

**Festgestellt mit Planfeststellungsbeschluss
vom 31.08.2015, Az. 408 - 553.32 - B 207-176.**

Dieser festgestellte Plan ist Bestandteil des vorbezeichneten Beschlusses. Für die Angabe der Rechtsgrundlagen und deren Fundstellen wird auf den Planfeststellungsbeschluss verwiesen.
Kiel, den 31.08.2015

Landesbetrieb Straßenbau und
Verkehr Schleswig-Holstein
- Planfeststellungsbehörde -

Thiel

(Thiel)



Neubau

Schöpfwerk Großenbroder Aue

Bau-km 4+006,16

Anlage 13.4

Vierstreifiger Ausbau der B 207 zwischen Heiligenhafen und Puttgarden

von Abschnitt 580 Betriebsstation 0.475 bis
Abschnitt 590 Betriebsstation 1.372
von Abschnitt 590 Betriebsstation 5.070 bis
Abschnitt 610 Betriebsstation 5.769

**von Bau-km 0-180.600 bis Bau-km 19+850.000
Baulänge: 16,330 km**

Aufgestellt:
Lübeck, 28.02.2013
LBV - SH
Niederlassung Lübeck

Bearbeitet:
Wilster, 02/2013
Lindemann
Ingenieurgesellschaft mbH

ger.
.....
(Lüth)

Deckblatt

Erläuterungsbericht

für den

Neubau Schöpfwerk Großenbroder Aue

Bau-km 4+006,16

Vierstreifiger Ausbau der B 207 zwischen Heiligenhafen und Puttgarden

von Abschnitt 580 Betriebsstation 0.475 bis

Abschnitt 590 Betriebsstation 1.372

von Abschnitt 590 Betriebsstation 5.070 bis

Abschnitt 610 Betriebsstation 5.769

von Bau-km 0-180.600 bis Bau-km 19+850.000

Baulänge: 16,330 km

**Vierstreifiger Ausbau der B 207
zwischen Heiligenhafen und Puttgarden**

Schöpfwerk Großenbroder Aue

Erläuterungsbericht

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	Planungsveranlassung	3
2	Gegenstand der Planergänzung.....	3
3	Beschreibung des Vorhabens	4
	3.1 Allgemeines	4
	3.2 Bestehende Verhältnisse.....	4
	3.2.1 Einzugsgebiet.....	4
	3.2.2 Großenbroder Aue	4
	3.2.3 Schöpfwerk	4
	3.2.4 Topografische Verhältnisse	6
	3.2.5 Baugrundverhältnisse	6
	3.2.6 Wasserstände	7
	3.3 Planungsgrundlagen und Randbedingungen.....	7
	3.3.1 Planungsgrundlagen	7
	3.3.2 Randbedingungen.....	7
	3.4 Technisches Konzept 'Ingenieurbauwerk'	8
	3.4.1 Konstruktionsmerkmale	8
	3.4.2 Lage des Bauwerkes.....	9
	3.4.3 Einlaufbauwerk	9
	3.4.4 Hochbaulicher Teil	10
	3.4.5 Druckkammer.....	10
	3.4.6 Rohrleitungen.....	11
	3.4.7 Auslaufbauwerk	11
	3.4.8 Verschlüsse	12
	3.4.9 Gewässerausbau	13
	3.4.10 Böschungssicherung am Auslaufbauwerk	14
	3.4.11 Ufereinfassungen.....	14
	3.4.12 Zuwegung	14
	3.4.13 Rückbauarbeiten.....	15
	3.4.14 Bauwerksausrüstungen.....	16
	3.4.15 Baustoffe.....	16
3.5	Technisches Konzept 'Pumpen'	16

4	Wasserwirtschaftliche Aspekte.....	19
4.1	Bestehende Verhältnisse.....	19
4.2	Geplante Verhältnisse.....	19
4.3	Entwässerung ohne Schöpfwerksbetrieb.....	19
5	Baudurchführung.....	20
5.1	Wesentliche Bauleistungen.....	20
5.2	Transporte.....	20
5.3	Bauablauf.....	20
5.4	Entwässerung während der Bauzeit.....	21
6	Untersuchung alternativer Lösungen.....	21
6.1	Generelle Betrachtung zu technischen Alternativlösungen.....	21
6.2	Alternativer Schöpfwerksstandort.....	22

1 Planungsveranlassung

Durch den vierstreifigen Ausbau der B 207 wird der Standort des derzeit am Fuß des Straßendamms befindlichen Schöpfwerkes 'Großenbroder Aue' vollständig überbaut. Das Schöpfwerk entwässert das 416 ha große Verbandsgebiet des Wasser- und Bodenverbandes Großenbrode in die nördlich des Straßendamms gelegene Ostseelagune. Zur Sicherstellung der Entwässerung des Verbandsgebietes ist ein Schöpfwerk im Verlauf der Großenbroder Aue unverzichtbar, so dass die Errichtung eines Ersatzbauwerkes im Rahmen des Straßenbauvorhabens erforderlich ist.

Im ausgelegten Plan für den vierstreifigen Ausbau der B 207 sind bauliche Maßnahmen zur Erstellung eines Schöpfwerkes nicht enthalten. Der Vorhabensträger hat sich aufgrund des vorliegenden sachlichen Zusammenhanges von Straßenbau und Binnenentwässerung entschlossen, den Schöpfwerksbau ergänzend in die Planunterlage aufzunehmen.

Die Planergänzung erfolgt in der Weise, dass die Unterlagen für den Bau des Schöpfwerkes als Anlage 13.4 zusätzlich in die Planfeststellungsunterlagen aufgenommen werden.

2 Gegenstand der Planergänzung

Gegenstand der Planergänzung sind bauliche Maßnahmen zum Bau einer Ersatzanlage für das Schöpfwerk 'Großenbroder Aue'.

Die Planergänzung enthält folgende Bestandteile:

- Abschnitt 1..... Erläuterungsbericht
- Abschnitt 2..... Technische Berechnungen
- Abschnitt 3..... Fotodokumentation der bestehenden Verhältnisse
- Abschnitt 4..... Zeichnerische Darstellungen

Blatt Nr. 1	Lageplan, Bestand	M 1:250
Blatt Nr. 2	Lageplan, Planung	M 1:250
Blatt Nr. 3	Bauwerkszeichnung, Bestand	M 1:50
Blatt Nr. 4	Bauwerkszeichnung, Planung	M 1:100
Blatt Nr. 5	Einlaufbauwerk, Planung	M 1:100
Blatt Nr. 6	Lageplan, Variante	M 1:250

Andere Aspekte wie z.B.

- Eigentumsübergang und Betrieb der erstellten Anlage
- Grunderwerbsbelange

werden in der ergänzenden Unterlage nicht behandelt.

3 Beschreibung des Vorhabens

3.1 Allgemeines

Untersuchte Lösungen der Planungsaufgabe

Zu der Planungslösung ist eine lagemäßige Alternativlösung untersucht worden, die unter Ziffer 6 näher beschrieben ist. In konzeptioneller Hinsicht orientiert sich die entwickelte Lösung am bestehenden Bauwerk. Damit werden die konzeptionell an ein Ersatzbauwerk zu stellenden Anforderungen erfüllt.

Hinweis zu konstruktiven Änderungen

Konstruktive Änderungen bleiben vorbehalten, soweit diese sich im Rahmen der nachfolgenden Planungsphasen ergeben und keine zusätzlichen Betroffenheiten auslösen. Unter *konstruktiven Änderungen* sind beispielhaft zu verstehen

- die Änderung von Bauteilabmessungen nach dem Ergebnis der statischen Berechnungen
- die Änderung von lage- und höhenmäßiger Anordnung tragender Bauteile
- die Wahl anderer, mindestens gleichwertiger Baustoffe

Tragwerksplanung für Ingenieurbauwerke

In den nachfolgenden Planungsphasen werden für das Ingenieurbauwerk statische Berechnungen aufgestellt, die einem Prüferingenieur für Baustatik zur Prüfung vorgelegt werden.

Für die Aspekte 'Gründung' und 'Wasserhaltung' werden Fachgutachten eingeholt. Die bodengutachterlichen Empfehlungen sind für die Festlegung der Gründungsart letztendlich maßgebend und werden berücksichtigt.

3.2 Bestehende Verhältnisse

3.2.1 Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet des Schöpfwerkes umfasst eine Größe von 416 ha und setzt sich zusammen aus rd. 290 ha landwirtschaftlich genutzten Flächen und rd. 126 ha bebauten Wohn- und Gewerbeflächen.

3.2.2 Großenbroder Aue

Die Großenbroder Aue ist der Zubringergraben zum Schöpfwerk. Die hydraulische Leistungsfähigkeit des Vorfluters ist vom Wasser- und Bodenverband bestätigt worden, so dass nähere Betrachtungen zum Gewässer entbehrlich sind.

3.2.3 Schöpfwerk

Konzeption

Das bei Bau-km 4+006,16 gelegene Schöpfwerk wurde Ende der 60-er Jahre mit einer Förderleistung von 600 l/s erbaut. Der Pumpenbetrieb erfolgt über zwei Rohrleitungen des seinerzeit bereits zuvor bestehenden Siels. Die Entwässerung des Verbandsgebietes erfolgt planmäßig ausschließlich über das Schöpfwerk.

Für den Fall, dass die Niederung überflutet wird, besteht eine eingeschränkte Möglichkeit der Ableitung des Wassers in die Ostsee. Über zwei in der Pumpenkammer angeordnete, mit Rückstauklappen ausgestattete Rohrstützen kann das Wasser auch ohne Pumpbetrieb den Ablaufrohren DN1200 zugeführt werden.

Die Einschränkung des freien Abflusses ist in der Höhenlage der Rohrleitungen mit einer Sohlenhöhe von NHN -0,80 m und/oder dem vorherrschenden Ostseewasserstand gegeben. Selbst bei extremem Niedrigwasserstand in der Ostsee ist der freie Abfluss über die Rohrleitungen max. bis zur Höhe der Sielsohle möglich.

Das bestehende Bauwerk ist auf Blatt Nr. 2 aus einer gescannten Archivunterlage des Wasser- und Bodenverbandes abgebildet und in der Fotodokumentation in Abschnitt 3 fotografisch abgebildet.

Einlaufbauwerk

Das in Ortbeton erstellte Einlaufbauwerk besteht aus einer 5,0 m breiten Kammer. Zulauf und Pumpenkammer sind durch eine Tauchwand getrennt.

Die Bauwerkssohle liegt auf NHN -3,50 m und die OK der Einlaufwände auf NHN +0,80 m. Durch einen Stabrechen wird schweb-/schwimmfähiges Treibgut von den Pumpen ferngehalten. In der Fotodokumentation (Abschnitt 3) ist das Einlaufbauwerk abgebildet.

Druckkammer

Die Druckkammer wurde in Stahlbetonbauweise erstellt weist lichte Abmessungen von L/B = 5,13 / 2,51 m auf. Aus der Sohlenlage von NHN -1,30 m und der Wandoberkante auf NHN + 4,70 m, ergibt sich eine Kammerhöhe von 6,00 m. Mit diesen Abmessungen könnte bei Ausfall des Schöpfwerkes und ersatzweisem Einsatz mobiler Pumpen bei Normalwasserstand in der Ostsee eine Wassermenge von > 8.000 l/s durch die beiden Rohrleitungen in die Ostsee abgeleitet werden.

Die mit Holzbohlen abgedeckte Druckkammer ist nicht mit Verschlussarmaturen ausgerüstet.

Rohrleitungen

Die Pumpen fördern das Wasser über die Druckkammer in zwei Beton-Rohrleitungen DN1200. Aufgrund des großen Abflussquerschnittes ergeben sich die Fließgeschwindigkeiten in den Rohren zu

- 0,13 m/s..... bei Einzelbetrieb der kleineren Pumpe VP 350
- 0,15 m/s..... bei Einzelbetrieb der größeren Pumpe VP 400
- 0,28 m/s..... bei Betrieb beider Pumpe

Die vorstehenden Geschwindigkeitswerte sind allesamt für einen Schöpfwerksbetrieb deutlich zu gering und unterschreiten den nach DIN 1184 einzuhaltenden Mindestwert von 0,5 m/s erheblich.

Auslaufbauwerk

Das Auslaufbauwerk ist als Zwei-Kammer-Bauwerk in Ortbetonbauweise erstellt worden. In jeder Kammer verschließt eine Rückstauklappe die ausmündende Rohrleitung DN1200. Jede Kammer kann zu Revisions-/Instandsetzungszwecken durch eine Hubschützenanlage gegen die Ostsee abgesperrt werden.

In der Fotodokumentation (Abschnitt 3) ist das Auslaufbauwerk abgebildet. Das Archiv des Wasser- und Bodenverbandes enthält keine Bestandsunterlagen zum Auslaufbauwerk.

Pumpen

Das Schöpfwerk ist mit zwei vertikalen Propellerpumpen ausgerüstet, die über eine Gesamtförderleistung von 650 l/s verfügen. Die im Jahre 2002 grundüberholte kleinere Pumpe VP350 leistet 300 l/s und die Nennleistung der 1999 erbauten VP 400 l/s ist mit 350 l/s angegeben. Eine Kennlinie liegt lediglich für die VP 400 vor.

Die Pumpen fördern das Wasser in die angegliederte Druckkammer und von dort erfolgt der Abfluss über die beiden Rohre DN1200 in die Ostsee.

Am Rohrstutzen der Pumpengehäuse sind Gehäuseschieber installiert, die als Sicherheitsverschlüsse fungieren. An die Schieber schließt sich ein konischer Stutzen mit einer Aufweitung auf DN600 an. An den Ausmündungen der konischen Stutzen ist jeweils eine Rückstauklappe DN600 montiert.

Für den Betrieb des Schöpfwerkes sind wasserbehördlich festgelegt:

- Einschaltwasserstand NHN -2,00 m
- Ausschaltwasserstand NHN -2,40 m

3.2.4 Topografische Verhältnisse

Das Einlaufbauwerk steht in einer Entfernung von rd. 8 m vom südlichen Böschungsfuß des Straßendamms. Durch diesen Abstand ist eine Umfahrbarkeit des Bauwerkes mit geländegängigem Fahrzeug/Baugerät gegeben. Ausgebaute Wege führen im Übrigen nicht zum Schöpfwerk.

Die Umgebung des Schöpfwerksgebäudes liegt i.M. auf Höhen von

- NHN – 0,95 m am rechten Ufer des Einlaufes
- NHN – 0,80 m am linken Ufer des Einlaufes
- NHN + 1,00 m am Böschungsfuß des Straßendamms

Der von den Rohrleitungen unterquerte Straßendamm weist am höheren Rand eine Höhe von NHN + 5,15 m auf. Die Böschungen des Straßendamms weisen folgende Neigungen auf:

Dammböschung, Südseite 1:2
 Dammböschung, Nordseite 1:4

Die flachen Böschungsneigungen an der Nordseite resultieren daraus, dass der Straßendamm eine Hochwasserschutzfunktion erfüllt.

Die Böschung an der Nordseite des Damms ist unterhalb NHN +3,37 m mit einem vergossenen Natursteindeckwerk befestigt.

3.2.5 Baugrundverhältnisse

Die Baugrundverhältnisse sind im Baubereich durch oberflächennahe Torfschichten und organische Bodenschichten gekennzeichnet. Aufgrund der nur geringen Tragfähigkeit muss hier gemäß bodengutachterlicher Empfehlung ein Bodenaustausch für den Basisbereich des zu verbreiternden Straßendamms vorgenommen werden. Dieses Erfordernis gilt für den Schöpfwerksstandort gleichermaßen.

Nach dem Ergebnis der Baugrundaufschlüsse kann der anstehende Baugrund im Bereich des geplanten Schöpfwerkes wie folgt beschrieben werden:

bis 1,30 m unter GOK.....	Schluffiger Sand mit organischen Bestandteilen
1,30 m bis 2,00 m unter GOK.....	Torf
2,00 m bis 2,50 m unter GOK.....	Mittelsand
2,50 m bis 3,30 m unter GOK.....	Mergel
3,30 m bis 8,20 m unter GOK.....	Mittelsand
8,20 bis 13,80 m unter GOK.....	Grobsand
unterliegend.....	Mergel

Bei Durchführung eines Bodenaustausches unter Einbeziehung der bis 3,30 m unter GOK anstehenden Mergelschicht kann das Einlaufbauwerk mit Flachgründung hergestellt werden.

3.2.6 Wasserstände

Die Wasserstände in der Ostsee werden hauptsächlich durch Windstärke und -richtung beeinflusst. Sie können bei einem Wechsel der Windrichtung sehr plötzlich steigen oder fallen.

Für den vom WSA Lübeck betriebenen Pegel Heiligenhafen gelten für die Jahresreihe 2001/2010 die folgenden Hauptwerte [mNHN]:

Nw.....	-1,37
MNw.....	-1,04
Mw.....	+0,04
MHw.....	+1,23
Hw.....	+1,84

Der Grundwasserstand wurde bei den Bohrungen oberflächennah angetroffen und steht in Korrelation zum Wasserstand der Ostsee.

3.3 Planungsgrundlagen und Randbedingungen

3.3.1 Planungsgrundlagen

Für die Planung standen folgende Unterlagen zur Verfügung :

- Bestandsunterlage aus dem Archiv des Wasser- und Bodenverbandes Großenbrode
- Baugrunduntersuchungen
- Vermessungstechnische Bestandsaufnahme
- Wasserrechtliche Genehmigung des Kreises Ostholstein für den Ausbau bzw. die Erweiterung des Schöpfwerkes Großenbroder Aue vom 12.07.1999

3.3.2 Randbedingungen

Als Randbedingungen für die Planung waren weiterhin zu beachten:

Konzeption

- Der Wasser- und Bodenverband besteht darauf, dass auch beim Ersatzbauwerk die Möglichkeit der Entwässerung ohne Schöpfwerksbetrieb möglich ist.
- Die Betriebswasserstände für das Schöpfwerk dürfen nicht verändert werden.

Hochwasserschutz

- Der seeseitig mit einem Deckwerk gesicherte Straßendamm erfüllt auch eine Hochwasserschutzfunktion, die während der Bauzeit nicht eingeschränkt werden darf. Erforderlichenfalls sind temporäre Sicherungen – auch zum Schutz gegen Sommerhochwasser – vorzunehmen.
- Das Schutzziel wird für die Bauzeit festgelegt mit
 - NHN +2,50 m in der Zeit vom 15.April bis 30.September eines Jahres
 - NHN +3,50 m in der Zeit vom 01.Oktober bis zum 14.April eines Jahres

Entwässerung

- Die Ableitung des Niederschlagswassers aus dem Hauptvorfluter 'Großenbroder Aue' muss während der Bauzeit gewährleistet werden.
- Das Ersatzbauwerk muss konzeptionell und leistungsmäßig in der Lage sein die Entwässerung - dem bestehenden Bauwerk entsprechend - sicherzustellen.

3.4 Technisches Konzept 'Ingenieurbauwerk'**3.4.1 Konstruktionsmerkmale**

Das technische Konzept für das Ersatzbauwerk entspricht grundsätzlich dem des bestehenden Bauwerkes, mit folgenden signifikanten Merkmalen:

- Schöpfwerk mit zwei vertikalen Propellerpumpen
- Anordnung einer Druckkammer an der Rückseite der Pumpenkammern
- teilweise Entwässerungsmöglichkeit nach einer eingetretenen Überflutung der Niederung ohne Pumpenbetrieb

Unterscheidungsmerkmale zum bestehenden Bauwerk:

- Die Pumpen werden in separaten Pumpenkammern aufgestellt.
Aus betrieblichen Gründen werden Pumpen generell in separaten Kammern installiert, um den Pumpbetrieb im Reparaturfall bei Trockenlegung der Kammer zumindest mit einer Pumpe aufrechterhalten zu können.
- Die Ableitung des gepumpten Wassers erfolgt über eine Rohrleitung DN 700.
Die Fließgeschwindigkeit soll sich nach DIN 1184 in einem Spektrum von $0,5 < v < 2,5$ [m/s] bewegen. Mit dem gewählten Querschnitt werden die Bestimmungen eingehalten (s. Ziffer 3.5).
- Separate Anordnung einer Rohrleitung DN 1500 für teilweisen Abfluss im Überflutungsfall.
Diese Rohrleitung wird für den Schöpfwerksbetrieb nicht benötigt und wird daher vom System der künstlichen Entwässerung abgekoppelt. Bei Einbeziehung in den Schöpfwerksbetrieb würden – wie im bestehenden Zustand - Fließgeschwindigkeiten $< 0,5$ m/s in der Druckrohrleitung eintreten.

Für den Fall, dass die Druckrohrleitung DN700 im Stör-/Schadensfall außer Betrieb genommen werden muss, besteht dennoch die Möglichkeit den Pumenbetrieb hilfsweise über einen Rohrstutzen in die Rohrleitung DN1500 vorzunehmen. Dadurch wird die Betriebssicherheit auch für solche Ausnahmesituationen sichergestellt.

3.4.2 Lage des Bauwerkes

Die Rohrleitungen des neuen Bauwerkes kreuzen den Straßendamm rechtwinklig bei Bau-km 3+994,42. Für die Lagebestimmung des neuen Bauwerkes ist entscheidend, dass der Zufluss zum bestehenden Schöpfwerk und der Abfluss in die Ostsee während der Bauzeit dauerhaft sichergestellt sein müssen.

Daraus ergibt sich eine lagemäßige Anordnung mit parallel verschobenen Rohrleitungen bei einem lichten Abrückmaß von rd. 7,5 m. Das Einlaufbauwerk wird so angeordnet, dass der Zufluss ohne Umlenkung direkt in die Pumpenkammern erfolgt. Dies wiederum erfordert die Anordnung von Rohrkrümmern in den Rohrleitungen zur rechtwinkligen und damit kürzesten Unterquerung des Straßendamms.

Der Flächenschwerpunkt des Einlaufbauwerkes liegt in Gauss-Krüger-Koordinaten bei

- Rechts 44 40 142
- Hoch 60 27 654

und der des Auslaufbauwerkes bei

- Rechts 44 40 109
- Hoch 60 27 715

3.4.3 Einlaufbauwerk

Gründung

Das Einlaufbauwerk wird mit Flachgründung in einer umpundeten Baugrube erstellt. Das Bauwerk steht unmittelbar an der westlichen Gewässerkante der Großenbroder Aue, so dass eine Baugrubeneinfassung unverzichtbar ist. Auch im Hinblick auf den Bodenaustausch, der zum Erreichen des Ziels einer Flachgründung erforderlich ist, kann auf eine umpundete Baugrube nicht verzichtet werden. Baugrubenspundwände und Stahlbetonbauwerk werden nicht kraftschlüssig verbunden.

Pumpenkammern

Die lichten Weiten der Pumpenkammern werden mit 1,50 m gewählt und erfüllen damit die Mindestabmessungen für die Kammerbreite von 3-fachem Standrohrdurchmesser.

Die Rückwand der Pumpenkammern wird zur Optimierung der Anströmverhältnisse halbkreisförmig ausgebildet.

Die Sohle der Pumpenkammer entspricht mit einer Höhenlage von NHN -3,50 m dem bestehenden Bauwerk.

Die Höhenlage von Wandoberkanten und Bedienpodesten werden mit NHN +1,0 m gewählt und liegen damit 0,20 m höher als im bestehenden Zustand. Das Bedienpodest dient als Widerlager für den Stabrechen und für Profile eines Nadelverschlusses zur Abdämmung der Einlaufkammern. Als Fußwiderlager für den Nadelverschluss wird eine Aussparung mit Kantenschutz in der Kammersohle angeordnet.

Für den Fall, dass 'Nadeln' als Abdämmelemente nicht verfügbar sind, kann die Abdämmung der Kammern auch mit Dammbalken vorgenommen werden. Hierfür sind Dammbalkenschlitze in den Kammerwänden vorgesehen.

Schwimmendes/schwebendes Treibgut wird durch einen feuerverzinkten Stabrechen mit 50 mm lichtem Stababstand an einem Eintrieb in die Pumpenkammern gehindert. Eine automatische Rechenreinigung ist - den bestehenden Verhältnissen entsprechend - nicht vorgesehen.

Um für Revisionen/Instandsetzungen in eine/n trockengelegte/n Pumpenkammer/Einlaufbereich gelangen zu können, wird in jeder Kammer ein Steigeisengang angeordnet, der vom Bedienungs-podest aus bestiegen werden kann. Die Einstiegöffnung wird durch ein feuerverzinktes Gitterrost abgedeckt.

Sieleinlauf

Dem Durchmesser des Sielrohres entsprechend beträgt die lichte Weite der Siel-Einlaufkammer 1,50 m. Die Anordnung des Bedienpodestes, der Dammbalkenschlitze und des Steigeisenganges werden wie in den Schöpfwerkseinlaufkammern ausgebildet.

Die Sielsohle liegt auf NHN -1,20 m und damit im Normalzustand dauerhaft im Trockenen. Die Hubschütztafel sollte bei diesen Verhältnissen auf der Sohle abgesetzt werden, damit die trockene Sielröhre nicht von Tieren besiedelt wird.

Um die Konstruktionshöhe der Hubschützenanlage zu begrenzen wird eine Stahlbetondecke mit UK auf NHN +0,40 m angeordnet. Damit entsteht eine 1,15 m hohe Kammer unterhalb der auf NHN +1,85 m gelegenen Betriebsebene, die mit Flurblechen abgedeckt wird, um die Zugänglichkeit zur abgesenkten Hubschütztafel zu ermöglichen.

3.4.4 Hochbaulicher Teil

Um die bestehenden Pumpen wieder einbauen zu können, wird die Betriebsebene auch beim Ersatzbauwerk auf NHN +1,85 m angeordnet.

Eine Demontage von Pumpe / Schieber / Schütztafel erfolgt durch Deckenöffnungen, die mittels Lichtkuppелеlementen verschlossen werden.

Der Zugang zum Pumpenhaus erfolgt über einen Treppenlauf an der Nordseite des Gebäudes.

Die Sichtflächen des Gebäudes werden –den bestehenden Verhältnissen entsprechend- mit druckimprägnierter, überlappender, lotrechter Schalung aus Nadelholz verkleidet. Daraus ergibt sich eine Wandstärke von gesamt 30 cm, die sich zusammensetzt aus

- Wandbeton 18 cm
- Lattung/Dämmung 8 cm
- Schalung (2 *2)..... 4 cm

3.4.5 Druckkammer

Sollten beide Pumpen des Schöpfwerkes ausfallen, kann mit mobilen Pumpen in die Druckkammer gepumpt und dort die für den Abfluss erforderliche Druckhöhe erzeugt werden. Die Wandoberkante der Druckkammer wird auf NHN +4,50 m angeordnet, so dass auch gegen erhöhte Wasserstände in der Ostsee von NHN +2,50 m ein Abfluss von 625 l/s möglich ist.

Die Kammer wird mit feuerverzinkten Gitterrosten abgedeckt und ist damit dauerhaft be-/entlüftet. Von der Gitterrostabdeckung aus können die in der Druckkammer angeordneten Schieber im Handbetrieb bedient werden. Zur Absturz-sicherung wird ein 1,10 m hohes Knieholmgeländer auf den Druckkammerwänden angeordnet

3.4.6 Rohrleitungen

Im Hinblick auf die Dauerhaftigkeit wird für die Rohre DN700 und DN1500 glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK) als Rohrmaterial gewählt.

Das vom Bodengutachter noch zu prognostizierende Setzungsverhalten des Baugrundes wird letztendlich für die Wahl des Rohrmaterials und der Rohrverbindungen ausschlaggebend sein.

Daten der Rohrleitung DN700

Material.....	GFK
Wandstärke der Vortriebsrohre	67,0 mm
Wandstärke der Druckrohre PN 10.....	13,0 mm
Leitungslänge zwischen Ein-/Auslaufbauwerk	63,55 m

Im Anschlussbereich an das Auslaufbauwerk wird das Druckrohr zur Verminderung der Verlusthöhen von DN700 auf DN900 aufgeweitet.

Daten der Rohrleitung DN1500 (Siel)

Material.....	GFK SN 10000
Wandstärke der Vortriebsrohre	81,0 mm
Wandstärke der Druckrohre PN 10.....	24,6 mm
Leitungslänge zwischen Ein-/Auslaufbauwerk	60,88 m

GFK-Rohre sind auch als Vortriebsrohre verfügbar, so dass sie auch für die geschlossene Bauweise Verwendung finden können.

Verlegung der Rohrleitungen

Die Verlegung der Rohrleitungen erfolgt unter Aufrechterhaltung des Verkehrs auf der B 207. Insofern kommt für die Rohrverlegung unter dem bestehenden Straßendamm nur eine geschlossene Bauweise in Betracht.

Als Startgrube für den Rohrvortrieb wird eine umspundete Startgrube an der südlichen Straßendamböschung hergestellt. Nach erfolgtem Bodenaustausch im Spundwandkasten werden die Vortriebsrohre eingebaut. Mit der gewählten Anordnung der Startgrube kann der Bodenaustausch auch in den bestehenden Straßendambereich hinein erfolgen. Dadurch wird die Schütthöhe in nicht ausgetauschten Dammbasisbereichen auf max. 3 m begrenzt. Da der Boden hier jedoch durch den bestehenden Damm als hinreichend vorbelastet angesehen werden kann, sollte diese Zusatzlast verträglich sein. Dies wird bodengutachterlich für die nachfolgenden Planungsphasen noch zu bestätigen sein.

Im Bereich zwischen Startgrube und Einlaufbauwerk erfolgt die Rohrverlegung in offener Bauweise in unverbauten Rohrgräben unter Einsatz einer Vakuumanlage zur geschlossenen Wasserhaltung.

3.4.7 Auslaufbauwerk

Das Auslaufbauwerk wird in einer umspundeten Baugrube in Ortbetonbauweise als 2-Kammerbauwerk errichtet. Die Umspundung dient dem Hochwasserschutz während der Bauzeit und wird hierfür bei Baudurchführung im Zeitraum April bis September mit einer Wandoberkante von NHN +2,50 m hergestellt. Der Wasserstand von NHN +2,50 m entspricht einem hundertjährigen Hochwasserereignis, so dass der Hochwasserschutz in der Bauzeit gewährleistet ist. Erfolgt die Baudurchführung außerhalb des vorgenannten Zeitraumes wird die Baugrubenoberkante auf NHN +3,50 m angeordnet.

Die Baugrube dient auch als Zielgrube für die in geschlossener Bauweise zu verlegenden Rohrleitungen DN700 und DN1500.

Zur Sicherstellung der Auftriebssicherheit wird das Bauwerk auf einer Unterwasserbetonsole hergestellt. Die Abtragung der Bauwerkslasten erfolgt über die Spundwandprofile der Baugrubenwände, d.h., das Auslaufbauwerk wird mit Tiefgründung hergestellt.

Die lichten Weiten der Pumpenkammern werden – abgestimmt auf die Durchmesser der Rückstauklappen mit 1,50 m und 2,40 m gewählt. Die Sohle beider Auslaufkammern wird auf NHN -1,40 m angeordnet.

Wandoberkanten und Bedienpodeste liegen oberhalb des Normalwasserstandes in der Ostsee. Das Bedienpodest dient als Widerlager für Profile eines Nadelverschlusses zur Abdämmung der Auslaufkammern. Als Fußwiderlager für die Nadelverschlüsse werden Aussparungen mit Kantenschutz in den Kammersohlen angeordnet.

Für den Fall, dass 'Nadeln' als Abdämmelemente nicht verfügbar sind, kann die Abdämmung der Kammern auch mit Dammbalken vorgenommen werden. Hierfür sind Dammbalkenschlitze in den Kammerwänden vorgesehen.

Um für Revisionen/Instandsetzungen in eine trockengelegte Auslaufkammer gelangen zu können, wird in je Kammer ein Steigeisengang angeordnet, der vom Bedienpodest aus bestiegen werden kann.

Auf der Stirnwand wird ein feuerverzinktes Füllstabgeländer, h=1,00 m, angeordnet.

3.4.8 Verschlüsse

Verschlüsse der Druckrohrleitungen

Im Bereich der Pumpenkammer wird ein neuer elektrisch angetriebener Schieber DN 400 als Verschlussarmatur am Rohrstutzen der Pumpe VP400 montiert. Die Armatur wird mit stahlwasserbauüblicher Konservierung gegen Korrosion geschützt. Der Korrosionsschutz wird wie folgt aufgebaut:

- Sandstrahlentrostung..... SA 21/2
- 1 x Friacink R..... 40 my
- 3 x Inertol Poxitar SW..... je 100 my

In der Druckkammer wird die Druckrohrleitung durch eine Rückstauklappe DN 600 verschlossen. Die sich selbständig öffnende / schließende Armatur wird für Druckbetrieb ausgelegt und als gusseiserne Klappe mit Schlagdämpfung hergestellt.

Im Auslaufbauwerk wird die Druckrohrleitung durch eine Rückstauklappe DN 900 verschlossen. Auch diese sich selbständig öffnende / schließende Armatur wird für Druckbetrieb ausgelegt und als gusseiserne Stahlklappe mit Schlagdämpfung konzipiert.

Der Korrosionsschutz für die Rückstauklappen entspricht dem vorstehend beschriebenen Aufbau für den Schieber.

Verschlüsse der Sielröhre

Der Sielzug kann im Einlaufbereich mit einer elektrisch angetriebenen Hubschützenanlage verschlossen werden. Der Verschluss hat die Funktion der sogenannten '2. Deichsicherheit' und übernimmt bei Versagen der äußeren Rückstauklappe DN1500 ('1. Deichsicherheit') im Auslaufbauwerk dessen Schutzfunktion.

Die als feuerverzinkte Schweißkonstruktion hergestellte Schütztafel wird durch einen Spindeltrieb bewegt. Das Hubschütz ist in der Lage den Bemessungswasserstand bei Ausfall der Rückstauklappe aufzunehmen. Die Tafel erhält einen umlaufenden Dichtungsrahmen aus Nottengummi-Profilen, der durch Endlagenkeile gegen Führungsrahmen und Beton gepresst wird und für die notwendige Dichtigkeit sorgt.

Der einbetonierte Führungsrahmen der Hubschützenanlage wird zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit aus Werkstoff Nr. 1.4571 (V4A) hergestellt. Die Spindel wird in Werkstoff Nr. 1.4131 (V2A) gefertigt. Austauschbare Anlagenteile (Tafel, Kopfträger) sind durch Feuerverzinkung korrosionsgeschützt.

Die Sielröhre wird im Auslaufbauwerk durch eine gusseiserne Rückstauklappe DN1500 (mit Schlagdämpfung) verschlossen. Die Konservierung entspricht den anderen im Bauwerk montierten Klappen.

Armaturen in der Druckkammer

An die Druckkammer sind die Druckrohrleitung DN700 und ein Verbindungsstutzen DN700 zum Rohr DN1500 des Siels angeschlossen.

Um die Rohrleitungen wahlweise für Revisionen/Instandsetzungen trockenlegen zu können werden Schieber angeordnet. Der Schieber an der Druckrohrleitung DN700 ist im Regelfall geöffnet, während der Schieber am Verbindungsstutzen in der Regel geschlossen ist.

Über die Schieber können die Entwässerungssysteme von Schöpfwerk und Siel verbunden oder umgeleitet werden.

Die Schieber sind als angedübelte Flachschieber mit stahlwasserbauüblicher Konservierung konzipiert.

3.4.9 Gewässerausbau

Gewässerverlegung

Der Zubringergraben 'Großenbroder Aue' wird im Zulaufbereich zum Schöpfwerk so verlegt, dass der Zufluss in die Pumpenkammern ohne Umlenkung erfolgt. Hierfür werden die Uferböschungen auf einer Länge von rd. 40 m mit einem max. Abrückmaß vom alten Verlauf von 14 m neu angelegt. Die Böschungsneigung beträgt – entsprechend den bestehenden Verhältnissen – 1:1,5. Auch die Sohlentiefe des Gewässers wird an den genehmigten Wert von NHN -3,50 m angepasst.

Sohlsicherung

Als Schutz gegen Auskolkungen der Sohle werden im Einlaufbereich eine 35 cm starke Sohlsicherung aus Wasserbausteinen, geschüttet auf Gittergewebe, hergestellt. Die Sohlsicherung wird unvergossen eingebaut und ist damit durchlässig.

Als Randeinfassung wird eine Pfahlreihe aus Rundholzpfählen, Fi/Ta, Ø 10-12 cm, L=1,50 m, gesetzt.

Böschungssicherung

Die an die Flügelwände anschließenden Böschungen werden auf 3,0 m Breite mit Natursteinpflaster 160/160/140, gesetzt in Magerbeton auf Geotextil, gesichert. Als Randeinfassung werden Rundholzpfähle, Fi/Ta, Ø 10-12 cm, L=1,20 m, dicht-an-dicht gesetzt.

Einleitung aus dem Regenrückhaltebecken

Der Ablaufgraben des Regenrückhaltebeckens mündet mit einer Rohrleitung DN600 in die 'Großenbroder Aue'. Die Ablaufleitung ist gesamt 12,5 m lang und wird durch die westliche Einlaufflügelwand hindurchgeführt und mit einer Rückstauklappe verschlossen

3.4.10 Böschungssicherung am Auslaufbauwerk

Böschungssicherung

Nach Fertigstellung des Auslaufbauwerkes werden die Baugrubenspundwände 0,70 m unter Böschungsoberkante abgebrannt.

Das Deckwerk bindet beidseitig mit einer Neigung von 1:2,9 an das neue Betonbauwerk an. Die Deckwerksfläche östlich des Auslaufbauwerkes schließt mit einem Übergangsbereich von 16 m Länge an die bestehende Deckwerksfläche an.

Westlich des Auslaufbauwerkes ergibt sich durch das Anlegen der Rampe eine steilere Böschungsneigung, die einen Maximalwert von 1:2,1 annimmt. Das Deckwerk wird auf 81 m Länge neu hergestellt.

Das neue Deckwerk wird für eine Wellenhöhe von 2,0 m bemessen und wird als durchlässiges Mastixschotterdeckwerk mit 0,36 m Stärke, eingebaut auf 15 cm Heißbitumensand, hergestellt.

Sohlsicherung

Als Schutz gegen Auskolkungen vor dem Auslaufbauwerk wird auf gesamter Bauwerksbreite eine 3 m lange eine 20 cm starke Betonmatratze verlegt. Die flexible Sohlsicherung wird zugfest mit dem Bauwerk verbunden.

3.4.11 Ufereinfassungen

Die senkrechten Ufereinfassungen (Flügelwände) im Einlaufbereich werden aus Stahlspundbohlen hergestellt. Die Flügelwände werden durch 1:1 geneigte Schrägpfähle rückwärtig verankert. Die Rammfähle binden in den Stahlbetonholm der Flügelwände ein.

Querschnittsabmessungen und Längen von Spundbohlen und Rammfählen werden in der nachfolgenden Planungsphase ermittelt.

3.4.12 Zuwegung

Trassierung und Aufbau des zum Schöpfwerk führenden Wirtschaftsweges sind unter Ziffer 4.3.9 des Erläuterungsberichtes für das Straßenbauvorhaben beschrieben.

Als Zuwegung zum Auslaufbauwerk wird an der seeseitigen Böschung des Straßendamms eine Rampe angelegt. Die bituminös befestigte Rampe wird mit 3,50 m Fahrbahnbreite und 6,7 % Gefälle erstellt und führt von der B 207 zu einer am Auslaufbauwerk angelegten, 5,0 m breiten Aufstellfläche für Baugerät / Fahrzeug. Die Aufstellfläche kann von Fahrzeugen nur in

Rückwärtsfahrt erreicht werden. Die hierfür erforderliche Rangierfläche wird im Seitenstreifen der B 207 auf 30 m Länge erstellt.

Das Anlegen der Rampe bewirkt, dass die Böschungsneigungen des Dammes beidseitig des Auslaufbauwerkes steiler ausgebildet werden müssen. Auswirkungen auf die Deckwerkskonstruktion sind unter 3.4.10 beschrieben.

3.4.13 Rückbauarbeiten

Einlaufbauwerk, Druckkammer, Ufereinfassungen

Die in Stahlbeton erstellten Bauteile von Einlaufbauwerk, Druckkammer und Ufereinfassungen werden vollständig rückgebaut. Das Beton-Abbruchmaterial wird dem Stoffkreislauf zugeführt und kann als Betonrecycling Wiederverwendung finden.

Rohrleitungen

Die Betonrohrleitungen werden rückgebaut, sofern diese in Bereichen liegen, in denen ein Bodenaustausch für die Dammverbreiterung vorgenommen wird.

Im Bereich des derzeitigen Straßendamms müssen die Rohrleitungen im Dammkörper verbleiben, da die B 207 während der Bauzeit unter Verkehr bleibt. Diese Rohrstrecken werden hohlraumfrei mit Dämmerbeton verfüllt.

Auslaufbauwerk

Ein vollständiger Rückbau wird nicht vorgenommen, da die damit verbundenen Aufwendungen in wirtschaftlicher Hinsicht unverträglich hoch sind. Ein solcher Komplett-Rückbau würde die Herstellung einer umspundeten Baugrube erfordern, mit der hohe Kosten verbunden sind.

Das Auslaufbauwerk wird hohlraumfrei mit Dämmerbeton verfüllt. Durch Wahl von Leichtbeton mit einer Dichte $\leq 13 \text{ kN/m}^3$ sind Setzungen aus der Verfüllung nicht zu erwarten. Ein Verbleiben des verfüllten Betonbauwerkes im Dammkörper wirkt sich im Hinblick auf die Standsicherheit der Dammböschungen und auf Aspekte des Hochwasserschutzes nicht nachteilig aus.

Die Verschlüsse der Rohrleitungen (Rückstauklappen und Hubschützenanlagen) werden ausgebaut.

Pumpen

Die Wiederverwendung der Pumpen setzt voraus, dass die Bausubstanz einen schadensfreien Ausbau der Komponenten (Motor / Kupplung / Getriebe / Welle / Gehäuse) ermöglicht. Eine Beurteilung hierüber muss frühzeitig erfolgen, da bei Pumpen dieser Bauart mit Lieferzeiten von 9 – 10 Monaten gerechnet werden muss.

Zum Zeitpunkt der Planbearbeitung wird unterstellt, dass ein Wiedereinbau der Pumpen erfolgen kann.

Armaturen

Über die Wiederverwendung von Armaturen (Schieber, Rückstauklappen) kann aufgrund der Lieferzeiten von 2 - 3 Monaten nur entschieden werden, wenn der bauliche Zustand dieser Bauteile zuvor überprüft worden ist. Dies erfordert eine Trockenlegung der Pumpenkammer und der Druckkammer. Es ist in den nachfolgenden Planungsphasen auch zu prüfen, ob der damit verbundene Aufwand in wirtschaftlichem Verhältnis zu einer Neubeschaffung steht.

Einbetonierte Bauteile (konische Stützen) gelangen nicht zum Wiedereinbau, da der verformungsfreie Ausbau nicht gesichert ist.

Elektrotechnische Ausrüstung

Die elektrotechnische Ausrüstung entspricht nicht mehr den heutigen technischen Anforderungen und kann keine Verwendung im neuen Schöpfwerk finden. Die Anlagenteile für Haus-technik / Gebäudeinstallation / Schaltanlage / Messtechnik / Pumpensteuerung werden vollständig rückgebaut, da eine Wiederverwendung wegen fehlender Kompatibilität zu heutigen Anlagenteilen nicht gegeben ist. Der Hausanschluss wird vom zuständigen EVU vom Netz genommen.

3.4.14 Bauwerksausrüstungen

Geländer

Als Absturzsicherung werden 1,10 m hohe feuerverzinkte Füllstabgeländer auf den Wänden des Ein- und Auslaufbauwerkes sowie auf den Betonholmen der Flügelwände angeordnet.

Pegellatten

Im Ein- und im Auslaufbauwerk des Schöpfwerkes wird je ein Lattenpegel zur optischen Wasserstandserfassung installiert.

Rechenreinigungsanlage

Eine automatische Rechenreinigungsanlage ist im Bestand nicht vorhanden und ist daher kein Planungsgegenstand.

3.4.15 Baustoffe

Folgende Materialgüten sollen Verwendung finden:

Baustahl*	S235JR
Spundwandstahl**	S355GP
Beton-Druckfestigkeitsklasse	C30/37(LP), C35/45
Expositionsklassen	XC4, XD3, XS3, XF4, XA2
Betonstahl	BSt 500 S, M
Rohrleitungen	GFK
Rückstauklappe	GG 20
Gehäuseschieber	GG 20

* teilweise feuerverzinkt

** endgültige Festlegung im Rahmen der statischen Berechnung

Sofern Bauteile des Stahlwasserbaus nicht durch Feuerverzinkung gegen Korrosion geschützt sind, wird eine Konservierung gemäß Ziffer 3.4.8 aufgebracht.

3.5 Technisches Konzept 'Pumpen'

Für die Druckrohrleitung wird ein Rohr DN700 gewählt. Die Fließgeschwindigkeiten im Druckrohr ergeben sich dann bei Betrieb

- der kleineren Pumpe VP 350 zu 0,78 m/s
- der größeren Pumpe VP 400 zu 0,91 m/s
- beider Pumpen zu..... 1,69 m/s

und liegen damit im Hinblick auf Druckhöhenverluste und der Räumwirkung zur Vermeidung von Sedimentablagerungen in einem günstigen Bereich.

Mit der Wahl eines Druckrohres DN700 ist eine Zunahme der Druckhöhenverluste gegenüber dem bestehenden Zustand verbunden, der in Abschnitt 2 zu rd. 0,4 m ermittelt wurde. Diese Zunahme ist in der notwendigen Reduzierung des Abflussquerschnittes begründet, mit der eine Erhöhung der Fließgeschwindigkeit und damit auch der Druckhöhenverluste einhergeht.

Die Vergrößerung der Druckhöhenverluste führt zur Reduzierung der Pumpenleistungen, die durch eine Umrüstung der größeren Pumpe (VP 400) ausgeglichen wird, um keine Verschlechterung der Gesamt-Förderleistung eintreten zu lassen.

Die Umrüstung erfordert den Einbau

- eines stärkeren Motors mit 30 kW (bisher 22 kW) zur Erhöhung der Drehzahl von 960 auf 1.050 [1/min]
- eines neuen Frequenzumformers zum drehzahlgesteuerten Betrieb
- eines neuen Motoraufsatzstutzens
- einer neuen Kupplung

Mit diesen Maßnahmen können erhöhte Druckhöhenverluste bis 1,20 m kompensiert werden. Aus den in Abschnitt 2 beigefügten Kennlinien ist zu entnehmen, dass sich die Nennleistung der VP 400 durch Drehzahlregulierung von derzeit 350 l/s auf 415 l/s erhöht werden kann.

Durch den drehzahlgesteuerten Betrieb wird eine energieeffiziente Entwässerung erreicht. Es entspricht den heutigen Konzeptionen, bei einem mit zwei Pumpen ausgerüsteten Schöpfwerk, eine Pumpe für den Dauerbetrieb mit einem Frequenzumformer auszurüsten.

Nach Auskunft des zuständigen Versorgungsunternehmens (EON Netz AG, Betriebsstätte Pönitz) kann der zusätzliche Strombedarf für den vergrößerten Motor durch die bestehende Mittelspannungsanlage abgedeckt werden.

Technische Daten der Pumpe VP400 im Vergleich:

	VP400 Bestand	VP400 Planung
Förderleistung [l/s]	350	415
Man. Förderhöhe [m]	4,50	4,50
Motorleistung [kW]	22	30
Umdrehung [1/min]	960	1.050

Die manometrische Förderhöhe von 4,50 m setzt sich zusammen aus:

- Geodätischer Förderhöhe 3,50 m
- Verlusthöhe Pumpe 0,30 m
- Verlusthöhe Rohrleitung 0,42 m
- Verlusthöhe Druckkammer 0,28 m

Demnach wird die Förderleistung der verstärkten Pumpe bis zu einem Ostsee-Wasserstand von NHN +1,10 m ohne Leistungsminderung erbracht.

Aus den Kennlinien (Abschnitt 2) ist ersichtlich, dass die umgerüstete Pumpe bei jeder manometrischen Förderhöhe eine deutliche höhere Förderleistung aufweist und das Ersatzbauwerk somit vorteilhafte Bedingungen für den Schöpfwerksbetrieb aufweist.

Technische Ausrüstung

Die technische Ausrüstung wird vollständig erneuert und umfasst folgende Komponenten:

- Haustechnik
Wannenleuchten, CEE-Steckdosen, Schuko-Steckdosen)
- Schaltanlage
Niederspannungsschaltanlage, Frequenzumrichter, Steuerung Pumpen, Steuerung Schieber, Steuerung Hubschütz
- Messtechnik
Wasserstandsmessung, Prozessmessumformer, Registriergerät
- Automatisierungstechnik
Automatisierungssystem (SPS), Touch-Panel, Anwendersoftware

Die elektrotechnische Anlage wird vom TÜV abgenommen und in Bestandsunterlagen dokumentiert. Diese Unterlage wird dem Betreiber des Schöpfwerkes übergeben und enthält sämtliche relevanten Daten und Systemangaben, u.a.

- Installationspläne
- Stromlaufpläne
- Schaltpläne
- Klemmenpläne
- Ersatzteillisten
- Prüf-/Messprotokolle
- Betriebsanweisungen

4 Wasserwirtschaftliche Aspekte

4.1 Bestehende Verhältnisse

Für die Erhöhung der Förderleistung des Schöpfwerkes ist am 12.07.1999 eine Ausbaugenehmigung von der Wasserbehörde des Kreises Ostholstein erteilt worden (Gz 620.311.017).

Der Genehmigung liegt eine wassertechnische Berechnung zugrunde, die im Ergebnis zu einer Bemessungsgröße von 1,56 l/sha für das Schöpfwerk führt. Die Schöpfwerkskapazität hat sich nach Auskunft des Wasser- und Bodenverbandes in der Vergangenheit als ausreichend erwiesen.

4.2 Geplante Verhältnisse

Mit der unter Ziffer 3.5 beschriebenen Umrüstung der größeren Pumpe (VP 400) wird eine Förderleistung von 415 l/s erzielt. Demzufolge wird die Förderleistung um 10,0 % erhöht. Aus dieser Förderleistung ergibt sich dann eine Bemessungsgröße von 1,72 l/sha.

Die durch den vierstreifigen Ausbau der B 207 bewirkte zusätzliche Versiegelung wird durch den Bau von Regenrückhaltebecken, aus denen ein auf 0,6 l/sha gedrosselter Abfluss erfolgt, kompensiert. Da aus dem Straßenausbau somit kein erhöhter Abfluss in das Gewässer 'Großenbroder Aue' hervorgerufen wird, werden die Belange des Wasser- und Bodenverbandes nicht nachteilig berührt. Durch die im technischen Konzept des Schöpfwerksbaus begründete Umrüstung der größeren Pumpe (VP 400) wird die Förderleistung hingegen erhöht, so dass der Wasser- und Bodenverband von dem geplanten Vorhaben letztendlich keine Nachteile erfährt.

4.3 Entwässerung ohne Schöpfwerksbetrieb

Der Forderung des Wasser- und Bodenverbandes entsprechend wird auch ein Siel erstellt, durch das die Niederung im Fall einer Überflutung teilweise entwässert werden kann.

Bestimmend für die Wirksamkeit des Sielabflusses sind der Wasserstand in der Ostsee, die betriebsbedingt im Sielzug auftretenden Druckhöhenverluste und der Binnenwasserstand.

Die Druckhöhenverluste bestimmen den Höhenunterschied von Binnenwasserstand zu Ostseewasserstand, der erforderlich ist, um eine bestimmte Wassermenge abzuleiten. Die Höhenlage der Sielröhre ist hierfür nicht entscheidend. Die Sielsohle wird in Anlehnung an die bestehenden Verhältnisse auf NHN -1,20 m angeordnet.

In Abschnitt 2 sind die Druckhöhenverluste von bestehender und geplanter Anlage ermittelt und gegenübergestellt worden. Dabei ist festzustellen, dass bestehendes und geplantes Bauwerk mit Abweichungen im cm-Bereich gleichermaßen hydraulisch leistungsfähig sind. Obwohl die bestehende Anlage aus zwei Rohren DN1200 besteht, ist der Abfluss mit dem geplanten Rohr DN1500 mit sehr geringen Abweichungen gleichermaßen wirksam. Dies ist darin begründet, dass der Abfluss beim bestehenden Bauwerk durch die Druckkammer hindurch erfolgt. Hierbei entstehen zusätzliche Druckhöhenverluste durch Eintritts-/ Austritts- und Armaturenverluste (Rückstauklappe), die sich nachteilig auf die Abflussmenge auswirken.

5 Baudurchführung

5.1 Wesentliche Bauleistungen

Im Rahmen des Vorhabens sind folgende Hauptleistungen im Massivbau zu erbringen:

- 100 to Stahlspundbohlen rammen
- 25 to Stahlpfähle rammen
- 245 m³ Stahlbeton einbauen
- 42 to Betonstahl einbauen
- 62 m Rohrleitung DN700 verlegen
- 64 m Rohrleitung DN1500 verlegen

5.2 Transporte

Die Transporte erfolgen auf den in der Planfeststellungsunterlage ausgewiesenen Routen. Für Materialanlieferungen wird die Anzahl der Touren wie folgt abgeschätzt:

- 6 Transporte mit Spundbohlen und Pfählen
- 4 Transporte mit Betonstahl
- 35 Transporte mit Beton
- 55 Transporte für Bodenauffüllungen (ohne Bodenaustausch)

Zu weiterem, im Zuge der Baudurchführung entstehendem Fahrzeugaufkommen kann keine verlässliche Prognose abgegeben werden.

5.3 Bauablauf

Der Bau des Schöpfwerkes ist zwingend in den komplexen Gesamtablauf des Vorhabens einzubinden. Bestimmend für den Bauablauf ist u.a. auch der jahreszeitliche Baubeginn, da die Arbeiten am Auslaufbauwerk (gleichzeitig Zielgrube für Rohrvortrieb) den Einflüssen aus Hochwasser unterliegen können.

Für die Durchführung des Schöpfwerksbaus ist von einer Gesamtbauteit von rd. 12 Monaten auszugehen.

Angestrebt wird ein Baubeginn im Herbst, um die Massivbau-Arbeiten am Einlaufbauwerk bis zum April fertigstellen zu können.

Die Arbeiten zum Bodenaustausch im Schöpfwerksbereich sind für den Zeitraum Januar/Februar vorgesehen, damit die Arbeiten für die Vortriebsarbeiten im März für die Startgrube und im April für die Zielgrube (Auslaufbauwerk) vorgenommen werden können.

Rohrleitungsarbeiten und der Bau des Auslaufbauwerkes sollen im September abgeschlossen sein, damit die Hochwassersicherheit zu Beginn der sturmflutgefährdeten Zeit rechtzeitig hergestellt ist. Der Umschluss der Pumpen ist dann für den Monat Oktober vorgesehen. Im Anschluss daran erfolgen die Arbeiten zum Rückbau des bestehenden Schöpfwerkes.

Diese Abfolge der wesentlichen Schritte stellt einen möglichen Bauablauf dar.

5.4 Entwässerung während der Bauzeit

Das bestehende Schöpfwerk bleibt während der Arbeiten zum Bau des Ersatzbauwerkes zunächst uneingeschränkt in Betrieb. Erst mit Erreichen des Zeitpunktes zu dem die bestehenden Pumpen im neuen Bauwerk installiert werden sollen, wird es einen Übergangszeitraum geben, in dem die Entwässerung hilfsweise durch Einsatz mobiler Pumpen sichergestellt werden muss.

Dieser Zeitraum wird sich über ca. vier Wochen erstrecken, da folgende Arbeiten auszuführen sind:

- Demontage der bestehenden Pumpen
- Montage der Pumpen im neuen Bauwerk
- Umrüstung der Pumpe VP 400
- Einbetonieren der Konusse in die Kammerwand
- Montage der Rückstauklappen
- Elektrotechnische Installationen

Da Arbeiten in der Druckkammer ausgeführt werden, steht diese für die provisorische Entwässerung nicht zur Verfügung. Daher muss die Entwässerung hilfsweise über die Rohrleitung DN1500 erfolgen. Hierfür wird die Einlaufkammer des Siels innerhalb der noch umspundeten Baugrube mit Dammtafeln/ Dammbalken bis zur Wandoberkante auf NHN +1,00 m abgedämmt, um einen Kammereffekt zu schaffen.

Die mobilen Pumpen fördern das Wasser mit Rohrleitungen, die über die Baugrubenspundwand und Abdämmung hinweggeführt werden in den Einlaufbereich des Siels und erzeugen hier den hydrostatischen Überdruck, der für den Abfluss in die Ostsee notwendig ist. Die geringe Fließgeschwindigkeit im Rohr DN1500 kann für den Übergangszeitraum in Kauf genommen werden.

6 Untersuchung alternativer Lösungen

6.1 Generelle Betrachtung zu technischen Alternativlösungen

Der Vorhabensträger erstellt für das durch Überbauung entfallende Schöpfwerk eine Ersatzanlage und trägt damit der Verpflichtung zur Vermeidung / zum Ausgleich von nachteiligen Auswirkungen auf die Belange des Wasser- und Bodenverbandes Rechnung.

Durch die vom Wasser- und Bodenverband erhobene Forderung nach Erhalt der Entwässerungsmöglichkeit ohne Schöpfwerksbetrieb sind konzeptionelle Alternativlösungen nicht gegeben. Es ist ein Bauwerk zu erstellen, das neben dem Schöpfwerksbetrieb auch einen Sielbetrieb ermöglicht.

Ein Ableiten des gepumpten Wassers über den funktional bedingt großen Sielquerschnitt kommt bei der nur geringen Fördermenge des Schöpfwerkes jedoch nicht in Betracht. Dies entspricht nicht den Konstruktionsgrundsätzen für Schöpfwerke gemäß DIN 1184.

Damit verbleiben Alternativen nur noch im Hinblick auf die lagemäßige Anordnung des Schöpfwerkes. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der Betrieb des bestehenden Schöpfwerkes während der Bauzeit aufrechterhalten werden muss. Insofern muss das Ersatzbauwerk in jedem Fall seitlich des bestehenden Schöpfwerkes angeordnet werden.

6.2 Alternativer Schöpfwerksstandort

Alternativ zur Planungslösung ist für das Ersatzbauwerk ein Standort östlich des bestehenden Schöpfwerkes untersucht worden (s. Darstellung auf Blatt Nr. 6)

Im Hinblick auf technische und betriebliche Aspekte ist eine solche lagemäßige Anordnung des Bauwerkes mit der Planungslösung gleichwertig. Ausschlaggebend dafür, dass die Variante letztendlich verworfen wird, ist der damit verbundene größere Eingriff in geschützte Gebiete. Darüber hinaus wäre die Großenbroder Aue bei der Variante in größerem Ausmaße zu verfüllen.

Hydraulische Berechnungen
für den
Neubau Schöpfwerk Großenbroder Aue
Bau-km 4+006,16

Vierstreifiger Ausbau der B 207 zwischen Heiligenhafen und Puttgarden

von Abschnitt 580 Betriebsstation 0.475 bis
Abschnitt 590 Betriebsstation 1.372
von Abschnitt 590 Betriebsstation 5.070 bis
Abschnitt 610 Betriebsstation 5.769

von Bau-km 0-180.600 bis Bau-km 19+850.000
Baulänge: 16,330 km

Inhaltsverzeichnis

Pumpenkennlinie für die Pumpe VP 400

- bestehender / geplanter Zustand

Verlusthöhenberechnung für das Schöpfwerk

- Bestehender Zustand
- Geplanter Zustand

Verlusthöhenberechnung für das Siel (Entwässerung ohne Schöpfwerksbetrieb)

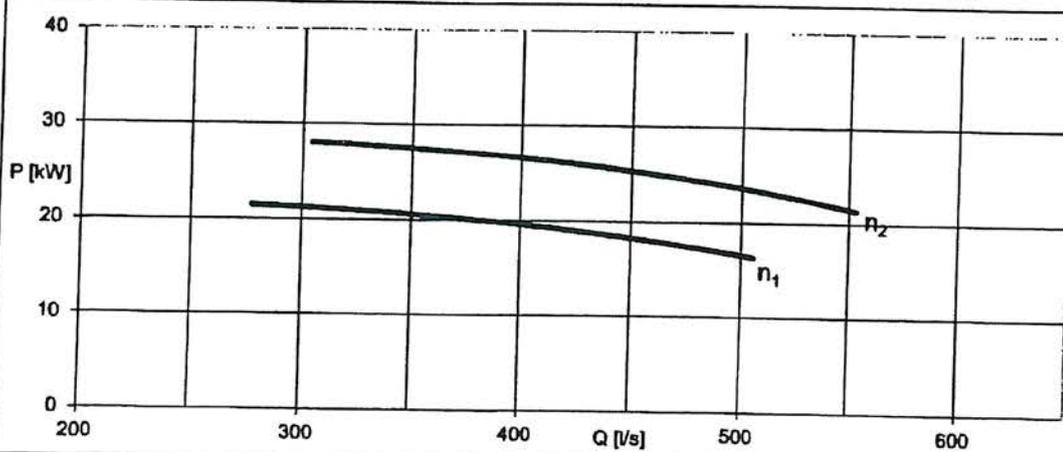
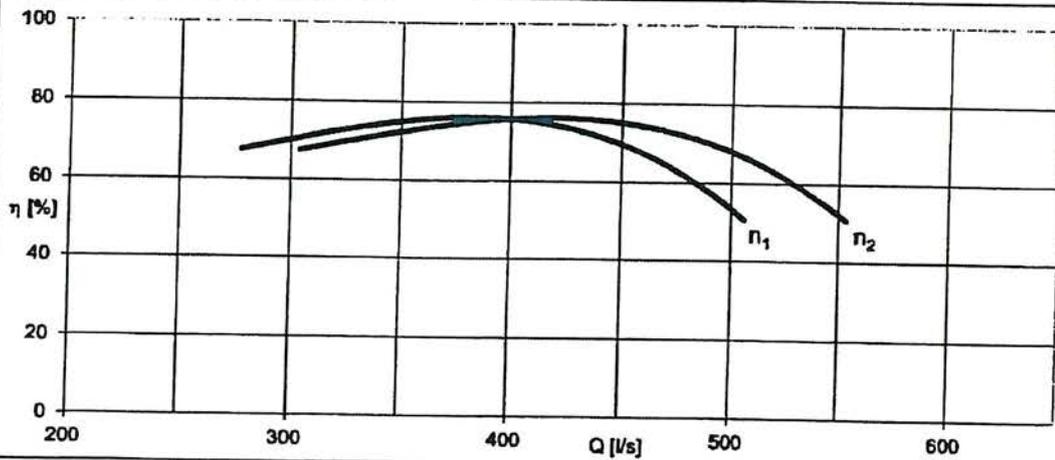
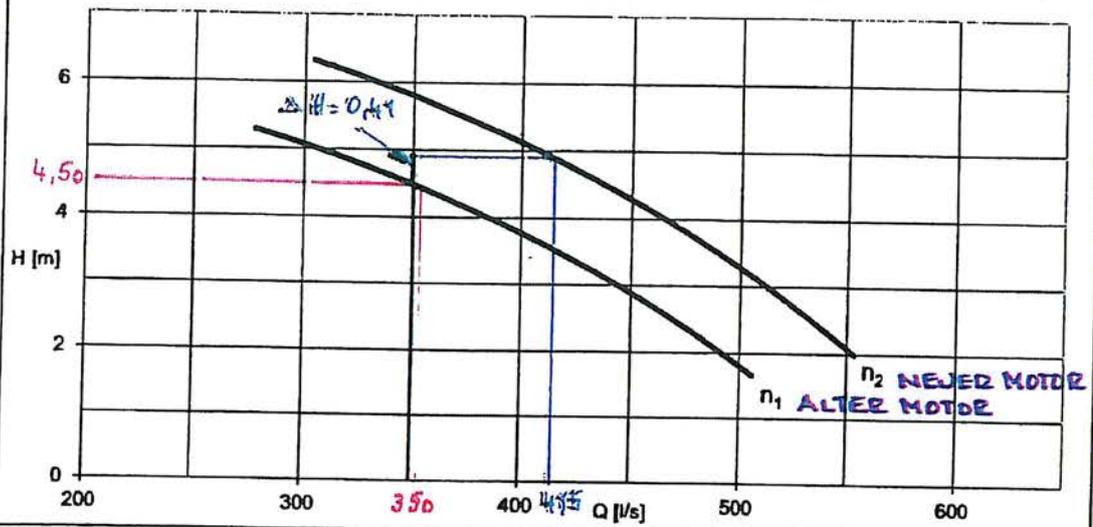
- Bestehender Zustand
- Geplanter Zustand
- Gegenüberstellung der Ergebnisse

Pumpenkennlinie
für Pumpe VP 400

Bestehender / geplanter Zustand

Kennlinie VP400 EN ISO 9906, Klasse II

$Q = 450 \text{ l/s}$ $\eta = 70,1 \%$
 $H_{\text{man}} = 2,80 \text{ m}$ $n_1 = 860 \text{ UpM}$
 $n_2 = 1050 \text{ UpM}$
 $P = 18,3 \text{ kW}$ $P_{\text{Mot}} = 22 \text{ kW}$
 $z_{\text{rotor}} = 4$ $\alpha = 12^\circ$



Verlusthöhenberechnung für das Schöpfwerk

Bestehender Zustand

Schöpfwerk Großenbroder Aue

Berechnung der Druckhöhenverluste in der Rohrleitung

Bestehender Zustand mit 2 x DN1200
Abfluss gesamt: 0,65 m³/s

Eingangsgrößen	
Bauteil	Fördermenge [m³/s]
Rohr	0,325

Rohr		A 1	A 2	U 1	U 2	Rohrlänge	V 1	V 2
DN 1	DN 2	[m²]	[m²]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[m/s]
1200		1,130	0,000	3,768		45,00	0,29	

Armatur	
1	Rückstauklappe

Beiwerte / Parameter	
R	d/k
[m]	[1]
0,300	4,000

λ	$\xi_{\text{Konus 1}}$	ξ_{Eintritt}	$\xi_{\text{Körmner}}$	$\xi_{\text{Armatur 1}}$	$\xi_{\text{Armatur 2}}$	$\xi_{\text{Armatur 3}}$	$\xi_{\text{Armatur 4}}$	ξ_{Austritt}
[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]
0,0140		0,500		0,830				1,000

Verlusthöhen [m]	
Eintritt	0,007
Rohrstrang	0,002
Armatur 1	0,003
Austritt	0,004
Summe	0,017

d/k	λ
500	0,025
1000	0,019
2000	0,017
3000	0,015
5000	0,013
10000	0,012
20000	0,011

$v_1^2/2g$	$v_2^2/2g$	$v_3^2/2g$
[m]	[m]	[m]
0,004		

Verlusthöhenberechnung für das Schöpfwerk

Geplanter Zustand

Schöpfwerk Großenbroder Aue

Berechnung der Druckhöhenverluste in der Rohrleitung

Bestehender Zustand

Eingangsgrößen		Rohr		A 1 [m ²]	A 2 [m ²]	U 1 [m]	U 2 [m]	Rohrlänge [m]	V 1 [m/s]	V 2 [m/s]
		DN 1	DN 2							
Bauteil	Fördermenge [m ³ /s]									
Rohr	0,650	700		0,385	0,000	2,198		67	1,69	
Konus 2	0,650	700	900	0,385	0,636	2,198	2,826		1,69	1,02

Beiwerte / Parameter		R	k _b	d/k	λ	ξ _{Konus}	ξ _{Eintritt}	ξ _{Kühner}	ξ _{Armatur 1}	ξ _{Armatur 2}	ξ _{Armatur 3}	ξ _{Armatur 4}	ξ _{Austritt}
[m]	[mm]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]
0,175	0,300	2,333	0,0170	0,100	0,500	0,830							1,000

Verlusthöhen [m]		v ^{1²/2g} [m]	v ^{2²/2g} [m]
Konus	0,005		
Eintritt	0,073		
Rohrstrang	0,237		
Armatur	0,044		
Austritt	0,053		
Summe	0,407		

d/k	λ
500	0,025
1000	0,019
2000	0,017
3000	0,015
5000	0,013
10000	0,012
20000	0,011

v ^{1²/2g} [m]	v ^{2²/2g} [m]
0,146	0,053

Schöpfwerk Großenbroder Aue

Berechnung der Druckhöhenverluste

Pumpbetrieb der VP 400 in die Druckkammer

Eingangsgrößen

Bauteil	Fördermenge [m³/s]		Rohr		A 1 [m²]	A 2 [m²]	U 1 [m]	U 2 [m]	Rohrlänge [m]	V 1 [m/s]	V 2 [m/s]
	DN 1	DN 2									
Rohr	0,350	400			0,126	0,000	1,256		1	2,79	
Konus 2	0,350	400	600		0,126	0,283	1,256	1,884		2,79	1,24

Beiwerte / Parameter

R	k _b	d/k	λ	ξ _{Konus}	ξ _{Eintritt}	ξ _{Krümmung}	ξ _{Armatur 1}	ξ _{Armatur 2}	ξ _{Armatur 3}	ξ _{Armatur 4}	ξ _{Austritt}
[m]	[mm]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]
0,100	0,300	1,333	0,0180	0,100			2,300				1,000

Verlusthöhen [m]

Konus	0,008
Eintritt	
Rohrstrang	0,018
Armatur	0,180
Austritt	0,078
Summe	0,276

d/k	λ
500	0,025
1000	0,019
2000	0,017
3000	0,015
5000	0,013
10000	0,012
20000	0,011

v ^{1/2} /2g	v ^{2/2} /2g
[m]	[m]
0,396	0,078

Verlusthöhenberechnung für das Sieel

(Entwässerung ohne Schöpfwerksbetrieb)

Bestehender Zustand

Schöpfwerk Großenbroder Aue

Verlustrhöhenberechnung für das SieI

Bestehender Zustand mit 2 x DN1200

Abfluss gesamt : 1 m³/s

Abfluss je Rohr : 0,5 m³/s

Eingangsgrößen

Haltung		Fördermenge	Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
von	bis	[m ³ /s]	DN	[m ²]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
Druckkammer	Ostsee	0,500	1200	1,130	3,768	45,00		0,44

Beiwerte / Parameter

R	k _b	d/k	λ	ξ _{Aufweitung}	ξ _{Klappe 1}	v ² /2g	ξ _{Eintritt 1}	ξ _{Austritt 1}
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]		
0,300	0,250	4.800	0,013		0,50	0,010	0,500	1,000

Haltung		Fördermenge	Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
von	bis	[m ³ /s]	DN	[m ²]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
Graben	Druckkammer	0,500	1200	1,130	3,768	1,3		0,44

Beiwerte / Parameter

R	k _b	d/k	λ	ξ _{Austritt 2}	ξ _{Klappe 2}	v ² /2g	ξ _{Eintritt 2}
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]	
0,300	0,250	4.800	0,013	1,000	0,50	0,010	0,500

Verlustrhöhen [m]	
Eintritt 1	0,005
Eintritt 2	0,005
Rohr 1	0,005
Rohr 2	0,000
Rückstauklappe 1	0,005
Rückstauklappe 2	0,005
Austritt 1	0,010
Austritt 2	0,010
Summe	0,040

d/k	λ
500	0,025
1000	0,019
2000	0,017
3000	0,015
5000	0,013
10000	0,012
20000	0,011

Schöpfwerk Großenbroder Aue

Verlusthöhenberechnung für das SieI

Bestehender Zustand mit 2 x DN1200

Abfluss gesamt : 2 m³/s

Abfluss je Rohr : 1 m³/s

Eingangsgrößen

Haltung		Fördermenge	Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
von	bis	[m ³ /s]	DN	[m ²]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
Druckkammer	Ostsee	1,000	1200	1,130	3,768	45,00		0,88

Beiwerte / Parameter

R	k _b	d/k	λ	ξ _{Aufweilung}	ξ _{Klappe 1}	v ² /2g	ξ _{Eintritt 1}	ξ _{Austritt 1}
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]		
0,300	0,250	4.800	0,013		0,50	0,040	0,500	1,000

Haltung		Fördermenge	Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
von	bis	[m ³ /s]	DN	[m ²]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
Graben	Druckkammer	1,000	1200	1,130	3,768	1,3		0,88

Beiwerte / Parameter

R	k _b	d/k	λ	ξ _{Austritt 2}	ξ _{Klappe 2}	v ² /2g	ξ _{Eintritt 2}
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]	
0,300	0,250	4.800	0,013	1,000	0,50	0,040	0,500

Verlusthöhen [m]	
Eintritt 1	0,020
Eintritt 2	0,020
Rohr 1	0,019
Rohr 2	0,001
Rückstauklappe 1	0,020
Rückstauklappe 2	0,020
Austritt 1	0,040
Austritt 2	0,040
Summe	0,160

d/k	λ
500	0,025
1000	0,019
2000	0,017
3000	0,015
5000	0,013
10000	0,012
20000	0,011

Schöpfwerk Großenbroder Aue

Verlusthöhenberechnung für das SieI

Bestehender Zustand mit 2 x DN1200

Abfluss gesamt : 3 m³/s

Abfluss je Rohr : 1,5 m³/s

Eingangsgrößen

Haltung		Fördermenge	Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
von	bis	[m ³ /s]	DN	[m ²]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
Druckkammer	Ostsee	1,500	1200	1,130	3,768	45,00		1,33

Beiwerte / Parameter

R	k _b	d/k	λ	ξ Aufweitung	ξ Klappe 1	v ² /2g	ξ Eintritt 1	ξ Austritt 1
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]		
0,300	0,250	4.800	0,013		0,50	0,090	0,500	1,000

Haltung		Fördermenge	Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
von	bis	[m ³ /s]	DN	[m ²]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
Graben	Druckkammer	1,500	1200	1,130	3,768	1,3		1,33

Beiwerte / Parameter

R	k _b	d/k	λ	ξ Austritt 2	ξ Klappe 2	v ² /2g	ξ Eintritt 2
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]	
0,300	0,250	4.800	0,013	1,000	0,50	0,090	0,500

Verlusthöhen [m]	
Eintritt 1	0,045
Eintritt 2	0,045
Rohr 1	0,044
Rohr 2	0,001
Rückstauklappe 1	0,045
Rückstauklappe 2	0,045
Austritt 1	0,090
Austritt 2	0,090
Summe	0,359

d/k	λ
500	0,025
1000	0,019
2000	0,017
3000	0,015
5000	0,013
10000	0,012
20000	0,011

Schöpfwerk Großenbroder Aue

Verlusthöhenberechnung für das SieI

Bestehender Zustand mit 2 x DN1200

Abfluss gesamt : 4 m³/s

Abfluss je Rohr : 2,0 m³/s

Eingangsgrößen								
Haltung		Fördermenge	Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
von	bis	[m ³ /s]	DN	[m ²]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
Druckkammer	Ostsee	2,000	1200	1,130	3,768	45,00		1,77

Beiwerte / Parameter								
R	k _b	d/k	λ	ξ Aufweitung	ξ Klappe 1	v ² /2g	ξ Eintritt 1	ξ Austritt 1
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]		
0,300	0,250	4.800	0,013		0,50	0,160	0,500	1,000

Ausgangsgrößen								
Haltung		Fördermenge	Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
von	bis	[m ³ /s]	DN	[m ²]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
Graben	Druckkammer	2,000	1200	1,130	3,768	1,3		1,77

Beiwerte / Parameter								
R	k _b	d/k	λ	ξ Austritt 2	ξ Klappe 2	v ² /2g	ξ Eintritt 2	
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]		
0,300	0,250	4.800	0,013	1,000	0,50	0,160	0,500	

Verlusthöhen [m]	
Eintritt 1	0,080
Eintritt 2	0,080
Rohr 1	0,078
Rohr 2	0,002
Rückstauklappe 1	0,080
Rückstauklappe 2	0,080
Austritt 1	0,160
Austritt 2	0,160
Summe	0,638

d/k	λ
500	0,025
1000	0,019
2000	0,017
3000	0,015
5000	0,013
10000	0,012
20000	0,011

Schöpfwerk Großenbroder Aue

Verlusthöhenberechnung für das SieI

Bestehender Zustand mit 2 x DN1200

Abfluss gesamt : 5 m³/s

Abfluss je Rohr : 2,5 m³/s

Eingangsgrößen								
Haltung		Fördermenge	Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
von	bis	[m ³ /s]	DN	[m ²]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
Druckkammer	Ostsee	2,500	1200	1,130	3,768	45,00		2,21

Beiwerte / Parameter								
R	k _b	d/k	λ	ξ _{Aufweitung}	ξ _{Klappe 1}	v ² /2g	ξ _{Eintritt 1}	ξ _{Austritt 1}
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]		
0,300	0,250	4.800	0,013		0,50	0,249	0,500	1,000

Haltung		Fördermenge	Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
von	bis	[m ³ /s]	DN	[m ²]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
Graben	Druckkammer	2,500	1200	1,130	3,768	1,3		2,21

Beiwerte / Parameter								
R	k _b	d/k	λ	ξ _{Austritt 2}	ξ _{Klappe 2}	v ² /2g	ξ _{Eintritt2}	
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]		
0,300	0,250	4.800	0,013	1,000	0,50	0,249	0,500	

Verlusthöhen [m]	
Eintritt 1	0,125
Eintritt 2	0,125
Rohr 1	0,122
Rohr 2	0,004
Rückstauklappe 1	0,125
Rückstauklappe 2	0,125
Austritt 1	0,249
Austritt 2	0,249
Summe	0,998

d/k	λ
500	0,025
1000	0,019
2000	0,017
3000	0,015
5000	0,013
10000	0,012
20000	0,011

Schöpfwerk Großenbroder Aue

Verlusthöhenberechnung für das SieI

Bestehender Zustand mit 2 x DN1200

Abfluss gesamt : 6 m³/s

Abfluss je Rohr : 3 m³/s

Eingangsgrößen								
Haltung		Fördermenge	Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
von	bis	[m ³ /s]	DN	[m ²]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
Druckkammer	Ostsee	3,000	1200	1,130	3,768	45,00		2,65

Beiwerte / Parameter								
R	k _b	d/k	λ	ξ _{Aufweitung}	ξ _{Klappe 1}	v ² /2g	ξ _{Eintritt 1}	ξ _{Austritt 1}
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]		
0,300	0,250	4.800	0,013		0,50	0,359	0,500	1,000

Haltung		Fördermenge	Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
von	bis	[m ³ /s]	DN	[m ²]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
Graben	Druckkammer	3,000	1200	1,130	3,768	1,3		2,65

Beiwerte / Parameter								
R	k _b	d/k	λ	ξ _{Austritt 2}	ξ _{Klappe 2}	v ² /2g	ξ _{Eintritt2}	
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]		
0,300	0,250	4.800	0,013	1,000	0,50	0,359	0,500	

Verlusthöhen [m]	
Eintritt 1	0,179
Eintritt 2	0,179
Rohr 1	0,175
Rohr 2	0,005
Rückstauklappe 1	0,179
Rückstauklappe 2	0,179
Austritt 1	0,359
Austritt 2	0,359
Summe	1,437

d/k	λ
500	0,025
1000	0,019
2000	0,017
3000	0,015
5000	0,013
10000	0,012
20000	0,011

Schöpfwerk Großenbroder Aue

Verlustrhöhenberechnung für das SieI

Bestehender Zustand mit 2 x DN1200

Abfluss gesamt : 7 m³/s

Abfluss je Rohr : 3,5 m³/s

Eingangsgrößen								
Haltung		Fördermenge	Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
von	bis	[m ³ /s]	DN	[m ²]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
Druckkammer	Ostsee	3,500	1200	1,130	3,768	45,00		3,10

Beiwerte / Parameter								
R	k _b	d/k	λ	ξ Aufweitung	ξ Klappe 1	v ² /2g	ξ Eintritt 1	ξ Austritt 1
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]		
0,300	0,250	4.800	0,013		0,50	0,489	0,500	1,000

Haltung								
Haltung		Fördermenge	Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
von	bis	[m ³ /s]	DN	[m ²]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
Graben	Druckkammer	3,500	1200	1,130	3,768	1,3		3,10

Beiwerte / Parameter								
R	k _b	d/k	λ	ξ Austritt 2	ξ Klappe 2	v ² /2g	ξ Eintritt2	
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]		
0,300	0,250	4.800	0,013	1,000	0,50	0,489	0,500	

Verlustrhöhen [m]	
Eintritt 1	0,244
Eintritt 2	0,244
Rohr 1	0,238
Rohr 2	0,007
Rückstauklappe 1	0,244
Rückstauklappe 2	0,244
Austritt 1	0,489
Austritt 2	0,489
Summe	1,955

d/k	λ
500	0,025
1000	0,019
2000	0,017
3000	0,015
5000	0,013
10000	0,012
20000	0,011

Schöpfwerk Großenbroder Aue

Verlusthöhenberechnung für das SieI

Bestehender Zustand mit 2 x DN1200

Abfluss gesamt : 8 m³/s

Abfluss je Rohr : 4 m³/s

Eingangsgrößen								
Haltung		Fördermenge	Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
von	bis	[m ³ /s]	DN	[m ²]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
Druckkammer	Ostsee	4,000	1200	1,130	3,768	45,00		3,54

Beiwerte / Parameter								
R	k _b	d/k	λ	ξ Aufweitung	ξ Klappe 1	v ² /2g	ξ Eintritt 1	ξ Austritt 1
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]		
0,300	0,250	4.800	0,013		0,50	0,638	0,500	1,000

Haltung								
Haltung		Fördermenge	Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
von	bis	[m ³ /s]	DN	[m ²]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
Graben	Druckkammer	4,000	1200	1,130	3,768	1,3		3,54

Beiwerte / Parameter								
R	k _b	d/k	λ	ξ Austritt 2	ξ Klappe 2	v ² /2g	ξ Eintritt 2	
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]		
0,300	0,250	4.800	0,013	1,000	0,50	0,638	0,500	

Verlusthöhen [m]	
Eintritt 1	0,319
Eintritt 2	0,319
Rohr 1	0,311
Rohr 2	0,009
Rückstauklappe 1	0,319
Rückstauklappe 2	0,319
Austritt 1	0,638
Austritt 2	0,638
Summe	2,554

d/k	λ
500	0,025
1000	0,019
2000	0,017
3000	0,015
5000	0,013
10000	0,012
20000	0,011

Verlusthöhenberechnung

für das Siel

(Entwässerung ohne Schöpfwerksbetrieb)

Geplanter Zustand

Schöpfwerk Großenbroder Aue

Verlusthöhenberechnung für das SieI

Geplanter Zustand mit DN1500

Abfluss : 1 m³/s

Eingangsgrößen								
Haltung		Fördermenge	Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
von	bis	[m ³ /s]	DN	[m ²]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
Einlauf	Ostsee	1,000	1500	1,766	4,710	67,00		0,57

Beiwerte / Parameter								
R	k _b	d/k	λ	ξ _{Austritt}	ξ _{Klappe 1}	v ² /2g	ξ _{Eintritt}	ξ _{Krümmen}
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]		
0,375	0,250	6.000	0,013	1,000	0,36	0,016	0,500	0,075

Verlusthöhen [m]	
Eintritt	0,008
Rohrstrang	0,009
Krümmen	0,001
Rückstauklappe	0,006
Austritt	0,016
Summe	0,041

d/k	λ
500	0,025
1000	0,019
2000	0,017
3000	0,015
5000	0,013
10000	0,012
20000	0,011

Schöpfwerk Großenbroder Aue

Verlusthöhenberechnung für das SieI

Geplanter Zustand mit DN1500

Abfluss : 2 m³/s

Eingangsgrößen			Fördermenge	Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
Haltung		[m ³ /s]							
von	bis								
Einlauf	Ostsee	2,000	1500	1,766	4,710	67,00			1,13

Beiwerte / Parameter								
R	k _b	d/k	λ	ξ _{Austritt}	ξ _{Klappe 1}	v ² /2g	ξ _{Eintritt}	ξ _{Krümmen}
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]		
0,375	0,250	6.000	0,013	1,000	0,36	0,065	0,500	0,075

Verlusthöhen [m]	
Eintritt	0,033
Rohrstrang	0,038
Krümmen	0,005
Rückstauklappe	0,024
Austritt	0,065
Summe	0,164

d/k	λ
500	0,025
1000	0,019
2000	0,017
3000	0,015
5000	0,013
10000	0,012
20000	0,011

Schöpfwerk Großenbroder Aue

Verlusthöhenberechnung für das SieI

Geplanter Zustand mit DN1500

Abfluss : 3 m³/s

Eingangsgrößen			Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
Haltung		Fördermenge	DN	[m ²]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
von	bis	[m ³ /s]						
Einlauf	Ostsee	3,000	1500	1,766	4,710	67,00		1,70

Beiwerte / Parameter								
R	k _b	d/k	λ	ξ Austritt	ξ Klappe 1	v ² /2g	ξ Eintritt	ξ Krümmer
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]		
0,375	0,250	6.000	0,013	1,000	0,36	0,147	0,500	0,075

Verlusthöhen [m]	
Eintritt	0,074
Rohrstrang	0,085
Krümmer	0,011
Rückstauklappe	0,053
Austritt	0,147
Summe	0,370

d/k	λ
500	0,025
1000	0,019
2000	0,017
3000	0,015
5000	0,013
10000	0,012
20000	0,011

Schöpfwerk Großenbroder Aue

Verlusthöhenberechnung für das SieI

Geplanter Zustand mit DN1500

Abfluss : 4 m³/s

Eingangsgrößen								
Haltung		Fördermenge	Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
von	bis	[m ³ /s]	DN	[m ²]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
Einlauf	Ostsee	4,000	1500	1,766	4,710	67,00		2,26

Beiwerte / Parameter								
R	k _b	d/k	λ	ξ Austritt	ξ Klappe 1	v ² /2g	ξ Eintritt	ξ Krümmer
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]		
0,375	0,250	6.000	0,013	1,000	0,36	0,261	0,500	0,075

Verlusthöhen [m]	
Eintritt	0,131
Rohrstrang	0,152
Krümmer	0,020
Rückstauklappe	0,094
Austritt	0,261
Summe	0,658

d/k	λ
500	0,025
1000	0,019
2000	0,017
3000	0,015
5000	0,013
10000	0,012
20000	0,011

Schöpfwerk Großenbroder Aue

Verlusthöhenberechnung für das SieI

Geplanter Zustand mit DN1500

Abfluss : 5 m³/s

Eingangsgrößen			Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
Haltung		Fördermenge						
von	bis	[m ³ /s]	DN	[m ²]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
Einlauf	Ostsee	5,000	1500	1,766	4,710	67,00		2,83

Beiwerte / Parameter								
R	k _b	d/k	λ	ξ _{Austritt}	ξ _{Klappe 1}	v ² /2g	ξ _{Eintritt}	ξ _{Krümmen}
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]		
0,375	0,250	6.000	0,013	1,000	0,36	0,408	0,500	0,075

Verlusthöhen [m]	
Eintritt	0,204
Rohrstrang	0,237
Krümmen	0,031
Rückstauklappe	0,147
Austritt	0,408
Summe	1,028

d/k	λ
500	0,025
1000	0,019
2000	0,017
3000	0,015
5000	0,013
10000	0,012
20000	0,011

Schöpfwerk Großenbroder Aue

Verlusthöhenberechnung für das SieI

Geplanter Zustand mit DN1500

Abfluss : 6 m³/s

Eingangsgrößen								
Haltung		Fördermenge	Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
von	bis	[m ³ /s]	DN	[m ²]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
Einlauf	Ostsee	6,000	1500	1,766	4,710	67,00		3,40

Beiwerte / Parameter								
R	k _b	d/k	λ	ξ _{Austritt}	ξ _{Klappe 1}	v ² /2g	ξ _{Eintritt}	ξ _{Krümmen}
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]		
0,375	0,250	6.000	0,013	1,000	0,36	0,588	0,500	0,075

Verlusthöhen [m]	
Eintritt	0,294
Rohrstrang	0,342
Krümmen	0,044
Rückstauklappe	0,212
Austritt	0,588
Summe	1,480

d/k	λ
500	0,025
1000	0,019
2000	0,017
3000	0,015
5000	0,013
10000	0,012
20000	0,011

Schöpfwerk Großenbroder Aue

Verlusthöhenberechnung für das SieI

Geplanter Zustand mit DN1500

Abfluss : 7 m³/s

Eingangsgrößen								
Haltung		Fördermenge	Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
von	bis	[m ³ /s]	DN	[m ²]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
Einlauf	Ostsee	7,000	1500	1,766	4,710	67,00		3,96

Beiwerte / Parameter								
R	k _b	d/k	λ	ξ _{Austritt}	ξ _{Klappe 1}	v ² /2g	ξ _{Eintritt}	ξ _{Krümmen}
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]		
0,375	0,250	6.000	0,013	1,000	0,36	0,801	0,500	0,075

Verlusthöhen [m]	
Eintritt	0,400
Rohrstrang	0,465
Krümmen	0,060
Rückstauklappe	0,288
Austritt	0,801
Summe	2,014

d/k	λ
500	0,025
1000	0,019
2000	0,017
3000	0,015
5000	0,013
10000	0,012
20000	0,011

Schöpfwerk Großenbroder Aue

Verlusthöhenberechnung für das Sieel

Geplanter Zustand mit DN1500

Abfluss : 8 m³/s

Eingangsgrößen			Rohr	Fläche	Umfang	Rohrlänge	Gefälle	Geschwind.
Haltung		Fördermenge	DN	[m ²]	[m]	[m]	[%]	[m/s]
von	bis	[m ³ /s]						
Einlauf	Ostsee	8,000	1500	1,766	4,710	67,00		4,53

Beiwerte / Parameter								
R	k _b	d/k	λ	ξ Austritt	ξ Klappe 1	v ² /2g	ξ Eintritt	ξ Krümmer
[m]	[mm]	[1]	[1]			[m]		
0,375	0,250	6.000	0,013	1,000	0,36	1,046	0,500	0,075

Verlusthöhen [m]	
Eintritt	0,523
Rohrstrang	0,607
Krümmer	0,078
Rückstauklappe	0,376
Austritt	1,046
Summe	2,630

d/k	λ
500	0,025
1000	0,019
2000	0,017
3000	0,015
5000	0,013
10000	0,012
20000	0,011

Verlusthöhenberechnung für das Siel

(Entwässerung ohne Schöpfwerksbetrieb)

Gegenüberstellung der Ergebnisse
bestehender / geplanter Zustand

Gegenüberstellung der Verlusthöhenberechnungen
bestehender / geplanter Zustand

Abfluss	Bestand		Planung	
	Überstau- Wasserstand	Fließge- schwindigkeit	Überstau- Wasserstand	Fließge- schwindigkeit
[m³/s]	[mNHN]	[m/s]	[mNHN]	[m/s]
1,0	+0,04	0,44	+0,04	0,57
2,0	+0,16	0,88	+0,16	1,13
3,0	+0,36	1,33	+0,37	1,7
4,0	+0,64	1,77	+0,66	2,26
5,0	+1,00	2,21	+1,03	2,83
6,0	+1,44	2,65	+1,48	3,4
7,0	+1,96	3,10	+2,01	3,96
8,0	+2,55	3,54	+2,63	4,53

Ausgangssituation : in der Ostsee herrscht ein normaler Wasserstand von NHN $\pm 0,00$ m

Überstauwasserstand = Verlusthöhe = Überflutungswasserstand in der Niederung

Fotodokumentation

für den

Neubau Schöpfwerk Großenbroder Aue

Bau-km 4+006,16

Vierstreifiger Ausbau der B 207 zwischen Heiligenhafen und Puttgarden

von Abschnitt 580 Betriebsstation 0.475 bis

Abschnitt 590 Betriebsstation 1.372

von Abschnitt 590 Betriebsstation 5.070 bis

Abschnitt 610 Betriebsstation 5.769

von Bau-km 0-180.600 bis Bau-km 19+850.000

Baulänge: 16,330 km



Abb.1 Schöpfwerkseinlauf



Abb. 2 Schöpfwerkseinlauf, linke Flügelwand



Abb. 3 Schöpfwerkseinlauf, linke Flügelwand



Abb. 4 Schöpfwerkseinlauf, linkes Ufer mit Zulauf DN 500

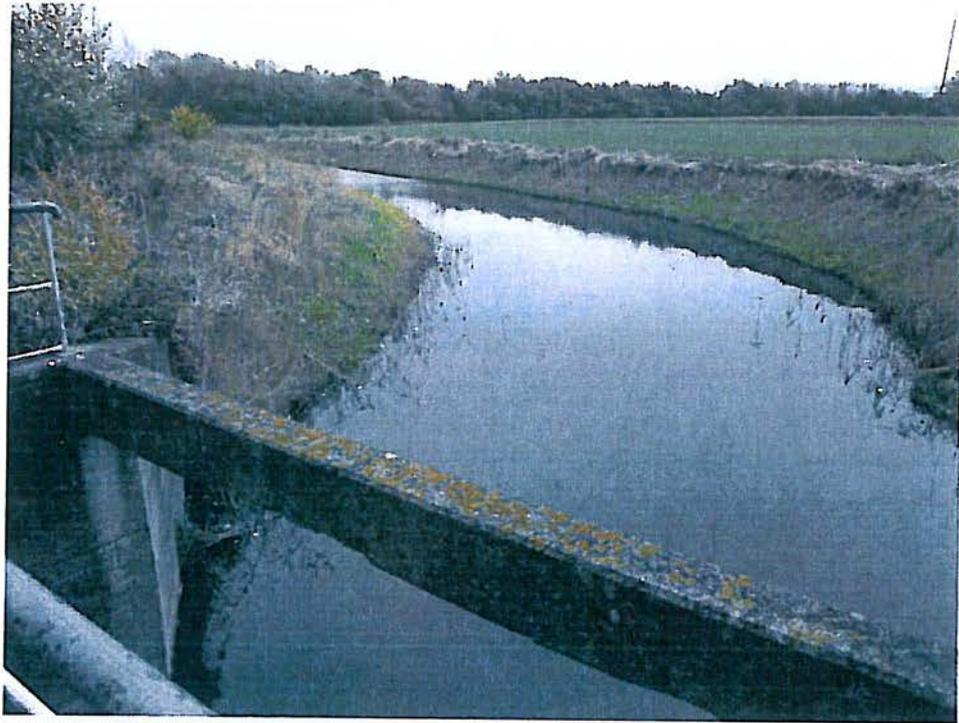


Abb. 5 Vorfluter 'Großenbroder Aue'



Abb. 6 Schöpfwerkseinlauf mit Bedienungspodest



Abb. 7 Zugang zum Pumpenhaus



Abb. 8 Pumpe VP 400, im Hintergrund Pumpe VP 350



Abb. 9 Elektrotechnische Ausrüstung

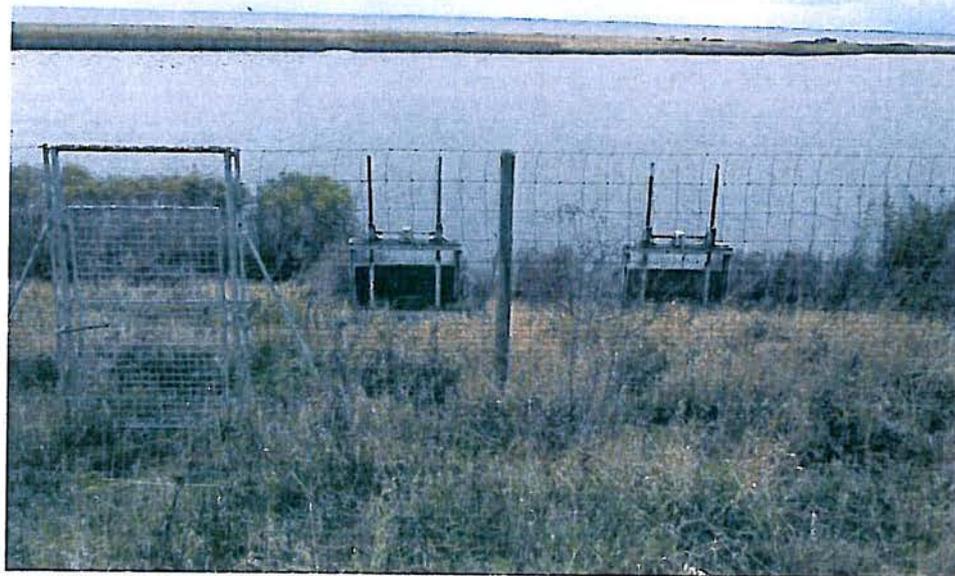


Abb. 10 Schöpfwerksauslauf mit Hubschützenanlagen



Abb. 11 Hubschützanlage am Auslaufbauwerk



Abb. 12 Hubschützanlage am Auslaufbauwerk



Abb. 13 Abdeckung des Einstiegs in das Auslaufbauwerk

Planunterlagen

für den

Neubau Schöpfwerk Großenbroder Aue

Bau-km 4+006,16

Vierstreifiger Ausbau der B 207 zwischen Heiligenhafen und Puttgarden

von Abschnitt 580 Betriebsstation 0.475 bis
Abschnitt 590 Betriebsstation 1.372
von Abschnitt 590 Betriebsstation 5.070 bis
Abschnitt 610 Betriebsstation 5.769

von Bau-km 0-180.600 bis Bau-km 19+850.000
Baulänge: 16,330 km

Vierstreifiger Ausbau der B 207
zwischen Heiligenhafen und Puttgarden

Schöpfwerk Großenbroder Aue

Zeichnungsliste

Anlage 13.4		
Blatt Nr.	Inhalt	Maßstab
1	Lageplan, Bestand	1 : 250
2	Lageplan, Planung	1 : 250
3	Bauwerkszeichnung, Bestand, Einlaufbauwerk	1 : 50
4	Bauwerkszeichnung, Längsschnitt	1 : 100
5	Bauwerkszeichnung, Einlaufbauwerk	1 : 100
6	Lageplan, Planung, Variante	1 : 250