflussleistung Priel 4	Q _{mittel} = V / t = 14.098 m ³ / 5,02 h = 2.808 m ³ /h

Vorhandene Durchflussleistung des Sielbauwerkes:

Kontinuitätsgleichung	v = Q / A
Angenommene mittlere Fließgeschwindigkeit	v = 1 m/s
Durchflussbreite Sielbauwerk	B = 2,00 m
Durchflusshöhe Sielbauwerk bei MThw + 1,62 mNN	H = 2,33 m (siehe Anlage 6.1)
Durchflussquerschnitt Sielbauwerk	A = B x H = 2,00 m x 2,33 m = 4,66 m ²
Max. Durchfluss Sielbauwerk	Q _{max} = v x A = 1 m/s x 4,66 m ² = 4,66 m ³ /s (bei Hochwasser)
Min Durchfluss Sielbauwerk	Q _{min} = 0,00 m ³ /s (Wasserstand = Bauwerkssohle)
Mittlerer Durchfluss Sielbauwerk	Q _{mittel} = (Q _{max} + Q _{min}) / 2 = 4,66 m ³ /s / 2 = 2,33 m ³ /s = 8.388 m ³ /h
Durchflussmenge Sielbauwerk	V = Q _{mittel} x t = 8.388 m ³ /h x 5,02 h = 42.108 m ³
Nachweis:	vorh. Q _{mittel} > erf. Q _{mittel} 8.388 m ³ /h > 2.808 m ³ /h

4.2.2.5 Priel 5

Tabelle 4-8 Wasserstandsverlauf elb- und binnenseitig



Ermittlung der Binnenwasserstandskurve:

Sielbauwerkssohle - 0,70 mNN

Mittlerer Tidehochwasserstand MThw + 1,62 mNN

Mittlerer Tideniedrigwasserstand MTnw - 1,22 mNN

Füllzeit t siehe Tabelle 4-8

Entleerungszeit t	Entleerungszeit t = Füllzeit t 4,76 h = 4,76 h
Speicherzeit t	t = Tidedauer – (Füllzeit + Entleerungszeit) = 12,4 h – (4,76 h + 4,76 h) = 2,88 h

Erforderliche Zuflussleistung in den Priel:

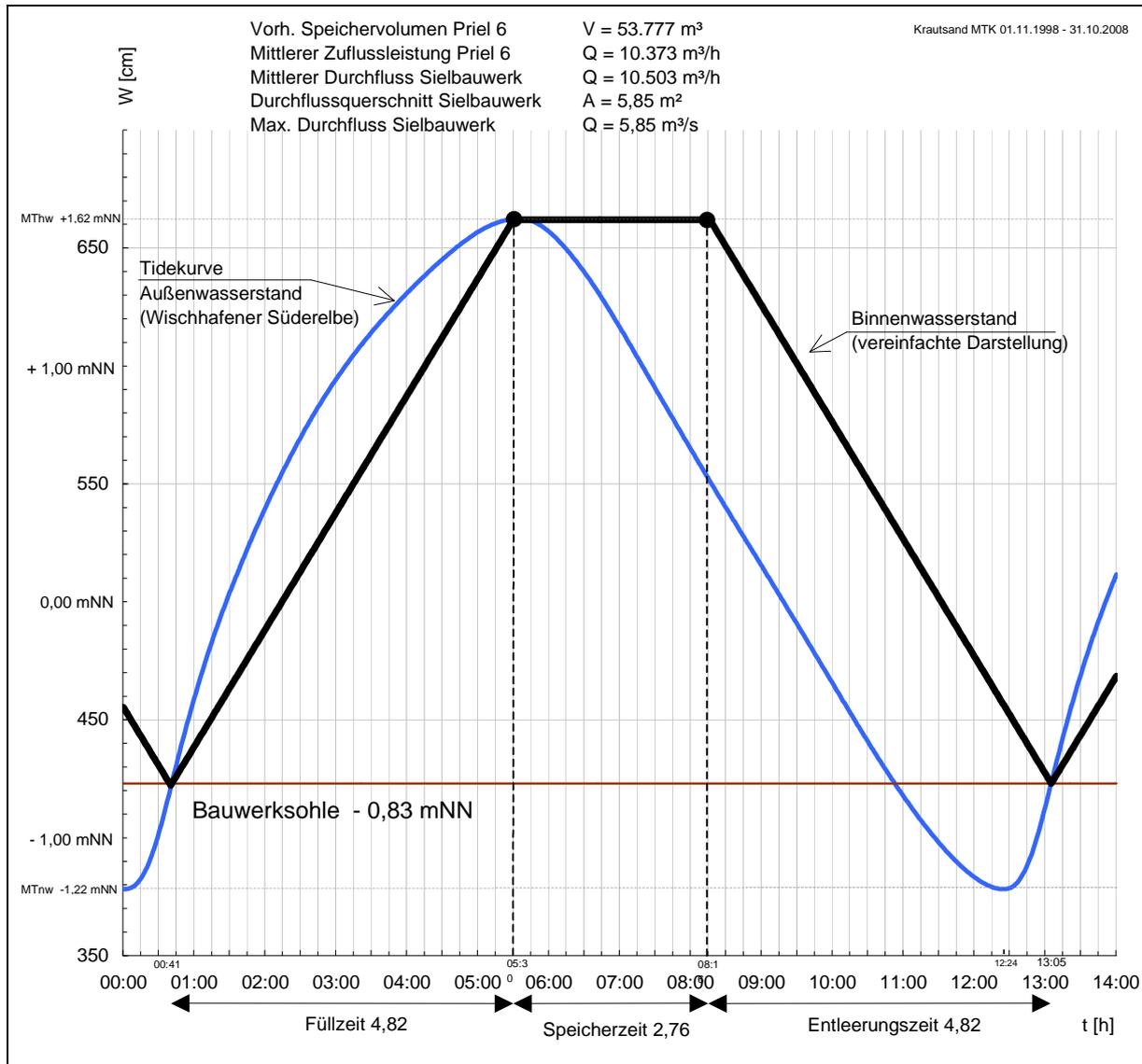
Vorh. Speichervolumen Priel 5	V = mittlerer Querschnitt x Länge = 5,4 m ² x 2.143 m = 11.500 m ³ (siehe Anlage 5.2)
Zuflussleistung Priel 5	$Q_{\text{mittel}} = V / t = 11.500 \text{ m}^3 / 4,76 \text{ h}$ = 2.416 m ³ /h

Vorhandene Durchflussleistung des Sielbauwerkes:

Kontinuitätsgleichung	$v = Q / A$
Angenommene mittlere Fließgeschwindigkeit	v = 1 m/s
Durchflussbreite Sielbauwerk	B = 2,00 m
Durchflusshöhe Sielbauwerk bei MThw + 1,62 mNN	H = 2,40 m (siehe Anlage 6.1)
Durchflussquerschnitt Sielbauwerk	A = B x H = 2,00 m x 2,40 m = 4,80 m ²
Max. Durchfluss Sielbauwerk	$Q_{\text{max}} = v \times A = 1 \text{ m/s} \times 4,80 \text{ m}^2$ = 4,80 m ³ /s (bei Hochwasser)
Min Durchfluss Sielbauwerk	$Q_{\text{min}} = 0,00 \text{ m}^3/\text{s}$ (Wasserstand = Bauwerkssohle)
Mittlerer Durchfluss Sielbauwerk	$Q_{\text{mittel}} = (Q_{\text{max}} + Q_{\text{min}}) / 2 = 4,80 \text{ m}^3/\text{s} / 2$ = 2,40 m ³ /s = 8.640 m ³ /h
Durchflussmenge Sielbauwerk	V = $Q_{\text{mittel}} \times t$ = 8.640 m ³ /h x 4,76 h = 41.126 m ³
Nachweis:	vorh. $Q_{\text{mittel}} > \text{erf. } Q_{\text{mittel}}$ 8.640 m ³ /h > 2.416 m ³ /h

4.2.2.6 Priel 6

Tabelle 4-9 Wasserstandsverlauf elb- und binnenseitig



Ermittlung der Binnenwasserstandskurve:

Sielbauwerkssohle - 0,83 mNN

Mittlerer Tidehochwasserstand MThw + 1,62 mNN

Mittlerer Tideniedrigwasserstand MTnw - 1,22 mNN

Füllzeit t siehe Tabelle 4-9

Entleerungszeit t	Entleerungszeit t = Füllzeit t 4,82 h = 4,82 h
Speicherzeit t	t = Tidedauer – (Füllzeit + Entleerungszeit) = 12,4 h – (4,82 h + 4,82 h) = 2,76 h

Erforderliche Zuflussleistung in den Priel:

Vorh. Speichervolumen Priel 6	V = mittlerer Querschnitt x Länge = 8,4 m ² x 6.441 m = 53.777 m ³ (siehe Anlage 5.2)
Zuflussleistung Priel 6	Q _{mittel} = V / t = 50.000 m ³ / 4,82 h = 10.373 m ³ /h

Vorhandene Durchflussleistung des Sielbauwerkes:

Kontinuitätsgleichung	v = Q / A
Angenommene mittlere Fließgeschwindigkeit	v = 1 m/s
Durchflussbreite Sielbauwerk	B = 3,00 m
Durchflusshöhe Sielbauwerk bei MThw + 1,62 mNN	H = 1,95 m (siehe Anlage 6.1)
Durchflussquerschnitt Sielbauwerk	A = B x H = 3,00 m x 1,95 m = 5,85 m ²
Max. Durchfluss Sielbauwerk	Q _{max} = v x A = 1 m/s x 5,85 m ² = 5,85 m ³ /s (bei Hochwasser)
Min Durchfluss Sielbauwerk	Q _{min} = 0,00 m ³ /s (Wasserstand = Bauwerkssohle)
Mittlerer Durchfluss Sielbauwerk	Q _{mittel} = (Q _{max} + Q _{min}) / 2 = 5,85 m ³ /s / 2 = 2,925 m ³ /s = 10.503 m ³ /h
Durchflussmenge Sielbauwerk	V = Q _{mittel} x t = 10.503 m ³ /h x 4,82 h = 50.625 m ³
Nachweis:	vorh. Q _{mittel} > erf. Q _{mittel} 10.503 m ³ /h > 10.373 m ³ /h

Speicherzeit t $t = \text{Tidedauer} - (\text{Füllzeit} + \text{Entleerungszeit})$
 $= 12,4 \text{ h} - (5,5 \text{ h} + 5,5 \text{ h}) = 1,4 \text{ h}$

Erforderliche Zuflussleistung in den Priel:

Vorh. Speichervolumen Priel 7 $V = \text{mittlerer Querschnitt} \times \text{Länge}$
 $= 6,1 \text{ m}^2 \times 2067 \text{ m} = 12.600 \text{ m}^3$
(siehe Anlage 5.2)

Zuflussleistung Priel 7 $Q_{\text{mittel}} = V / t = 12.600 \text{ m}^3 / 5,5 \text{ h}$
 $= 2.291 \text{ m}^3/\text{h}$

Vorhandene Durchflussleistung des Sielbauwerkes:

Kontinuitätsgleichung $v = Q / A$

Angenommene
mittlere Fließgeschwindigkeit $v = 1 \text{ m/s}$

Durchflussbreite Sielbauwerk $B = 2,00 \text{ m}$

Durchflusshöhe Sielbauwerk
bei MThw + 1,62 mNN $H = 2,62 \text{ m}$ (siehe Anlage 6.1)

Durchflussquerschnitt Sielbauwerk $A = B \times H = 2,00 \text{ m} \times 2,62 \text{ m} = 5,24 \text{ m}^2$

Max. Durchfluss Sielbauwerk $Q_{\text{max}} = v \times A = 1 \text{ m/s} \times 5,24 \text{ m}^2$
 $= 5,24 \text{ m}^3/\text{s}$ (bei Hochwasser)

Min Durchfluss Sielbauwerk $Q_{\text{min}} = 0,00 \text{ m}^3/\text{s}$ (Wasserstand
= Bauwerkssohle)

Mittlerer Durchfluss Sielbauwerk $Q_{\text{mittel}} = (Q_{\text{max}} + Q_{\text{min}}) / 2 = 5,24 \text{ m}^3/\text{s} / 2$
 $= 2,62 \text{ m}^3/\text{s} = 9.432 \text{ m}^3/\text{h}$

Durchflussmenge Sielbauwerk $V = Q_{\text{mittel}} \times t$
 $= 9.432 \text{ m}^3/\text{h} \times 5,5 \text{ h}$
 $= 51.876 \text{ m}^3$

Nachweis: $\text{vorh. } Q_{\text{mittel}} > \text{erf. } Q_{\text{mittel}}$
 $9.432 \text{ m}^3/\text{h} > 2.291 \text{ m}^3/\text{h}$

4.2.2.8 Mögliches Speichervolumen in den Priele

In dem folgenden Abschnitt wird das vorhandene Speichervolumen und die Durchflussleistung der Sielbauwerke an den Prielen dargestellt. Die Gesamtspeicherkapazität der Priele ohne Sielbauwerke (im Falle eines Abbruchs) entspricht der Summe der Einzelvolumina V_{1i} . Für die Gesamtspeicherkapazität der Priele unter Berücksichtigung der Sielbauwerke wird jeweils das Minimum von V_{1i} und V_{2i} ermittelt und summiert.

Tabelle 4-11 Mögliches Speichervolumen in den Prielsystemen

Priel Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Volumen V_{1i} [m ³]	41.641	3.000	3.000	14.098	11.500	53.777	12.600
Mögl. Durchflussleistung Sielbauwerk V_{2i} [m ³]	87.745	41.500	41.904	42.080	41.126	50.625	51.876
Gesamtspeicherkapazität ohne Sielbauwerke V [m ³]	$\sum V_{1i}$						139.616
Gesamtspeicherkapazität mit Sielbauwerken V [m ³]	$\sum \min(V_{1i}; V_{2i})$						136.464

Siehe Anlage 6.1

4.2.3 Variante 1.2: Ermittlung der Speicherkapazität bei einem Schlickabbau

Durch die Ausbaggerung des Schlicks und damit die Vertiefung der Priele um 0,5 m bzw. 1,0 m kann mehr Speicherraum geschaffen werden. Die Berechnung der Gesamtspeicherkapazität wird gem. 4.2.2.8 ermittelt.

4.2.3.1 Variante 1.2.1: Ermittlung der Speicherkapazität bei einem Schlickabbau von 0,50 m mit und ohne Sielbauwerke

Tabelle 4-12 Wasservolumen bei einem Schlickabbau von 0,50 m

Priel Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Volumen V_{1i} [m ³]	67.360	5.449	7.000	23.238	21.162	85.604	23.205
Mögl. Durchflussleistung Sielbauwerk V_{2i} [m ³]	106.893	50.404	50.634	51.143	49.694	63.769	61.776
Gesamtspeicherkapazität ohne Sielbauwerke V [m ³]	$\sum V_{1i}$						233.018
Gesamtspeicherkapazität mit Sielbauwerken V [m ³]	$\sum \min(V_{1i}; V_{2i})$						211.183

Siehe Anlage 6.2

4.2.3.2 Variante 1.2.2: Ermittlung der Speicherkapazität bei einem Schlickabbau von 1,00 m mit und ohne Sielbauwerke

Tabelle 4-13 Wasservolumen bei einem Schlickabbau von 1,00 m

Priel Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Volumen V_{1i} [m ³]	90.619	10.000	9.962	32.265	31.899	140.156	35.066
Mögl. Durchflussleistung Sielbauwerk V_{2i} [m ³]	126.050	59.278	59.364	60.180	58.262	76.783	71.676
Gesamtspeicherkapazität ohne Sielbauwerke V [m ³]	ΣV_{1i}						349.967
Gesamtspeicherkapazität mit Sielbauwerken V [m ³]	$\Sigma \min(V_{1i}; V_{2i})$						286.594

Siehe Anlage 6.3

4.3 Variante 2: Bau eines Speicherbeckens

4.3.1 Bestand

Eine weitere Lösung, eine Spülwirkung in der Wischhafener Süderelbe zu erzeugen, ist der Bau eines Speicherbeckens.

Eine für diese Maßnahme geeignete Fläche befindet sich im unteren Bereich der Wischhafener Süderelbe nordöstlich von Dornbusch, zwischen Priel 5 und Priel 6. Die Lage des Beckens begünstigt besonders einen effektiveren Schlicktransport aus dem hinteren Bereich der Wischhafener Süderelbe.

Durch einen Anschluss des Speicherbeckens an das Priel 5 lassen sich die Unterhaltungskosten für ein Sielbauwerk vermeiden, da das Wasser durch das Speicherbecken dem Priel zugeführt wird. Das Sielbauwerk am Priel 5 sollte dauerhaft geschlossen bleiben. Für eine geregelte Zwischenspeicherung des Wassers sowohl in dem Speicherbecken als auch in dem Priel kann der Doppelstauschütz am Speicherbecken genutzt werden.

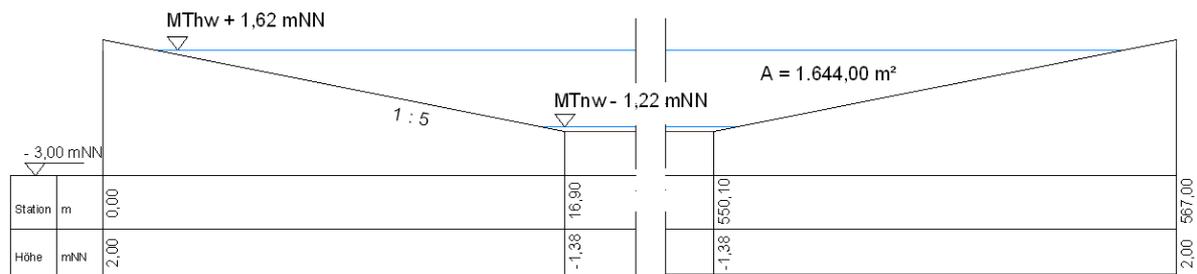


Abbildung 4-12 Querschnitt B –B Speicherbecken

4.3.2 Ermittlung Speicherkapazität Speicherbecken

Nutzbare Fläche	255.000 m ²
Bodenabtrag	811.200 m ³
Tiefe des Speicherbeckens	3,00 m
Durchmesser des Speicherbeckens ca.	600,00 m
Gesamte Speicherkapazität des Speicherbeckens	720.000 m³

4.4 Variante 3: Ebbetor am Wischhafener Sperrwerk

4.4.1 Ziel und Variantenbeschreibung

Eine der drei Möglichkeiten, eine Spülwirkung in der Wischhafener Süderelbe zu erzielen ist, das Wasser mithilfe von Stemmtoren mit Spülschützen (siehe Abbildung 4-13 und Anlage 7) binnenseitig am Sperrwerk in der Wischhafener Süderelbe einzustauen und dann gezielt abzulassen.

Um eine maximale Spülwirkung in der Wischhafener Süderelbe zu erzielen, sollte die gesamte Tide in die Wischhafener Süderelbe fließen. Da der Schwebstoffanteil im Wasser insbesondere in den ersten Stunden nach Niedrigwasser sehr hoch ist, ist die Konsequenz, dass in diesem Fall stark schwebstoffbelastetes Wasser in die Wischhafener Süderelbe gelangt [E] [F]. Bei Ebbe sollten die Stemmtore möglichst dann geöffnet werden, wenn einseitig Niedrigwasser ist. Allerdings ist in diesem Falle keine vollständige Entleerung der Wischhafener Süderelbe möglich.

Damit während der Flut möglichst schwebstoffarmes Wasser in die Wischhafener Süderelbe gelangt, sollte der Zufluss während der letzten etwa 1,5 h vor Hochwasser erfolgen. Bei dieser Variante kann keine maximale Spülwirkung in der Wischhafener Süderelbe erzielt werden, da nicht die ganze Flut in die Wischhafener Süderelbe gelangt und die Wischhafener Süderelbe nicht maximal gefüllt werden kann (siehe 4.4.3.4).

Die Spülzeiten und die Spülwirkung der Stemmtore sind variabel und können im Betrieb optimiert werden, so dass sich eine größtmögliche Verringerung des Schlickanfalls einstellt oder sogar ein Schlickabtrag erreicht werden kann.

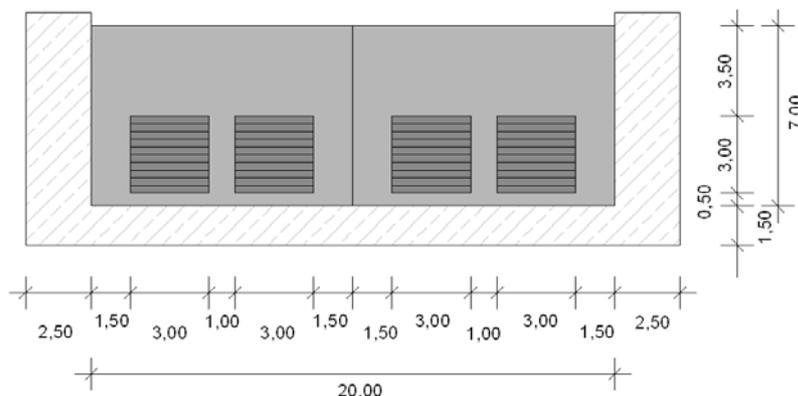


Abbildung 4-13 Beispiel eines Stemmtores

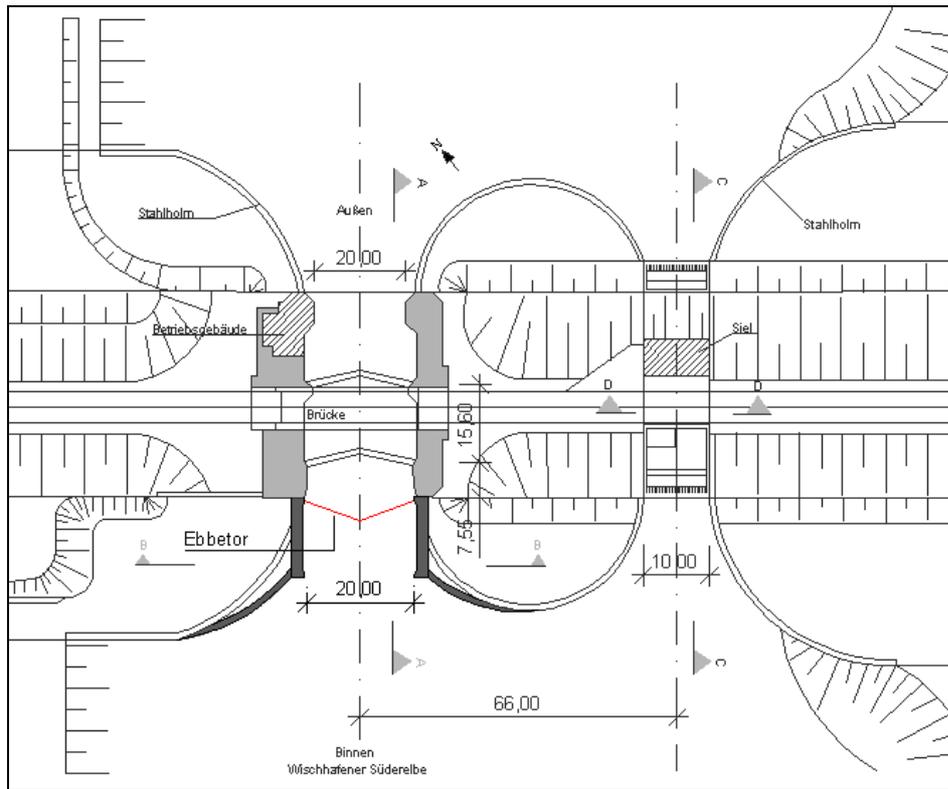


Abbildung 4-14 Variante 3.1: Ebbetor Grundriss Wischhafener Sperrwerk

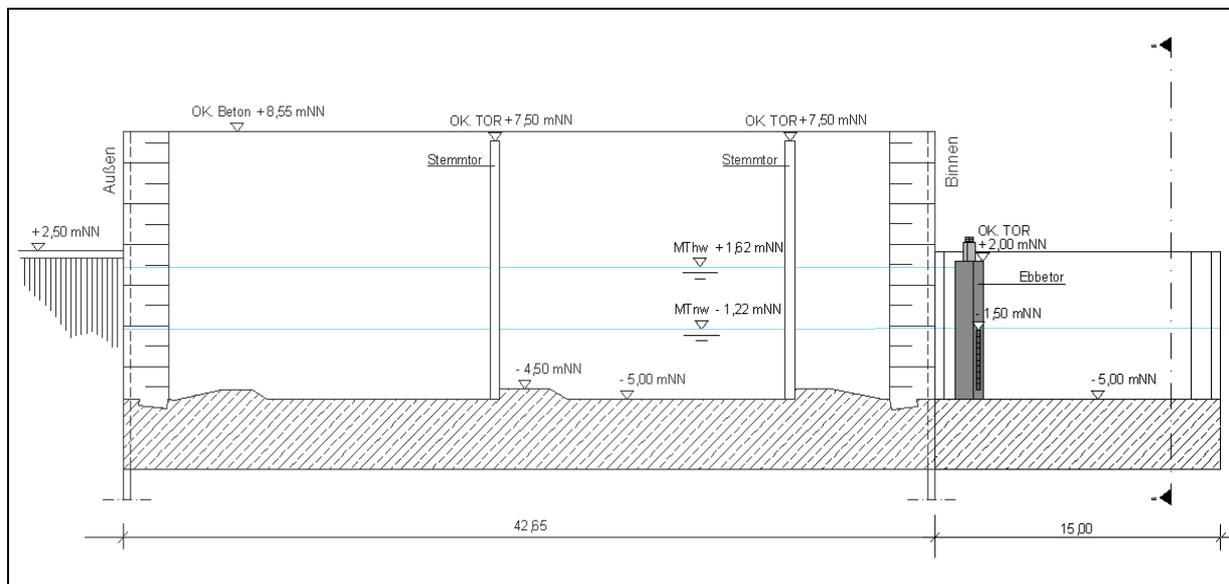


Abbildung 4-15 Variante 3.1: Ebbetor Längsschnitt A – A

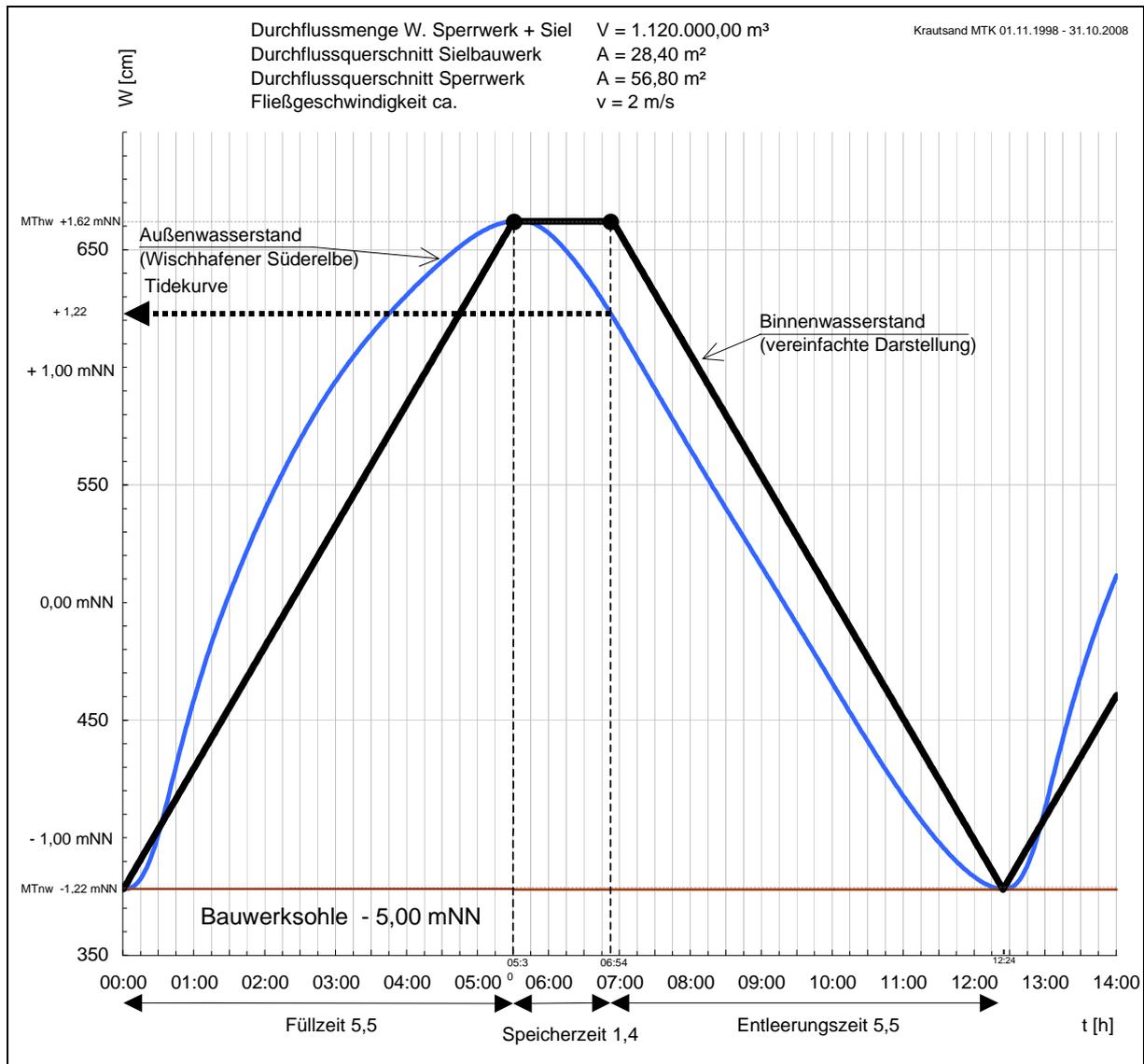
4.4.2 Variante 3.1: Max. Durchflussmenge an schwebstoffbelastetem Wasser durch das Wischhafener Sperrwerk und Siel

Um die maximale speicherbare Wassermenge aus der Wischhafener Süderelbe abfließen zu lassen und somit eine maximale Spülwirkung zu erzeugen (Siehe 4.1.3), muss die größtmögliche Wasserstanddifferenz zwischen Binnen- und Außenseite erzeugt und die ganze Flut in der Wischhafener Süderelbe gespeichert werden.

Durch die Anordnung eines Stemmtores binnenseitig am Wischhafener Sperrwerk ist eine hohe Wasserstanddifferenz Δh zwischen Binnen- und Außenseite möglich. Beim Ablassen des Wassers empfiehlt es sich das Sielbauwerk geschlossen zu lassen und die Spülschütze nicht ganz aufzuziehen. Bei dieser Variante ist die maximale Fließgeschwindigkeit erreichbar [E] [F].

Zur Zeit wird das Wasser, um das Sperrwerk einmal die Woche zu spülen, etwa 0,60 m in der Wischhafener Süderelbe eingestaut [3]. Die vorhandenen zweiteiligen Stemmtore können einer Wasserstandsdifferenz von bis zu $\Delta h = 0,60$ m standhalten. Allerdings sind die zweiteiligen Stemmtore nicht für einen gezielten und regelmäßigen Einstau ausgelegt.

Tabelle 4-14 Variante 1: Wasserstandsverlauf elb- und binnenseitig Wischhafener Sperrwerk und Sielbauwerk

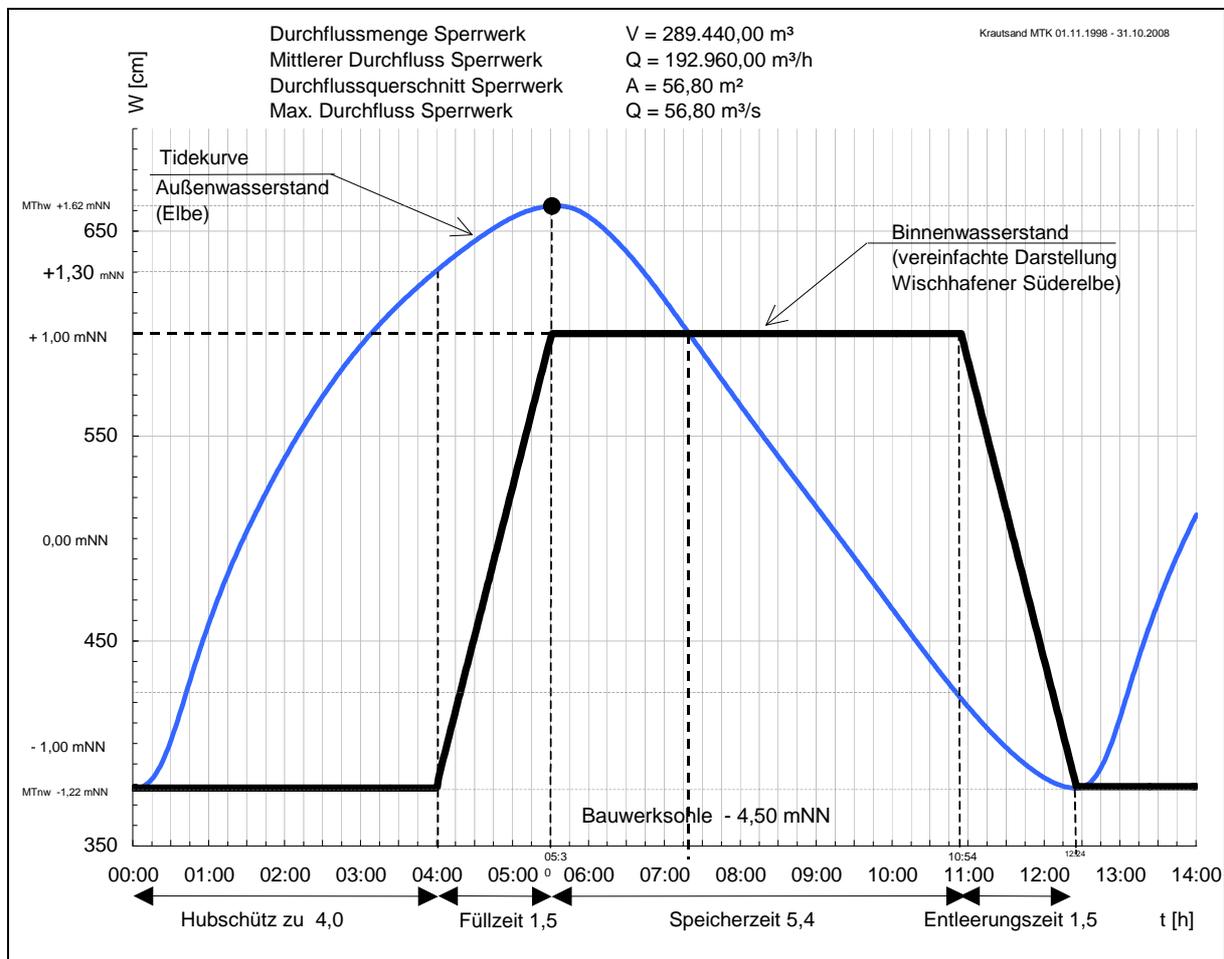


4.4.3 Variante 3.2: Ermittlung der max. Durchflussmenge an schwebstoffarmem Wasser durch das Wischhafener Sperrwerk und Siel

Am schwebstoffärmsten ist das Wasser etwa 1,5 Stunden vor Hochwasser. 1,5 Stunden vor Hochwasser ist der Wasserstand in der Elbe am Wischhafener Sperrwerk und Sielbauwerk bei +1,30 mNN. Erst ab diesem Wasserstand soll das Wasser in die Wischhafener Süderelbe fließen [F].

Bei einem Wasserstand von + 1,30 mNN muss eine Wasserstandsdifferenz von 2,52 m am Wischhafener Sperrwerk und am Sielbauwerk etwa 5,4 h (siehe Tabelle 4-15) zurückgehalten werden.

Tabelle 4-15 Variante 3.2: Wasserstandsverlauf elb- und binnenseitig Wischhafener Sperrwerk und Sielbauwerk



4.4.3.1 Ermittlung der max. Durchflussmenge an schwebstoffarmem am Sperrwerk Wischhafen

Kontinuitätsgleichung	$v = Q / A$
Angenommene mittlere Fließgeschwindigkeit	$v = 2 \text{ m/s}$ (siehe 4.1.3)
Sielbauwerkssohle	- 4,5 mNN
Mittlerer Tidehochwasserstand MThw	+ 1,62 mNN
Mittlerer Tideniedrigwasserstand MTnw	- 1,22 mNN
Füllzeit t_1	$t_1 = 1,5 \text{ h}$
Entleerungszeit t_2	$t_2 = 1,5 \text{ h}$
Speicherzeit t_3	$t_3 = 5,4 \text{ h}$
Vorh. Durchflussbreite Sperrwerk	$B = 20,00 \text{ m}$
Durchflusshöhe Sperrwerk bei + 1,30 mNN	$H_1 = 2,52 \text{ m}$
Durchflussquerschnitt Sperrwerk bei + 1,30 mNN	$A_1 = B \times H_1 = 2,52 \text{ m} \times 20,00 \text{ m} = 50,40 \text{ m}^2$
Max. Durchfluss Sperrwerk bei + 1,30 mNN	$Q_{\max 1} = v \times A_1 = 2 \text{ m/s} \times 50,40 \text{ m}^2 = 100,80 \text{ m}^3/\text{s}$
Durchflusshöhe Sperrwerk bei + 1,30 mNN bis MThw + 1,62 mNN	$H_2 = 0,32 \text{ m}$
Durchflussquerschnitt Sperrwerk bei + 1,30 mNN bis MThw + 1,62 mNN	$A_2 = B \times H_2 = 20,00 \text{ m} \times 0,32 \text{ m} = 6,40 \text{ m}^2$
Max. Durchfluss Sperrwerk bei Wasserstand von + 1,30 mNN bis MThw + 1,62 mNN	$Q_{\max 2} = v \times A_2 = 2 \text{ m/s} \times 6,40 \text{ m}^2 = 12,80 \text{ m}^3/\text{s}$
Durchfluss Sperrwerk bei + 1,30 mNN	$Q_{\min} = 0,00 \text{ m}^3/\text{s}$

Gesamter Durchflussquerschnitt
Sperrwerk bei MTnw - 1,22 mNN
bis MThw + 1,62 mNN

$$A_{\text{ges}} = B \times (H_1 + H_2) = 20,00 \text{ m} \times (2,52 \text{ m} + 0,32 \text{ m}) = 56,80 \text{ m}^2$$

Max. Durchfluss Sperrwerk
bei MThw + 1,62 mNN

$$Q_{\text{max,ges}} = v \times A_{\text{ges}} = 2 \text{ m/s} \times 56,80 \text{ m}^2 = 128,00 \text{ m}^3/\text{s}$$

Mittlerer Durchfluss Sperrwerk
bei MTnw - 1,22 mNN
bis MThw + 1,62 mNN

$$Q_{\text{mittel}} = Q_{\text{max1}} + (Q_{\text{max2}} + Q_{\text{min}}) / 2 = 100,80 \text{ m}^3/\text{s} + (12,80 \text{ m}^3/\text{s} + 0,00 \text{ m}^3/\text{s}) / 2 = 107,20 \text{ m}^3/\text{s} = 385.920 \text{ m}^3/\text{h}$$

Max. mögliche Durchflussmenge
Sperrwerk in 1,5 h Füllzeit

$$V = Q_{\text{mittel}} \times t = 385.920 \text{ m}^3/\text{h} \times 1,5 \text{ h} = 578.880 \text{ m}^3$$

4.4.3.2 Ermittlung der max. Durchflussmenge an schwebstoffarmem Wasser am Sielbauwerk

Kontinuitätsgleichung

$$v = Q / A$$

Angenommene
mittlere Fließgeschwindigkeit

$$v = 2 \text{ m/s (siehe 4.1.3)}$$

Sielbauwerkssohle

$$- 3,0 \text{ mNN}$$

Mittlerer Tidehochwasserstand MThw

$$+ 1,62 \text{ mNN}$$

Mittlerer Tideniedrigwasserstand MTnw

$$- 1,22 \text{ mNN}$$

Füllzeit t_1

$$t_1 = 1,5 \text{ h siehe}$$

Entleerungszeit t_2

$$t_2 = 1,5 \text{ h}$$

Speicherzeit t_3

$$t_3 = 5,4 \text{ h}$$

Vorh. Durchflussbreite Sielbauwerk

$$B = 10,00 \text{ m}$$

Durchflusshöhe Sielbauwerk
bei + 1,30 mNN

$$H_1 = 2,52 \text{ m}$$

Durchflussquerschnitt Sielbauwerk
bei + 1,30 mNN

$$A_1 = B \times H_1 = 2,52 \text{ m} \times 10,00 \text{ m} = 25,20 \text{ m}^2$$

Max. Durchfluss Sielbauwerk
bei + 1,30 mNN

$$Q_{\max 1} = v \times A_1 = 2 \text{ m/s} \times 25,20 \text{ m}^2 \\ = 50,40 \text{ m}^3/\text{s}$$

Durchflusshöhe Sielbauwerk bei
+ 1,30 mNN bis MThw + 1,62 mNN

$$H_2 = 0,32 \text{ m}$$

Durchflussquerschnitt Sielbauwerk
bei + 1,30 mNN bis MThw + 1,62 mNN

$$A_2 = B \times H_2 = 10,00 \text{ m} \times 0,32 \text{ m} = 3,20 \text{ m}^2$$

Max. Durchfluss Sielbauwerk
bei Wasserstand von + 1,30 mNN
bis MThw + 1,62 mNN

$$Q_{\max 2} = v \times A_2 = 2 \text{ m/s} \times 3,20 \text{ m}^2 \\ = 6,40 \text{ m}^3/\text{s}$$

Durchfluss Sielbauwerk
bei + 1,30 mNN

$$Q_{\min} = 0,00 \text{ m}^3/\text{s}$$

Gesamter Durchflussquerschnitt
Sielbauwerk bei MTnw - 1,22 mNN
bis MThw + 1,62 mNN

$$A_{\text{ges}} = B \times (H_1 + H_2) = 10,00 \text{ m} \times (2,52 \text{ m} \\ + 0,32 \text{ m}) = 28,40 \text{ m}^2$$

Max. Durchfluss Sielbauwerk
bei MThw + 1,62 mNN

$$Q_{\max, \text{ges}} = v \times A_{\text{ges}} = 2 \text{ m/s} \times 28,40 \text{ m}^2 \\ = 56,80 \text{ m}^3/\text{s}$$

Mittlerer Durchfluss Sielbauwerk
bei MTnw - 1,22 mNN
bis MThw + 1,62 mNN

$$Q_{\text{mittel}} = Q_{\max 1} + (Q_{\max 2} + Q_{\min}) / 2 = 50,40 \\ \text{ m}^3/\text{s} + (6,40 \text{ m}^3/\text{s} + 0,00 \text{ m}^3/\text{s}) / 2 \\ = 53,60 \text{ m}^3/\text{s} = 192.960 \text{ m}^3/\text{h}$$

Max. mögliche Durchflussmenge
Sielbauwerk in 1,5 h Füllzeit

$$V = Q_{\text{mittel}} \times t = 192.960 \text{ m}^3/\text{h} \times 1,5 \text{ h} \\ = \mathbf{289.440 \text{ m}^3}$$

4.4.3.3 Maximale Durchflussmenge an schwebstoffarmem Wasser durch das Wischhafener Sperrwerk und Siel

Gesamtdurchflussmenge V_{ges} am Wischhafener Sperrwerk und Sielbauwerk innerhalb einer Füllzeit von $t = 1,5$ h: $V_{ges} = 289.440 \text{ m}^3 + 578.880 \text{ m}^3 = 868.320 \text{ m}^3$

4.4.3.4 Ermittlung der möglichen Ausnutzung der Priele

Gesamtdurchflussmenge
Wischhafener Sperrwerk +
Sielbauwerk $V_{ges} = 868.320 \text{ m}^3$

Querschnittsabmessungen
Wischhafener Süderelbe $a_o = 100 \text{ m}$
 $a_u = 70 \text{ m}$

Länge
Wischhafener Süderelbe $L = 9.200 \text{ m}$

Wasserstandanstieg in der
Wischhafener Süderelbe
$$h = V_{ges} / ((L \times (a_o + a_u) / 2)) = 868.320 \text{ m}^3 / ((9.200 \text{ m} \times (100 \text{ m} + 70 \text{ m} / 2) / 2) = 2,22 \text{ m}$$

Wasserstandshöhe in
der Wischhafener Süderelbe
$$HW2 = -1,22 \text{ mNN} + 2,22 \text{ mNN} = +1,00 \text{ mNN}$$

Innerhalb einer Füllzeit von 1,5 Stunden können $868.320,00 \text{ m}^3$ an schwebstoffarmem Wasser in die Wischhafener Süderelbe gelangen. Diese Menge würde nicht ausreichen, um den MThw Wasserstand von $+1,62 \text{ mNN}$ in der Wischhafener Süderelbe zu erreichen. Die Prielsysteme könnten nicht vollständig ausgenutzt werden.

5 Lösungsmöglichkeiten

5.1 Variante 1: Prielsysteme

Eine der Möglichkeit, eine Spülwirkung in der Wischhafener Süderelbe zu erzielen, wäre eine Zwischenspeicherung der Tide in den vorhandenen sieben Prielen. Nach einen Schlickabbau von 1,0 m könnte man 287.00 m³ Wasser mithilfe der Sielbauwerke, die an jedem der Priele vorhanden sind, zwischenspeichern. Allerdings ist eine Automatisierung der Sielbauwerke erforderlich, was sich als sehr kostspielig erweisen würde.

5.2 Variante 2: Speicherbecken

Zur Schaffung eines zusätzlichen Speicherraums wäre die Anordnung eines Speicherbeckens im unteren Bereich der Wischhafener Süderelbe möglich. Der Einstau kann mit einem Doppelstauschütz geregelt werden. Die maximale Speicherkapazität mit geregelten Einstau im Speicherbecken beträgt 720.000 m³.

5.3 Variante 3: Ebbetor am Sperrwerk Wischhafen

Eine andere Variante, um die Wischhafener Süderelbe zu spülen, wäre die 1.120.000 m³ Wasser, die mit der Tide max. in die Wischhafener Süderelbe gelangen, in der Wischhafener Süderelbe einzustauen. Um eine maximale Spülwirkung in der Wischhafener Süderelbe zu erzielen, sollte die gesamte Tide in die Wischhafener Süderelbe fließen. Da der Schwebstoffanteil im Wasser insbesondere in den ersten Stunden nach Niedrigwasser sehr hoch ist, ist die Konsequenz, dass in diesem Fall stark schwebstoffbelastetes Wasser in die Wischhafener Süderelbe gelangt [E] [F]. Bei Ebbe sollten die Stemmtore möglichst dann geöffnet werden, wenn einseitig Niedrigwasser ist. Allerdings ist in diesem Falle keine vollständige Entleerung der Wischhafener Süderelbe möglich.

Damit während der Flut möglichst schwebstoffarmes Wasser in die Wischhafener Süderelbe gelangt, sollte der Zufluss während der letzten etwa 1,5 h vor Hochwasser erfolgen. Bei dieser Variante kann keine maximale Spülwirkung in der Wischhafener Süderelbe erzielt werden, da nicht die ganze Flut in die Wischhafener Süderelbe gelangt und die Wischhafener Süderelbe nicht maximal gefüllt werden kann (siehe 4.4.3.4).

Die Spülzeiten und die Spülwirkung der Stemmtore sind variabel und können im Betrieb optimiert werden, so dass sich eine größtmögliche Verringerung des Schlickanfalls einstellt oder sogar ein Schlickabtrag erreicht werden kann.

6 Variantenzusammenstellung

6.1 Variante 1: Einstau der Prielsysteme

Variante 1.1: Bestand (kein Schlickabbau in den Prielen)

Speicherkapazität bei Abbruch der Sielbauwerke	140.000 m ³
Speicherkapazität mit geregeltm Einstau an den Sielbauwerken	136.000 m ³

Variante 1.2: Schlickabbau 0,50 m

Speicherkapazität bei Abbruch der Sielbauwerke	233.000 m ³
Speicherkapazität mit geregeltm Einstau an den Sielbauwerken	211.000 m ³

Variante 1.3: Schlickabbau 1,00 m

Speicherkapazität bei Abbruch der Sielbauwerke	350.000 m ³
Speicherkapazität mit geregeltm Einstau an den Sielbauwerken	287.000 m ³

6.2 Variante 2: Bau eines Speicherbeckens mit Doppelstauschütz

Fläche:	255.00 m ²	
Tiefe:	3 m	
Bodenabtrag:	811.200 m ³	
Speicherkapazität		720.000 m ³

6.3 Variante 3: Ebbetor am Sperrwerk Wischhafen

Variante 3.1: Öffnung des Stemmtores und des Siels bei Niedrigwasser

Durchfluss bei einer mittleren Fließgeschwindigkeit von $v = 1$ m/s	640.000 m ³
Durchfluss bei einer mittleren Fließgeschwindigkeit von $v = 2$ m/s	1.120.000 m ³

Variante 3.2: Öffnung des Stemmtores und des Siels vier Stunden nach Niedrigwasser

Durchfluss bei einer mittleren Fließgeschwindigkeit von $v = 1 \text{ m/s}$	434.000 m³
Durchfluss bei einer mittleren Fließgeschwindigkeit von $v = 2 \text{ m/s}$	868.000 m³

7 Kostenschätzung

Tabelle 7-1 Kostenschätzung

Maßnahme	Variante 1.1a Umbau/ Automati- sierung der Sielbauwerke	Variante 1.2.1a Umbau/Auto- matisierung der Sielbauwerke + Ausbaggern der 7 Priele um 0,50 m	Variante 1.2.2a Umbau/Auto- matisierung der Sielbauwerke + Ausbaggern der 7 Priele um 1,00 m	Variante 1.1b Abbruch der Sielbauwerke	Variante 1.2.1b Abbruch der Sielbauwerke + Ausbaggern der 7 Priele um 0,50 m	Variante 1.2.2b Abbruch der Sielbauwerke + Ausbaggern der 7 Priele um 1,00 m	Variante 2 Speicherbecken + Doppelstau- schütz	Variante 3 Ebbetor am Wischhafener Sperrwerk
Umbau/Automati- sierung der Sielbauwerke	525.000,-	525.000,-	525.000,-	-	-	-	-	-
Abbruch der Sielbauwerke	-	-	-	105.000,-	105.000,-	105.000,-	-	-
Ausbaggern der 7 Priele 1,00 m	-	-	473.560,-	-	-	473.560,-	-	-
Ausbaggern der 7 Priele 0,50 m	-	196.000,-	-	-	196.000,-	-	-	-
Speicherbecken + Doppelstauschütz	-	-	-	-	-	-	5.556.000,-	-
Ebbetor am Wischhafener Sperrwerk	-	-	-	-	-	-	-	3.000.000
Gespeicherte Wassermenge [m ³]	136.000	211.000	287.000	-	233.000	350.000	720.000	1.120.000
Kosten	525.000,-	721.000,-	998.560,-	105.000,-	301.000,-	578.560,-	5.556.000,-	3.000.000,-

8 Bewertung der Varianten

Tabelle 8-1 Bewertung der Varianten

	Variante 1.1a Umbau/ Automatisierung der Sielbauwerke	Variante 1.2.1a Umbau/Auto- matisierung der Sielbauwerke + Ausbaggern der 7 Priele um 0,50 m	Variante 1.2.2a Umbau/Auto- matisierung der Sielbauwerke + Ausbaggern der 7 Priele um 1,00 m	Variante 1.1b Abbruch der Sielbauwerke	Variante 1.2.1b Abbruch der Sielbauwerke + Ausbaggern der 7 Priele um 0,50 m	Variante 1.2.2b Abbruch der Sielbauwerke + Ausbaggern der 7 Priele um 1,00 m	Variante 2 Speicher- becken + Doppelstau- schütz	Variante 3 Ebbetor am Wischhafener Sperrwerk
Kosten	+	+	+	++	++	+	--	-
Spülwirkung Wischhafener Süderelbe	+	++	++	0	0	0	++	++
Spülwirkung Elbe	+	+	+	0	0	0	+	++
Auswirkung Landwirtschaft	-	-	-	--	--	--	0	0
Naturschutz	-	-	-	++	+	+	-	-

++ sehr positiv

+ positiv

0 keine Auswirkung

- negativ

-- sehr negativ

9 Bewertung der Varianten mithilfe einer Wichtungsmatrix

In dem folgenden Abschnitt werden die Varianten nach fünf Kategorien gewichtet. Jeder Kategorie ist ein Wichtungsanteil zugewiesen. In der Summe ergeben die Wichtungsanteile 100%. Den Wertungen aus der Tabelle 8-1 sind Wichtungsfaktoren 1 bis 5 und Farben zugewiesen (siehe Tabelle 9-1 unten). Der Wichtungsfaktor wird mit dem Wichtungsanteil multipliziert. Die Ergebnisse werden in der untersten Zeile der Tabelle zusammenaddiert. Der größte Faktor entspricht der am besten geeigneten Variante.

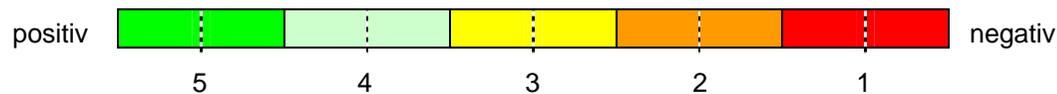
Aus dieser Bewertung geht hervor, dass die Varianten

1.2.1a Umbau/Automatisierung der Sielbauwerke + Ausbaggern der 7 Priele um 0,50 m und 1.2.2a Umbau/Automatisierung der Sielbauwerke + Ausbaggern der 7 Priele um 1,00 m am besten geeignet sind. Die Variante 3 Bau eines Ebbetores am Wischhafener Sperrwerk ist auch eine der favorisierten Varianten.

Tabelle 9-1 Bewertung der Varianten mithilfe einer Wichtungsmatrix

		Variante 1.1a Umbau/ Automatisierung der Sielbauwerke		Variante 1.2.1a Umbau/Auto- matisierung der Sielbauwerke + Ausbaggern der 7 Priele um 0,50 m		Variante 1.2.2a Umbau/Auto- matisierung der Sielbauwerke + Ausbaggern der 7 Priele um 1,00 m		Variante 1.1b Abbruch der Sielbauwerke		Variante 1.2.1b Abbruch der Sielbauwerke + Ausbaggern der 7 Priele um 0,50 m		Variante 1.2.2b Abbruch der Sielbauwerke + Ausbaggern der 7 Priele um 1,00 m		Variante 2 Speicherbecken + Doppelstau- schütz		Variante 3 Ebbetor am Wischhafener Sperrwerk	
Wichtungs- anteil	Kategorie	Wichtungs- faktor	Wichtungs- anteil x Wichtungs- faktor	Wichtungs- faktor	Wichtungs- anteil x Wichtungs- faktor	Wichtungs- faktor	Wichtungs- anteil x Wichtungs- faktor	Wichtungs- faktor	Wichtungs- anteil x Wichtungs- faktor	Wichtungs- faktor	Wichtungs- anteil x Wichtungs- faktor	Wichtungs- faktor	Wichtungs- anteil x Wichtungs- faktor	Wichtungs- faktor	Wichtungs- anteil x Wichtungs- faktor	Wichtungs- faktor	Wichtungs- anteil x Wichtungs- faktor
		20%	Kosten	4	0,8	4	0,8	4	0,8	5	1,0	5	1,0	4	0,8	1	0,2
30%	Spülwirkung Wischhafener Süderelbe	4	1,2	5	1,5	5	1,5	3	0,9	3	0,9	3	0,9	5	1,5	5	1,5
10%	Spülwirkung Elbe	4	0,4	4	0,4	4	0,4	3	0,3	3	0,3	3	0,3	4	0,4	5	0,5
20%	Auswirkung Landwirtschaft	2	0,4	2	0,4	2	0,4	1	0,2	1	0,2	1	0,2	3	0,6	3	0,6
20%	Naturschutz	2	0,4	2	0,4	2	0,4	5	1,0	4	0,8	4	0,8	2	0,4	2	0,4
Summe		3,2		3,5		3,5		3,4		3,2		3,0		3,1		3,4	

Wichtungsfaktor: sehr positiv = 5, positiv = 4, keine Auswirkung = 3, negativ = 2, sehr negativ = 1



10 Zusammenfassung

Durch den Einfluss der Gezeiten, Baggermaßnahmen an der Elbe-Fahrrinne sowie die Vordeichung 1978 gelangen Schwebstoffe in die Wischhafener Süderelbe, welche die Elbe in erheblichen Mengen mit sich führt. Gleichzeitig reicht der Ebbestrom nicht mehr aus, um die Sedimente zurück in die Elbe zu transportieren. Es kommt zur einer erheblichen Verschlickung. Die nutzbare Wassertiefe verringert sich (siehe Abbildung 2-3) [4].

In dieser Bachelorarbeit wurden die technische Möglichkeiten untersucht, die einen Spüleffekt in der Wischhafener Süderelbe bewirken könnten und gleichzeitig einen eventuellen geringen Spüleffekt in der Elbe.

Es wurden drei technische Möglichkeiten untersucht:

1. Wiederanbindung der sieben Priele auf der Elbinsel Krautsand an die Wischhafener Süderelbe
2. Anordnung eines Speicherbeckens
3. Anordnung eines Ebbetores am Wischhafener Sperrwerk

Bei der Untersuchung der ersten Variante stellte es sich heraus, dass in den sieben vorhandenen Priele, im unberührten Zustand, 136.000 m³ Wasser gespeichert werden können. Um ein Spüleffekt zu erzeugen, muss die Flut mithilfe der Sielbauwerke in den Priele zwischengespeichert und dann geregelt abgelassen werden. Bei einen Schlickabbau von 1,00 m können 287.000 m³ Wasser gespeichert werden.

In Variante 2 wird ein Becken als zusätzlicher Speicher untersucht. Mit dieser Maßnahme können 720.000 m³ gespeichert werden.

In der dritten Variante wird die Wischhafener Süderelbe selbst als Speicher betrachtet. Die Flut wird mithilfe eines Ebbetores gespeichert und kontrolliert wieder abgelassen.

Bei Untersuchung dieser Variante stellte sich heraus, dass bei Flut insgesamt 1.120.000 m³ Wasser in die Wischhafener Süderelbe gelangt.

Die untersuchten Maßnahmen können separat zur Spülung der Wischhafener Süderelbe eingesetzt werden oder als Kombination aus Variante 1 und 2 (siehe Tabelle 7-1, Tabelle 8-1 oder Tabelle 9-1).

11 Planungsunterlagen und Literaturhinweise

Planungsunterlagen:

- [A] Diplomarbeit „Bauliche Gestaltung eines Ebbetores am Sperrwerk Schwinge“ April 1999 von Britta Schipfmann
- [B] Mitteilung von Karin Simon, Gewässerkunde Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg
- [C] Mitteilung von Herrn Heinsohn, Unterhaltungsverband Kehdingen
- [D] Mitteilung von Herrn Kaes, Stahlwasserbau und Maschinenfabrik F.Köster
- [E] Mitteilung von Herrn Dr.-Ing. Heyer, Bundesanstalt für Wasserbau BAW
- [F] Mitteilung von Herrn Prof. Dr. Heinrich Reincke

Literaturhinweise:

- [1] Pollmer/Hennecke: Grundlagen der Vermessung im Bauwesen. VEB Verlag, Berlin, 1980
- [2] Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg
- [3] NLWKN Stade, Frau Baumann
- [4] HPA Hamburg Port Authority Tide Elbe Journal
- [5] <http://www.elbinsel-krautsand.de>
- [6] <http://www.wsa-hamburg.wsv.de/wasserstrassen/index.html>
- [7] <http://www.tideelbe.de/>
- [8] <http://www.krautsand.org/>
- [9] Heinrich Press: Stauanlagen und Wasserkraftwerke. Berlin, 1959
- [10] ATV-DVWK-Arbeitsblatt, Wehre und Staue an kleinen und mittelgroßen Fließgewässern. Januar 2003
- [11] Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz: Wasserrahmenrichtlinie Band 2, Leitfaden Maßnahmenplanung Oberflächengewässer. Hydromorphologie, März 2008
- [12] Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz: Wasserrahmenrichtlinie Band 1, Wichtige Wasserbewirtschaftungsfragen in Niedersachsen und Bremen. November 2007
- [13] Niedersächsisches Landesamt für Ökologie: Beiträge zum Fließgewässerschutz in Niedersachsen. Hannover, Mai 1995

Anlagen

Anlage 1:	Bacheloraufgabe	
Anlage 1.1:	Verlängerung der Bearbeitungszeit	
Anlage 2:	Erklärung zur Bachelorarbeit	
Anlage 3:	Übersichtskarte	M. 1:50.000
Anlage 4:	Übersichtslageplan	M. 1:25.000
Anlage 5.1:	Lageplan Priel 1 bis 4	M. 1:10.000
Anlage 5.2:	Lageplan Priel 5 bis 7 und Speicherbecken	M. 1:10.000
Anlage 6.1:	Bestandsquerschnitte Priel Nr. 1 bis 7 und Bauwerksschemata	M. 1:150
Anlage 6.2:	Bestandsquerschnitte Priel Nr. 1 bis 7 und Bauwerksschemata bei 0,50 Schlickabbau	M. 1:150
Anlage 6.3:	Bestandsquerschnitte Priel Nr. 1 bis 7 und Bauwerksschemata bei 1,00 Schlickabbau	M. 1:150
Anlage 7:	Lageplan, Längsschnitt, Ansicht Ebbetor	M. 1:200/ 1.000

BACHELORAUFGABE

für Kristina Berschauer (Matr.Nr. 10609)

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Reincke

Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Bernd Meyer (Ingenieurbüro Meyer)

Thema:

Wasserwirtschaftliches Entwicklungskonzept für das Einzugsgebiet der Wischhafer Süderelbe

Ausgehend von einer umfassenden wasserwirtschaftlichen Bestandsaufnahme sind in einem Stufenkonzept die technischen Möglichkeiten zur Wiederanbindung der Prielsysteme, zur Erhöhung des Ebbevolumens und der Durchströmung bzw. Räumkraft durch Anlage eines Speicherbeckens und/ oder durch die Anordnung eines Ebbetors am Sperrwerk Wischhafen im Lichte der Vorgaben aus der Wasserrahmenrichtlinie und des Tideelbekonzeptes rahmenentwurfsmäßig zu untersuchen.



Prof. Dr.-Ing. H. Reincke

Ausgabe: 20.02.09

Abgabe: 17.08.09

Variante

Doppelstauschütz am Wischhafener Sperrwerk (Kapitel 4.4)

Hochschule 21 in Buxtehude
Fachbereich Bauingenieurwesen



Bachelorarbeit
Wasserwirtschaftliches Entwicklungskonzept
für das Einzugsgebiet der Wischhafener Süderelbe

Ergänzung
zu Kapitel 4.4 Variante 3: Doppelstauschütz am
Wischhafener Sperrwerk

Kristina Berschauer
August 2009

Erstprüfer: Prof. Dr. Heinrich Reincke
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Bernd Meyer

im Rahmen der Praxisphase beim
Ingenieurbüro
Meyer Moisburg



Ergänzung zu 4.4 Variante 3: Doppelstauschütz am Wischhafener Sperrwerk

Die Konstruktion und die Bauwerkshöhe des Doppelstauschützes erweist sich als eine Hinderung für den Schiffsverkehr. Die Durchfahrtshöhe ist durch die Unterkante der hochgefahrenen Schütztafeln auf ca. 6,00 m begrenzt, was für den Schiffsverkehr unzureichend ist.

Alternativ zu dem Doppelstauschütz eignen sich elektrisch betriebene Stemmtore mit vier Spülschützen im unteren Bereich der Tore (siehe Abbildung 1 und Abbildung 2). Die Bauwerksbreite beträgt 20,0 m, die Höhe 7,0 m. Die Spülschütze sind jeweils 3,0 m x 3,0 m. Die Stemmtore werden binnenseitig am Wischhafener Sperrwerk angeordnet (siehe Abbildung 1 und Abbildung 3).

Durch den elektrischen Antrieb der Stemmtore ist ein Einstau der Flut elbseitig vorübergehend möglich (siehe 4.4.3 Ermittlung der max. Durchflussmenge an schwebstoffarmem Wasser durch das Wischhafener Sperrwerk und Siel).

Die Spülschütze ermöglichen ein gezieltes Ablassen des Wassers bei Ebbe.

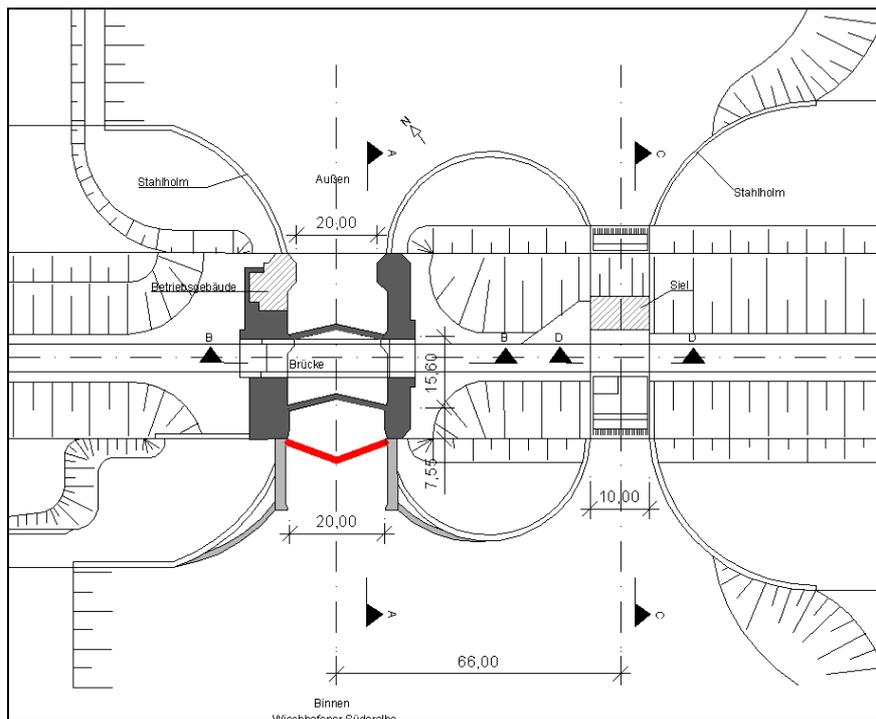


Abbildung 1 Stemmtor Grundriss Wischhafener Sperrwerk

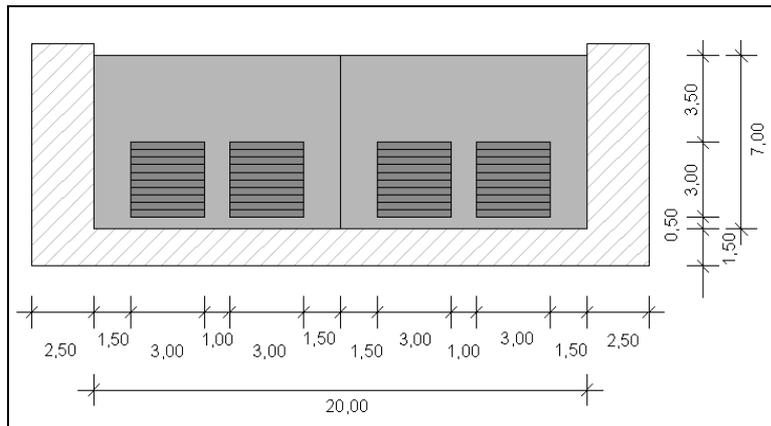


Abbildung 2 Beispiel eines Stemtores

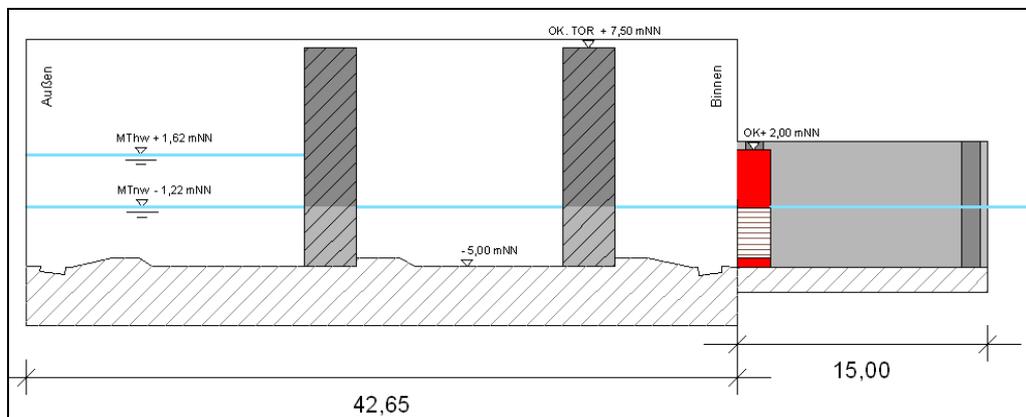


Abbildung 3 Stemmtor Längsschnitt A – A Wischhafener Sperrwerk

Moisburg, den 26.08.2009