



Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

NLWKN - Betriebsstelle Stade

Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken

Beispielanwendung an den Marschengewässern
Basbecker Schleusenfleth, Große Rönne und Landwettern

Erläuterungsbericht

28.08.2009

Grontmij IHP GmbH

Harburger Straße 25
D-21680 Stade

T +49 (0)4141 / 52 00-0

F +49 (0)4141 / 64 081

E info.ihp-stade@grontmij.de

W www.ihp.grontmij.de

QM-System zertifiziert

Impressum

Auftraggeber: NLWKN – Betriebsstelle Stade
Herr Dipl.-Biol. Manfred Baumgärtner
Tel. 04141 / 601 – 206

in Zusammenarbeit mit: Landkreis Stade, Dezernat IV - Umweltamt /
Unterhaltungsverband Altes Land
Herr Dipl.-Ing. Ansgar Dettmer (Verbandsing.)
Tel. 04141 / 12-522

Bearbeitung: Grontmij IHP GmbH
Herr Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Smidt
Herr Dipl.-Ing. Guido Majehrke
Tel. 04141 / 5200 – 0

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Veranlassung und Aufgabenstellung	1
2 Allgemeine Angaben zur Planung	2
2.1 Zielsetzung	2
2.2 Vorgehensweise	2
3 Merkmale von Fischaufstiegsanlagen	4
3.1 Ursachen von Fischwanderungen	4
3.2 Grundsätzliche Anforderungen an Fischaufstiegsanlagen	5
3.3 Typisierung und Merkmale von Fischaufstiegsanlagen	6
3.3.1 Naturnahe Fischaufstiegsanlagen	6
3.3.2 Technische Fischaufstiegsanlagen	7
3.3.3 Sonderkonstruktionen	8
4 Fischfaunistische Bewertung des Untersuchungsraums	9
4.1 Vorbemerkungen	9
4.2 Defizitäre Verhältnisse der Marschengewässer	9
4.3 Fischfaunistisches Potenzial der Marschengewässer	10
4.4 Zeiträume der Fischwanderung	11
5 Durchgängigkeit des Schöpfwerks Basbeck	12
5.1 Bestehende Situation	12
5.1.1 Wasserwirtschaftliche Verhältnisse	12
5.1.2 Ökologische Verhältnisse	14
5.1.3 Bauwerks- und Konstruktionsdaten	15
5.1.4 Steuerung und Dauer der Pumpvorgänge	16
5.1.5 Bewertung der Durchgängigkeit	17
5.2 Vorzugslösung zur Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit	18
5.2.1 Vorbemerkungen	18
5.2.2 Fischschleuse als Funktionsprinzip	18
5.2.3 Fischaufstieg	19
5.2.4 Fischabstieg	20
5.2.5 Betriebsablauf und zeitliche Steuerung	22
5.2.6 Hydraulische Anforderungen	23
5.2.7 Technische Umgestaltung und Konstruktion	27
5.2.8 Wahrung der Nutzeransprüche	27
5.2.9 Bau-, Betriebs- und Unterhaltungskosten	28

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

5.3	Alternative Lösungsansätze	30
5.3.1	Fischschonende Entwässerungspumpen	30
5.3.2	Fischschleuse in aufgelöster Bauweise	31
5.3.3	Fischaufzug nach KNOLL	33
5.3.4	Erfahrungen aus anderen Ländern	34
6	Durchgängigkeit des Schöpfwerks / Sielbauwerks Große Rönne	35
6.1	Bestehende Situation	35
6.1.1	Wasserwirtschaftliche Verhältnisse	35
6.1.2	Ökologische Verhältnisse	37
6.1.3	Bauwerks- und Konstruktionsdaten	37
6.1.4	Steuerung und Dauer der Pumpvorgänge	39
6.1.5	Bewertung der Durchgängigkeit	39
6.2	Vorzugslösung zur Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit	40
6.2.1	Optimierung der Entwässerung über freien Sielzug	40
6.2.2	Fischschleuse als Funktionsprinzip	42
6.2.3	Fischaufstieg	42
6.2.4	Fischabstieg	43
6.2.5	Betriebsablauf und zeitliche Steuerung	44
6.2.6	Hydraulische Anforderungen	45
6.2.7	Technische Umgestaltung und Konstruktion	48
6.2.8	Wahrung der Nutzeransprüche	48
6.2.9	Bau-, Betriebs- und Unterhaltungskosten	49
6.3	Andere Lösungsansätze	50
7	Durchgängigkeit des Schöpfwerks Rübke	51
7.1	Bestehende Situation	51
7.1.1	Wasserwirtschaftliche Verhältnisse	51
7.1.2	Ökologische Verhältnisse	53
7.1.3	Bauwerks- und Konstruktionsdaten	54
7.1.4	Steuerung und Dauer der Pumpvorgänge	55
7.1.5	Bewertung der Durchgängigkeit	56
7.2	Vorzugslösung zur Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit	57
7.2.1	Fischschleuse als Funktionsprinzip	57
7.2.2	Fischaufstieg	57
7.2.3	Fischabstieg	58
7.2.4	Betriebsablauf und zeitliche Steuerung	59
7.2.5	Hydraulische Anforderungen	60
7.2.6	Technische Umgestaltung und Konstruktion	63
7.2.7	Wahrung der Nutzeransprüche	64
7.2.8	Bau-, Betriebs- und Unterhaltungskosten	64
7.3	Andere Lösungsansätze	65

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

8	Übertragbarkeit auf andere Bauwerke	66
8.1	Allgemeines	66
8.2	Übertragbarkeit der Lösungsansätze auf andere Bauwerke	66
8.3	Probleme und Unwägbarkeiten	69
9	Zusammenfassung	70
10	Quellen- und Literaturangaben	72

Abbildungsverzeichnis	Seite
Abb. 1: Lage des Schöpfwerks Basbeck	12
Abb. 2: Schöpfwerk Basbeck, Blick vom Deich nach binnen und außen	15
Abb. 3: Lage des Schöpfwerks / Sielbauwerks Große Rönne	35
Abb. 4: Schöpfwerk Große Rönne, Blick vom Deich nach binnen und außen	38
Abb. 5: Pegel Hechthausen, MTHw und MTnw (1970-2008), Quelle: BSV [13]	41
Abb. 6: Lage des Schöpfwerks Rübke	51
Abb. 7: Schöpfwerk Rübke, binnenseitiger Zulauf und Blick vom Deich nach außen	54
Abb. 8: Diagramm zur Bewertung des Durchgängigkeitspotenzials	67

Tabellenverzeichnis	Seite
Tabelle 1: SW als Fischschleuse - Phasen des Fischaufstiegs	20
Tabelle 2: SW als Fischschleuse - Phasen des Fischabstiegs	21
Tabelle 3: SW Basbeck - Leitströmung, v und Q beim Fischaufstieg	24
Tabelle 4: SW Basbeck - Leitströmung, v und Q beim Fischabstieg	26
Tabelle 5: SW Große Rönne - Leitströmung, v und Q beim Fischaufstieg	46
Tabelle 6: SW Große Rönne - Leitströmung, v und Q beim Fischabstieg	47
Tabelle 7: SW Rübke - Leitströmung, v und Q beim Fischaufstieg	61
Tabelle 8: SW Rübke - Leitströmung, v und Q beim Fischabstieg	62

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Anhang

- A Fischbiologischer Fachbeitrag, KÜFOG GmbH
- B – 1 Kostenermittlung, Schöpfwerk Basbeck
- B – 2 Kostenermittlung, Schöpfwerk Große Rönne
- B – 3 Kostenermittlung, Schöpfwerk Rübke
- C Hydraulische Nachweise
Iterative Ermittlung des Druckliniengefälles im Siellauf während des Schöpfwerksbetriebes / resultierende Fließgeschwindigkeit im Siellauf
- C – 1 Hydraulische Nachweise, Siellauf Basbeck
- C – 2 Hydraulische Nachweise, Siellauf Große Rönne
- C – 3 Hydraulische Nachweise, Siellauf Rübke

Verzeichnis der Planunterlagen

Anl.Nr.	Inhalt	Maßstab
1.1	Übersichtskarte <i>Schöpfwerk Basbeck / Große Rönne</i>	1: 25.000
1.2	Übersichtskarte <i>Schöpfwerk Rübke - Landwetteren</i>	1: 25.000
2.1	Übersichtslageplan <i>Schöpfwerk Basbeck</i>	1: 5.000
2.2	Übersichtslageplan <i>Schöpfwerk Große Rönne</i>	1: 5.000
2.3	Übersichtslageplan <i>Schöpfwerk Rübke - Landwetteren</i>	1: 5.000
3	Vorzugsvariante - Phasen des Fischaufstiegs	o.M.
4	Vorzugsvariante - Phasen des Fischabstiegs	o.M.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Vor dem Hintergrund der EU-Wasserrahmenrichtlinie und dem damit verbundenen Gebot zur Verbesserung des ökologischen Zustandes bzw. des ökologischen Potenzials der europäischen Gewässer untersucht der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) in Zusammenarbeit mit dem Landkreis Stade derzeit speziell den Bereich der Übergangs- und Küstengewässer.

Als besonders bedeutsam für die Gewässeraufwertung in diesem besonderen Naturraum werden Maßnahmen gesehen, die der Vernetzung von aquatischen Lebensräumen dienen und Küstenlebensräume mit den Wasserkörpern des Binnenlandes verbinden.

Ein Hindernis bilden dabei insbesondere die vorhandenen Sielbauwerke, Schleusen und Schöpfwerke im Küstenraum, die aufgrund ihrer baulichen Konstruktion zumeist nur geringe Durchlässigkeiten für wandernde Arten aufweisen. Häufig ist die Aufstiegsmöglichkeit für Fische und die benthische Fauna vollständig unterbrochen, der Verlust von Teillebensräumen und Laichgebieten sowie eine Begrenzung der Artenvielfalt ist die Folge. Diese Sachverhalte wurden bereits im Rahmen einer Studie nachgewiesen (F&N/ Brunken 1999 [4]).

Aktuell sollen im Rahmen einer ergänzenden Studie die technischen Möglichkeiten zur Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken konkret untersucht werden. Anhand dreier Beispielgewässer (Basbecker Schleusenfleth und Große Rönne (*Oste*) sowie Landwettern (*Este*)) bzw. der dort vorhandenen Aufstiegsbarrieren ist zu bewerten, welche technischen Umbauten notwendig wären, wie der wasserwirtschaftliche Betrieb umgestellt werden müsste und mit welchen Kosten dabei zu rechnen wäre.

Neben der Ausarbeitung konkreter technischer Lösungsansätze für die Beispielgewässer in Form von Rahmenentwürfen sollen in der Studie auch generelle Planungsvorschläge gemacht werden, die auf andere, vergleichbare Gewässer im Küstenraum übertragbar sind.

Die Grontmij IHP GmbH wurde vom NLWKN – Betriebsstelle Stade mit der Ausarbeitung einer solchen Studie beauftragt. Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden im Folgenden dargestellt.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

2 Allgemeine Angaben zur Planung

2.1 Zielsetzung

Ziel der Studie ist vorrangig das Aufzeigen der technischen Möglichkeiten einer Durchgängigkeitsverbesserung an folgenden konkreten Bauwerken:

- Schöpfwerk *Basbecker Schleusenfleth*
- Sielbauwerk / Schöpfwerk *Große Rönne*
- Schöpfwerk *Landwettern* (Rübke)

Beim *Basbecker Schleusenfleth* sowie bei der *Landwettern* liegt der Fokus auf der technischen Umgestaltung der vorhandenen Schöpfwerke, während an der *Großen Rönne* die Aspekte eines zu optimierenden Sielmanagements überwiegen sollen. Allein dort besteht Spielraum in Hinblick auf die einzuhaltenden Wasserstände im Poldergebiet.

Zu unterscheiden sind jeweils auch die notwendigen Maßnahmen für den Fischeauf- sowie für den Fischabstieg.

Auf der Grundlage der erarbeiteten Ergebnisse soll dann durch den AG bewertet und allgemein abgeschätzt werden können, wie groß der technische Aufwand für die Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit an Polderschöpfwerken ist und welche konkreten Maßnahmen dazu erforderlich sind.

Ferner sollen die Kosten für den Umbau, den Betrieb und die Unterhaltung eines ökologisch durchgängig herzustellenden Schöpfwerks ermittelt werden.

2.2 Vorgehensweise

Im Folgenden werden zunächst die grundsätzlichen Merkmale von Fischeaufstiegsanlagen untersucht. Dazu gehören neben einer Betrachtung der Ursachen von Fischwanderungen auch die wesentlichen Anforderungen, die an solche Anlagen gestellt werden müssen, und eine kurze Übersicht über die bekannten Typen von Fischeaufstiegshilfen. Da insbesondere die Wasserstandsverhältnisse im Küstenraum jedoch anders sind als bei „normalen“ Fließgewässern, kommen konventionelle Fischeaufstiegsanlagen hier nicht in Betracht.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Auf die speziellen ökologischen Rahmenbedingungen dieses Naturraums und der zu untersuchenden Bauwerke wird in den anschließenden Kapiteln eingegangen.

Besondere Aspekte der Gewässerbiologie und der fischfaunistischen Rahmenbedingungen wurden durch ein Fachbüro (KÜFOG GmbH, Loxstedt-Ueterlande) gesondert untersucht. Dazu wurden nähere Hintergrundinformationen zu den betrachteten Gewässern, Angaben zum Fischarteninventar und zum Potenzial bezüglich Wanderfischarten zusammengetragen. Der entsprechende Bericht ist als Anhang A beigefügt. Im vorliegenden Erläuterungsbericht wird eine kurze Zusammenfassung im Rahmen eines separaten Kapitels (Kap. 4) wiedergegeben.

Aus (wasserbau-) technischer Hinsicht werden anschließend alle planungsrelevanten Daten und Unterlagen für jedes der drei Untersuchungsobjekte zusammengestellt. Dies sind insbesondere:

- Wasserwirtschaftliche Verhältnisse
- Bauwerks- und Konstruktionsdaten

Darauf aufbauend werden konkrete Lösungsvorschläge zur Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit unterbreitet. Neben technischen Lösungen kommen dabei ggf. auch betriebliche Ansätze in Frage. Nachdem verschiedene Varianten auf ihre Tauglichkeit hin untersucht werden, erfolgt die Empfehlung einer Vorzugslösung, die anschließend in Form eines Rahmenentwurfes weiter durchgeplant wird. Der Rahmenentwurf der Vorzugslösung gliedert sich wie folgt:

- Beschreibung der Funktionsweise
- Betriebsablauf und zeitliche Steuerung
- Hydraulische Anforderungen
- Technische Umgestaltung und Konstruktion
- Wahrung der Nutzeransprüche
- Bau-, Betriebs- und Unterhaltungskosten

Auf eingehende Untersuchungen, wie beispielsweise Vermessungsleistungen oder Baugrundbeurteilungen, wird im Rahmen der Studie zunächst noch verzichtet. Diese bleiben weiterführenden Planungsschritten vorbehalten.

3 Merkmale von Fischaufstiegsanlagen

3.1 Ursachen von Fischwanderungen

Fische werden aus verschiedenen Gründen dazu bewegt, Auf- und Abwanderungen in Flussläufen durchzuführen, und zwar zusammengefasst aus Folgenden (vgl. [6], [10]):

- Diadromes Wanderverhalten: Katadrome Arten wachsen in Fließgewässern auf und wandern als adulte Tiere zur Fortpflanzung ins Meer (z.B. Aal); anadrome Arten verhalten sich entgegengesetzt und wandern in die Oberläufe der Fließgewässer auf, um dort abzulaichen (z.B. Lachs, Meerforelle).
- Laichwanderung: die Wanderung zu Gewässerabschnitten mit günstigeren Bedingungen für das Aufwachsen der Jungfische.
- Wechsel zwischen Teillebensräumen: der zyklische Wechsel zwischen Nahrungs- und Ruhehabitaten oder die Besiedelung bestimmter Gewässerabschnitte während bestimmter Entwicklungsphasen.
- Kompensatorische Aufwanderung: Terrainverlust durch Verdriftung wird durch stromaufwärtsgerichtete Bewegung aktiv wieder ausgeglichen.
- Populationsaustausch: Ausgleich unterschiedlicher Besiedlungsdichte.
- Abwanderung von Fischpopulationen nach ökologischen Katastrophen.
- Wiederbesiedelung chronisch oder katastrophenbedingt verödeter Gewässerabschnitte

Die natürlichen Voraussetzungen für ein uneingeschränktes diadromes Wanderverhalten der Fische sind in den gepolderten Küstenregionen nicht erfüllt.

Anders als in „normalen“ Fließgewässern, in denen eine stetige, flussabwärts gerichtete Leitströmung vorhanden ist, treten solche Strömungen in typischen Marschengewässern nur sehr unregelmäßig auf. Wegen mangelnder Gefälleverhältnisse setzt ein Durchfluss häufig nur dann ein, wenn das Polderschöpfwerk in Betrieb geht.

Durch das Schöpfwerk wird der Wasserstand binnenseitig niedriger gehalten als außendeichs, wo die Wasserstände aufgrund des Tideeinflusses starken Schwankungen unterlegen sind. Insofern sind auch die Wasserstandsverhältnisse diametral anders gelagert als in typischen Fließgewässern. Erschwerend kommt noch der örtliche Abstand zwischen Ober- und Unter-

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fishdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

wasser hinzu, der sich aus dem Vorhandensein des Deiches, des Deichweges bzw. der Straße und der Schöpfwerksanlage selbst ergibt.

3.2 Grundsätzliche Anforderungen an Fischaufstiegsanlagen

Die Funktionstüchtigkeit von Fischaufstiegsanlagen wird nach [9] wesentlich von zwei Faktoren bestimmt, nämlich:

- Auffindbarkeit

Die Aufstiegshilfe muss dort am Wanderungshindernis angeordnet sein, wo sich die der Hauptströmung folgenden Fische konzentrieren. Am Hindernis angekommen, müssen die Fische die Aufstiegshilfe mithilfe geeigneter Lockströmung unverzüglich auffinden und in die Anlage einschwimmen können.

- Passierbarkeit

Die Passierbarkeit soll möglichst für das gesamte zu erwartende Artenspektrum sichergestellt werden, was durch entsprechende Dimensionierung und hydraulische Auslegung der Fischaufstiegsanlage erreicht werden kann.

Durch die Wahl des für den Standort und die geltenden Rahmenbedingungen am besten geeigneten Konstruktionstyps sollten die Auffindbarkeit und die Passierbarkeit der Fischaufstiegsanlage an mindestens 300 Tagen im Jahr gewährleistet werden [9].

Sofern diese Aspekte berücksichtigt und erfüllt werden können, ist es neueren Erkenntnissen zufolge letztlich irrelevant, ob die Aufstiegshilfe in naturnaher oder in technischer Konstruktionsweise ausgebildet wird. Beide Varianten werden von der aquatischen Fauna gleichermaßen angenommen.

Neben der Aufstiegsfunktion muss ein besonderes Augenmerk auch auf den Fischabstieg gelegt werden, sofern dieser durch die Konstruktionsweise des vorhandenen Querbauwerks gefährdet oder eingeschränkt ist.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

3.3 Typisierung und Merkmale von Fischaufstiegsanlagen

Die einschlägigen Konstruktionsweisen und die hydraulischen Anforderungen von Fischaufstiegsanlagen sind umfassend im DVWK-Merkblatt 232 „Fischaufstiegsanlagen – Gestaltung, Konstruktion und Funktionskontrolle“ [7] dargestellt.

An dieser Stelle werden die wesentlichen Merkmale einiger repräsentativer Anlagentypen kurz zusammengefasst. Ergänzende Erläuterungen, zeichnerische Darstellungen und Ausführungsbeispiele sind dem genannten Merkblatt zu entnehmen.

Unabhängig von der Art der Anlage sollte nach dem Bau eine regelmäßige Funktionskontrolle erfolgen, um nachzuweisen, dass die Anlage für Fische gut auffindbar und passierbar ist. Auch wenn mit einer bestimmten Bauweise anderenorts bereits gute Erfahrungen gemacht wurden, heißt dies nicht, dass diese Anlage überall uneingeschränkt funktioniert. Ggf. müssen Modifikationen und Anpassungen vorgenommen werden, um den lokalen Gegebenheiten Rechnung zu tragen.

3.3.1 Naturnahe Fischaufstiegsanlagen

- Sohlenrampe / Sohlgleite: Sohlenrampen oder –gleiten dienen der Überwindung von lotrechten Höhenunterschieden bzw. Abstürzen durch Ausbildung eines flach geneigten Sohlgefälles, beispielsweise in Form von Steinschüttungen. Sohlenrampen sind von allen Fischarten zwangsläufig auffindbar, weil sie sich über die gesamte Gewässerbreite erstrecken. Ferner sind sie uneingeschränkt stromauf- und stromabwärts passierbar. Einschränkend bei der Anwendbarkeit ist die begrenzte, überwindbare Absturzhöhe bzw. die daraus resultierende Baulänge zu bewerten.
- Umgehungsgerinne: Prinzip eines Umgehungsgerinnes ist die weiträumige Umgehung eines Absturzbauwerkes in Form eines naturnah gestalteten Gerinnes im Nebenschluss. Über das naturnahe Umgehungsgerinne findet ein begrenzter, aber dauerhafter Abfluss statt, so dass sich ein relativ ungestörtes Fließgewässerkontinuum einstellt. Durch die Verlängerung des Fließweges mit entsprechender Sohlneigung ist die Anlage nicht nur für Fische, sondern auch für die am Boden lebende Gewässerfauna (Benthos) passierbar. Nachteil von Umgehungsgerinnen sind in erster Linie der große Platzbedarf und ggf. hydraulische Zwänge.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

- Fischrampe: Eine Fischrampe ist ähnlich konstruiert wie eine Sohlenrampe, jedoch mit dem entscheidenden Unterschied, dass sie sich nicht über die gesamte Gewässerbreite erstreckt. Fischrampen werden mit begrenzter Breite neben dem bestehenden Absturzbauwerk angelegt, so dass eine eventuelle Staunutzung uneingeschränkt bestehen bleiben kann. Um geeignete Fließgeschwindigkeiten und Wassertiefen zu erreichen, werden vielfach Störsteine oder Steinschwellen eingebracht.

3.3.2 Technische Fischaufstiegsanlagen

- Beckenpass: Entspricht einer vom Ober- zum Unterwasser geführten Rinne, die durch den Einbau von Zwischenwänden in kaskadenförmig angelegte, kleine Becken unterteilt ist. Die Zwischenwände sind mit diagonal versetzten Öffnungen an der Beckensohle sowie mit Aussparungen an der Oberkante versehen. Die Anlage wird ständig von Wasser durchströmt. Zwar müssen beim Durchschwimmen der Öffnungen große Fließgeschwindigkeiten überwunden werden, jedoch findet der Fisch in den einzelnen Becken Ruhemöglichkeiten. Bei einer entsprechend rauen Sohle kann auch die benthische Fauna den Beckenpass passieren. Wegen der Verstopfungsgefahr an den Öffnungen ist der Unterhaltungsaufwand verhältnismäßig hoch.
- Schlitzpass (Vertical-Slot-Pass): Bei einem Schlitzpass handelt es sich um eine optimierte Form des Beckenpasses. Die Öffnungen sind hier als vertikal angelegte Schlitzte ausgebildet, die von der Sohle bis zum oberen Rand der Anlage reichen und hintereinander angeordnet sind. Hinter den Schlitzten sind meist Prallsteine o.ä. angeordnet, die die Strömung in den einzelnen Kammern umlenken und die Fließgeschwindigkeiten herabsetzen. Wegen der Höhe der Schlitzte sind Schlitzpässe weniger anfällig gegen Verstopfung als Beckenpässe.
- Denil-Pass (Gegenstrompass): Im Gegensatz zu den vorgenannten Ausführungen wird der Denil-Pass meist als maschinell vormontiertes Fertigteil verbaut und weist einen geringeren Platzbedarf auf. In einer geradlinig geführten Rinne werden in kurzen Abständen U-förmig ausgeschnittene Lamellen angeordnet. Zwischen diesen Lamellen bilden sich Gegenströmungen, die eine relativ geringe Fließgeschwindigkeit im unteren Bereich der Lamelle bewirken. Wegen der hydraulischen Empfindlichkeit, der selektierenden Wirkung ab bestimmten Baulängen und der Unpassierbarkeit des Bauwerks durch die benthische Fauna oder durch Kleinfische ist der Einsatzbereich von Denil-Pässen jedoch begrenzt.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

3.3.3 Sonderkonstruktionen

- Aalleiter: Eine Aalleiter dient speziell jungen Glasaalen als Aufstiegshilfe, die gerade aus dem Meer aufsteigen und noch nicht leistungsfähig genug sind, um selbsttätig in die Oberläufe der Flüsse zu gelangen. Eine bewährte Form sind kleine, flache, offene Rinnen, in die unterschiedliche Schikanen wie z.B. Reisigbündel oder Kunststoffbürsten eingebaut sind, so dass es den jungen Aalen ermöglicht wird sich schlängelnd und kriechend nach oben zu bewegen. Da die Aalleitern vom Wasser nur durchrieselt werden, ist die Aufstiegsmöglichkeit auf diese eine Fischart begrenzt.
- Fischschleuse: Funktionierend ähnlich dem Prinzip einer Schiffsschleuse, wird eine offene Schleusenkammer mit geneigter Sohle durch bedarfsgerechtes Öffnen und Schließen von ober- und unterwasserseitig angeordneten Verschlüssen mit Wasser gefüllt und wieder entleert. Die Lockströmung wird durch eine spaltförmige Öffnung des oberliegenden Schützes erzeugt, wodurch die Fische vom Unterwasser in die Schleusenkammer einschwimmen. Nachdem das untere Schütz geschlossen und das obere voll geöffnet wurde, können die Fische mit ansteigendem Wasserstand in den Oberlauf des Gewässers aufsteigen. In umgekehrter Richtung funktioniert der Fischabstieg entsprechend. Fischschleusen bedürfen einer elektronischen Steuerung der motorbetriebenen Schütze, was die Anlagen wartungsintensiv, aufwendig und relativ teuer macht. Entscheidender Vorteil von Fischschleusen im Vergleich zu anderen Varianten ist die Überwindbarkeit großer Höhenunterschiede bei geringem Platzbedarf.
- Fischaufzug: Als Weiterentwicklung einer Fischschleuse findet bei einem Fischaufzug das Überwinden von Höhenunterschieden nicht in einer feststehenden Schleusen- kammer mit wechselnden Wasserständen statt, sondern durch das aktive Verbringen der Fische in einer geschlossenen, mit Wasser gefüllten Wanne. Hierzu ist eine Antriebsvorrichtung erforderlich, die die Wanne vom Unterwasser ins Oberwasser hebt. Aus bzw. in die Wanne werden die Fische durch eine Leitströmung gelockt, die von einer Pumpe erzeugt wird. Aufgrund der rein technischen Konstruktion ist auch diese Fischaufstiegsanlage sehr wartungs- und kostenintensiv. Sie kommt häufig dort zur Anwendung, wo große Höhenunterschiede auf engem Raum zu überwinden sind, beispielsweise an Talsperren.

In den zu untersuchenden Marschengewässern kommen nach erster Einschätzung ausschließlich die letztgenannten technischen Sonderkonstruktionen in Betracht. Entsprechende Lösungsansätze werden im Rahmen der vorliegenden Studie entwickelt.

4 Fischfaunistische Bewertung des Untersuchungsraums

4.1 Vorbemerkungen

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden besondere Aspekte der Gewässerbiologie und des faunistischen Potenzials des norddeutschen Küstenraums durch ein Fachbüro (KÜFOG GmbH, Loxstedt-Ueterlande) untersucht.

Auf der Grundlage vorliegender Befischungen wurden darin vorrangig das Arteninventar und das fischbiologische Potenzial der zu untersuchenden Marschengewässer beleuchtet.

Auf den als Anhang A beigefügten Bericht wird an dieser Stelle verwiesen; nachstehend folgt eine kurze Zusammenfassung.

4.2 Defizitäre Verhältnisse der Marschengewässer

Die drei in der vorliegenden Studie zu betrachtenden Marschengewässer sind künstliche bzw. hydromorphologisch erheblich veränderte Gewässer im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). Aufgrund der erheblichen Veränderungen sind Defizite wie Strukturarmut, breite Querprofile, starke Wasserstandsschwankungen und unterbrochene Durchgängigkeit durch Schöpfwerke und Sielbauwerke in Marschengewässern typisch.

Gliedernde Strukturen, die Fischen und Wirbellosen als Lebensraum dienen können, wie z.B. Unterstände, Prall- und Gleitufer, überhängende Vegetation, Totholz oder Pflanzenpolster, fehlen gänzlich oder sind nur schwach ausgebildet. Im Rahmen der nötigen Gewässerunterhaltung, die einen fortwährenden Abfluss bzw. die Entwässerung der angeschlossenen Flächen gewährleistet, werden aufkommende Strukturelemente oft schon in der Entwicklung entfernt. Um auch bei fehlendem Sohlgefälle die verhältnismäßig großen Wassermassen ableiten zu können, müssen zudem sehr breite Gewässerprofile vorgehalten werden.

Die faktische Trennung der aquatischen Lebensräume Tidefluss (hier *Oste* bzw. *Este*) und Marschengewässer begrenzt die Artenvielfalt und reduziert den natürlichen genetischen Austausch der Fischpopulationen. In den Marschengewässern leben isolierte Fischbestände, die häufig auch aus Besatzmaßnahmen der örtlichen Angelvereine resultieren.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Anadrome Arten wie Lachs, Meerforelle und Finte haben ihre Laichgebiete verloren; katadromen Fischarten wie dem Aal stehen keine ausreichenden Lebensräume mehr zur Verfügung.

4.3 Fischfaunistisches Potenzial der Marschengewässer

Eine Kernaussage der Untersuchung ist, dass bei der Begutachtung des möglichen Aufwertungspotenzials für diadrome Wanderfischarten grundsätzlich zwischen dem *Basbecker Schleusenfleth* und den beiden anderen Marschgewässern zu unterscheiden ist. Für die einzelnen Gewässerabschnitte gilt:

- *Basbecker Schleusenfleth*: Das *Basbecker Schleusenfleth* steht über den *Hackemühler Bach* in Verbindung zu potentiellen Laichgebieten für lithophile (d.h. Kies- und Sandgründe bevorzugende) Laicher. Der Bach hat seinen Ursprung in der Geest und weist vor allem im Oberlauf in weiten Teilen sandig-kiesigen Grund und höhere Fließgeschwindigkeiten auf, was Arten wie den Stint zur Laichwanderung animiert. Andere lithophile Langdistanzwanderer kommen im Einzugsbereich der *Oste* nicht oder nur in Einzelexemplaren vor und können daher nur untergeordnet berücksichtigt werden. Als katadrome Art wurde bereits der Aal im Schleusenfleth nachgewiesen, weshalb auch diese Art bei der Herstellung der Durchgängigkeit im Vordergrund stehen sollte. Die Wanderzeiten dieser beiden Arten sind beinahe über das ganze Jahr verteilt (Auf-/ Abwanderung Stint: Feb-Apr / Jun-Okt; Auf-/ Abwanderung Aal: Mär-Mai / Sep-Okt).
- *Große Rönne*: Die *Große Rönne*, ebenfalls ein Nebenfluss der *Oste*, hat ihr Einzugsgebiet ausschließlich in Marschflächen. Aus diesem Grunde weist sie im gesamten Verlauf geringe Fließgeschwindigkeiten und weichen, zum Teil auch schlammigen Grund auf. Potentielle Laichgebiete für lithophile Laicher sind daher nicht vorhanden und können über das angeschlossene Gewässersystem auch nicht erreicht werden. Als Lebensraum kann dieses Gewässer jedoch für den Aal interessant werden. Er verbringt sein Leben vorzugsweise in sandig-schlammigem Grund bei geringer Fließgeschwindigkeit und wandert mit Eintritt der Geschlechtsreife zum Laichen flussabwärts in die Meere. Vor allem in Hinblick auf die weltweit zunehmende Gefährdung des Bestandes sollte auf diese Art besonderes Augenmerk gelegt werden.
- *Landwettern*: Die *Landwettern* bietet ähnliche Strukturen wie die *Große Rönne*, ist jedoch an die *Este* angeschlossen. Auch hier fehlt ein gutes Angebot an kiesigen Laichgründen, wie sie die in der *Este* vorkommenden Arten Neunauge, Finte, Lachs und

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Meerforelle benötigen. Daher steht bei der Prüfung der Durchgängigkeit des Schöpfwerkes erneut der Aal im Vordergrund. Allerdings reicht das Einzugsgebiet der *Landwetteren* und des daran angeschlossenen Grabensystems im Süden bis nach Immenbeck und Ketzendorf und damit bis an den Geestrücken heran; sollten die dortigen, kleinen Entwässerungsgräben von den Fischen angenommen werden, bietet sich hier ggf. ein Potenzial zur Erschließung neuer Laichgründe.

Neben den aufgeführten Langdistanzwanderern, die zu Zwecken des Laichvorganges zwischen Süß- und Salzwasser wechseln, sollten Arten, die lediglich innerhalb des Gewässersystems kleinere Strecken zurücklegen, nicht vergessen werden. So wurde in allen Gewässern als weitere Wanderfischart der Dreistachlige Stichling nachgewiesen. Dieser anpassungsfähigen und in großen Populationen vorkommenden Art würde die Durchgängigkeit der Bauwerke sehr zugute kommen.

Generell wäre durch die Herstellung der Passierbarkeit der betrachteten Schöpf- bzw. Sielbauwerke eine positive Entwicklung des Fischbestandes in den Marschgewässern zu erwarten. Dies gilt sowohl für die Anzahl der Arten als auch für die jeweilige Populationsdichte.

4.4 Zeiträume der Fischwanderung

Die Fischwanderung variiert artspezifisch und erstreckt sich zusammengenommen auf fast das gesamte Jahr. Während viele Vertreter der Karpfenartigen (Cypriniden) verstärkt im Frühjahr und Sommer wandern, finden die Laichwanderungen der lachsverwandten Arten (Salmoniden) vornehmlich im Winterhalbjahr statt.

Auch die tageszeitliche Verteilung der Fischwanderung unterliegt den artenspezifischen Verhaltensweisen und lässt sich insofern nicht auf bestimmte Tageszeiten begrenzen.

Hieraus ergibt sich die Forderung nach einer möglichst ganzjährigen Funktionsfähigkeit der Fischaufstiegsanlage. Mindestens vom Frühjahr bis zum Spätherbst sollte die Durchgängigkeit der Bauwerke gewährleistet sein. Phasen, in denen die Fische die Bauwerke passieren können, sollten täglich und so oft wie möglich eingeleitet werden, ohne dabei den normalen Betriebsablauf der Anlagen zu stören.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

5 Durchgängigkeit des Schöpfwerks Basbeck

5.1 Bestehende Situation

5.1.1 Wasserwirtschaftliche Verhältnisse

Das *Basbecker Schleusenfleth*, welches im Oberlauf in den *Hackemühlener Bach* übergeht, mündet östlich der Samtgemeinde Hemmoor im Ortsteil Basbeck in die *Oste* (Abb. 1). Das rd. 5,3 km lange Fleth erstreckt sich kanalartig in nord-südlicher Richtung. Gemeinsam mit dem *Hackemühlener Bach*, der die B73 kreuzt und südwestlich um den Ortsteil Basbeck herum verläuft, entwässert das *Basbecker Schleusenfleth* ein Einzugsgebiet von insgesamt rd. 21 km² Fläche.

Naturräumlich lässt sich das Einzugsgebiet grob in den Marsch- und den Geestbereich gliedern. Während sich das Einzugsgebiet des *Basbecker Schleusenfleths* einschließlich des Unterlaufes des *Hackemühlener Baches* auf die Oste-Marsch beschränkt und rd. 12,2 km² groß ist, erstreckt sich der *Hackemühlener Bach* weiter hinauf bis auf den Geestrücken („Lamstedter Geest“). Sein dortiges Einzugsgebiet beträgt rd. 8,8 km².

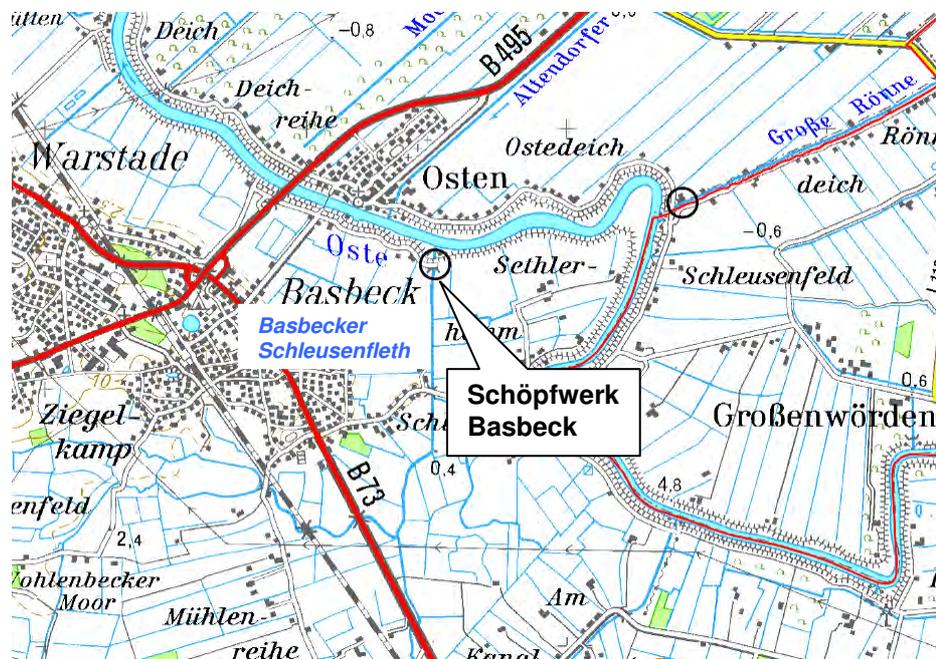


Abb. 1: Lage des Schöpfwerks Basbeck

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Nach dem aktuellen C-Bericht zur EU-Wasserrahmenrichtlinie [11] und Mitteilungen des NLWKN – Betriebsstelle Stade wird das *Basbecker Schleusenfleth* wie folgt klassifiziert bzw. eingestuft:

- Gebietskennzahl: 59876
- Gewässertyp: 22.1 – Gewässer der Marschen
- Strukturgüte: 75% Klasse 5 (stark verändert),
25% Klasse 4 (deutlich verändert)
- Gewässergüte: Klasse II-III (kritisch belastet)
- Kategorie: Erheblich veränderter Wasserkörper (HMWB)
- Bewertung nach WRRL: Unbefriedigendes ökologisches Potenzial
 - Saprobie: mäßig
 - Makrophyten: unbefriedigend
 - Fische: unbefriedigend

Die gewässerkundlichen Hauptwerte am Schöpfwerk Basbeck wurden aus den Regionalisierungsansätzen nach [14] sowie aus [12] und [13] entnommen und übertragen. Danach lassen sich die anfallenden Abflussmengen wie folgt herleiten:

- $MNq = 3,1 \text{ l/(sxkm}^2) \times 21,0 \text{ km}^2 \Rightarrow MNQ = 65 \text{ l/s}$
- $Mq = 10,3 \text{ l/(sxkm}^2) \times 21,0 \text{ km}^2 \Rightarrow MQ = 215 \text{ l/s}$
- $MHq = 63,2 \text{ l/(sxkm}^2) \times 21,0 \text{ km}^2 \Rightarrow MHQ = 1.330 \text{ l/s}$

Innerhalb des gepolderten Marschgebietes wird der Wasserstand künstlich auf einem niedrigen Niveau gehalten, um die Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Nutzflächen zu gewährleisten. Dagegen unterliegt die *Oste* im Planungsraum dem - wenn auch gedämpften - Tideeinfluss. Die Wasserstandsverhältnisse stellen sich wie folgt dar:

- Binnendeichs: MW Polder = ca. NN -1,60 m
Einschaltpunkt SW = ca. NN -1,45 m
Ausschaltpunkt SW = ca. NN -1,75 m
- Außendeichs: MThw Oste = ca. NN +1,35 m
MW Oste = ca. NN +0,42 m
MTnw Oste = ca. NN -0,51 m
(Angaben Pegel Hechthausen, nach [13])

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Angesichts dieser Wasserstandsverhältnisse (mittlere Wasserspiegeldifferenz $\Delta h \approx 2,00$ m) wird deutlich, dass die Entwässerung ausschließlich über das Schöpfwerk erfolgen muss. Selbst bei Tideniedrigwasser in der *Oste* besteht eine Wasserspiegeldifferenz von etwa einem Meter. Eine freie Sielentwässerung ist zu keiner Zeit möglich.

Wegen der entgegengesetzten Wasserstandsverhältnisse muss die Lockströmung für Fische künstlich und aktiv gegen das bestehende Wasserspiegelgefälle erzeugt werden. „Natürliche“ Lockströmungen vom Ober- ins Unterwasser sind ausgeschlossen. Es erscheint zwingend, dass die Fische allein durch technische Einrichtungen auf die jeweils andere Seite verbracht werden können (vgl. auch KNOLL [6]).

5.1.2 Ökologische Verhältnisse

Nach der „Fischfaunistischen Referenzerstellung für Niedersachsen“ [5] ist das *Basbecker Schleusenfleth* dem nördlichen Randbereich des Naturraums der „Stader Geest“ zuzuordnen, grenzt dabei aber unmittelbar an den Naturraum „Watten und Marschen“ an. Es gehört damit zu den „Fließgewässern des Tieflandes“ (ebd.), die wiederum in zehn sogenannte „Fischregionen“ unterteilt werden.

Das *Basbecker Schleusenfleth* einschließlich des *Hackemühlener Baches* ist danach der Fischregion „Hasel-Gründling“ zuzuordnen. Diese namensgebenden Fischarten sollen typischerweise eine hohe Populationsdichte aufweisen und das natürliche Vorkommen im untersuchten Gewässer repräsentieren. Weiterhin gelten als besonders charakteristisch für diese Fischregion auch Bach- und Flussneunauge, Döbel, Groppe, Meerforelle, Quappe und Schmerle. Daneben kommen typischerweise Arten wie Aal, Bachforelle, Brassens, Dreistacheliger Stichling, Hecht, Moderlieschen, Rotfeder, Schleie und Steinbeißer in dieser Fischregion vor (ebd.).

Wie in Anhang A dargestellt, wird das Fischarteninventar im *Basbecker Schleusenfleth* tatsächlich vom Gründling dominiert. Auch einige andere der hier aufgeführten Arten wurden im Rahmen durchgeführter Befischungen nachgewiesen.

Das fischbiologische Potenzial der *Oste* wird als „gut“ bewertet. Dies sollte ein besonderer Anreiz sein, die Wanderungshindernisse aufzuheben und auch die Nebengewässer wie das *Basbecker Schleusenfleth* und den *Hackemühlener Bach* für das Artenspektrum nutzbar zu machen.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

5.1.3 Bauwerks- und Konstruktionsdaten

Beim Schöpfwerk Basbeck handelt es sich um ein klassisches Mündungsschöpfwerk des norddeutschen Küstenraums. Erbaut bereits in den 1920`er und umgebaut in den 1960`er Jahren, wurde die Anlage in den vergangenen Jahrzehnten mehrfach erneuert und automatisiert. Genau genommen handelt es sich um zwei separate Schöpfwerksanlagen, die am selben Mahlbusen angeordnet sind. Während das Hauptschöpfwerk (ein ehemaliges Dieselschöpfwerk) die eigentliche Entwässerungsarbeit übernimmt, schaltet das sogenannte Elektroschöpfwerk nur bei sehr hohen Zuflüssen und entsprechend hohen Wasserständen zu. Wegen des bis in den Geestbereich reichenden Einzugsgebietes des angeschlossenen Gewässersystems und der dortigen, höheren Abflussspende können die Zulaufmengen vergleichsweise hoch werden, so dass relativ häufig gepumpt werden muss.



Abb. 2: Schöpfwerk Basbeck, Blick vom Deich nach binnen und außen

Das Hauptschöpfwerk ist binnenseitig mit einem Pumpengebäude ausgestattet, in dem die Schaltanlage und der trocken aufgestellte Elektromotor der 2003 erneuerten Hochleistungs-Propellerpumpe untergebracht sind. Vor der geschlossenen Pumpenkammer des Schöpfwerks ist eine automatisierte Rechenanlage mit einem Stababstand von rd. 9 cm montiert. Die anfallenden Wassermengen werden über die Hochleistungspumpe und einen daran angeschlossenen, kurzen Druckstutzen mit Rückschlagklappe zunächst in eine offene Druckkammer gehoben (vgl. Abb. 2 links, vorn im Bild). Zu dieser Druckkammer hin ist außerdem eine von binnen nach außen gerichtete Freilaufklappe vorhanden, die jedoch wegen der ungünstigen Wasserstandsverhältnisse in der Regel nicht genutzt wird. Zu Wartungszwecken besteht ferner die Möglichkeit, die Druckkammer mittels einer schiebergesteuerten Ablaufleitung DN 400 in den Mahlbusen zu entleeren.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischtürchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Sobald in der Druckkammer ein ausreichend hoher Wasserstand erreicht ist (maximal ca. NN +1,80 m), entwässert die Kammer per Druckgefälle über das vorhandene Deichsiel in die Oste. Das Deichsiel ist als Beton-Rahmendurchlass konstruiert und weist einen Querschnitt von ca. 2,5 x 2,0 m bei einer Länge von rd. 25 m auf. Außendeichs verhindert ein selbsttätig öffnendes bzw. schließendes Stemmtorpaar den Rückfluss des Ostewassers in die Druckkammer.

Auch das kleinere Elektroschöpfwerk weist ein Pumpenhaus mit vorgeschalteter Rechenanlage auf. Es entwässert über eine separate Druckrohrleitung DN 1.000 direkt in die Oste. Der Auslauf der Druckrohrleitung ist mit einer Rückschlagklappe versehen und in das Auslaufbauwerk des Deichsiels integriert.

Die Schöpfwerksleistung beträgt $Q_P = 4,200 \text{ m}^3/\text{s}$ (Hauptschöpfwerk, 255 kW) zzgl. $2,000 \text{ m}^3/\text{s}$ (Elektroschöpfwerk) = $6,200 \text{ m}^3/\text{s}$. Während der Förderstrom sehr groß ist, können mit den Propellerpumpen wie bei fast allen Polderschöpfwerken nur relativ geringe Förderhöhen überwunden werden.

5.1.4 Steuerung und Dauer der Pumpvorgänge

Bezogen auf das Einzugsgebiet ist das Schöpfwerk Basbeck auf eine Bemessungsabflussspende von $q_{SW} = 6.200 \text{ l/s} / 21 \text{ km}^2 = 295 \text{ l}/(\text{sxkm}^2) = 2,95 \text{ l}/(\text{sxha})$ ausgelegt. Im Vergleich zu den vorliegenden Abflussspenden (vgl. 5.1.1) sind erhebliche Leistungsreserven vorhanden.

Gesteuert werden die Entwässerungsvorgänge über eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS). Diese reagiert pegelabhängig, wobei nicht nur der Binnen-, sondern auch der Außenwasserstand berücksichtigt wird. Um die Stromkosten gering zu halten, wird nach Möglichkeit gegen niedrige Außenwasserstände gepumpt. Auch liegt der nächtliche Einschaltwasserstand niedriger, damit das Schöpfwerk nachts eher anspringt als tags und bevorzugt der preisgünstigere Nachtstrom bezogen wird.

Die tägliche Pumpdauer des Hauptschöpfwerks bei niedrigem, mittlerem und hohem Wasseranfall lässt sich wie folgt bestimmen:

- D_{QP} bei MNQ: $65 \text{ l/s} = 5.616 \text{ m}^3/\text{d} \quad / 15.120 \text{ m}^3/\text{h} = 0,4 \text{ h/d}$
- D_{QP} bei MQ: $215 \text{ l/s} = 18.576 \text{ m}^3/\text{d} \quad / 15.120 \text{ m}^3/\text{h} = 1,2 \text{ h/d}$
- D_{QP} bei MHQ: $1.330 \text{ l/s} = 114.912 \text{ m}^3/\text{d} \quad / 15.120 \text{ m}^3/\text{h} = 7,6 \text{ h/d}$

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Nach Angaben des UHV Untere Oste beträgt die durchschnittliche Dauer der Pumpvorgänge täglich 1 bis 3 Stunden, sie liegt damit im rechnerisch ermittelten Bereich. Je nach Wasseranfall werden zwischen 1 bis 3 (Sommerhalbjahr) und 3 bis 6 (Winterhalbjahr) Pumpvorgänge pro Tag durchgeführt.

5.1.5 Bewertung der Durchgängigkeit

Im heutigen Ausbauzustand ist das Schöpfwerk Basbeck als nicht fischdurchgängig zu bewerten. Ein stromaufwärts gerichteter Wasserzulauf von der *Oste* in das *Basbecker Schleusenfleth* findet faktisch nicht statt, er ist wegen der künstlichen Entwässerung des Einzugsgebietes und der damit verbundenen Pumpkosten unerwünscht.

Verhindert wird der Wasserzulauf durch das außenseitig montierte Stemmtor und die nach außen gerichteten Verschlüsse (Rückschlag- bzw. Freilaufklappe) im Bereich der Druckkammer.

Stromabwärts, d.h. in die *Oste*, erfolgt der Wassertransport ausschließlich im Pumpbetrieb, was allenfalls einen Austausch von Kleinfischen und Wirbellosen durch passive Verdriftung möglich erscheinen lässt. Größere Fische sind tödlichen Verletzungsgefahren an Pumpe und Rechen ausgesetzt.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

5.2 Vorzugslösung zur Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit

5.2.1 Vorbemerkungen

Basierend auf der Grundlagenermittlung und unter Berücksichtigung der baulichen Gegebenheiten wurde nachfolgend ein konkreter Lösungsansatz zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit des Schöpfwerks ausgearbeitet.

Im Nachgang werden weitere denkbare Lösungsansätze beschrieben, die jedoch nicht in der Planungstiefe dieser Vorzugsvariante ausgearbeitet wurden.

Grundsätzlich wird bei den Planungen unterschieden zwischen den erforderlichen Maßnahmen für den Fischeaufstieg und für die Fischabwanderung, und zwar vor dem Hintergrund der Erzeugung einer geeigneten Lockströmung und dem schonenden „Transport“ der Fische.

5.2.2 Fischschleuse als Funktionsprinzip

Die vorhandene, offene Druckkammer des Schöpfwerks bietet sich - dem Prinzip einer Fischschleuse folgend - zur Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit an. Bei diesem Ansatz sind nur geringe bauliche Eingriffe in den Bestand erforderlich.

Ähnlich wie unter 3.3.3 beschrieben, fungiert die vorhandene Druckkammer als Schleusenkammer. Durch das Pumpen und das bedarfsgerechte Öffnen und Schließen der ober- und unterwasserseitig angeordneten Verschlussorgane wird die Druckkammer wechselseitig mit Wasser gefüllt und wieder entleert. Auf diese Weise entsteht jeweils eine durchgängige Anbindung an das Ober- bzw. an das Unterwasser. Die durch eine künstlich induzierte Leitströmung in die Kammer gelockten Fische können ihre Wanderung im jeweiligen Gewässerabschnitt fortsetzen, bzw. werden passiv aus der Druckkammer verdrängt.

Für den Fischabstieg muss als Anreiz für das Einschwimmen in die Kammer eine zusätzliche Pumpe montiert werden, die eine stromabwärts gerichtete Lockströmung für die Fischfauna erzeugt. Diese Pumpe wird im Oberwasser, d.h. binnenseitig in der Druckkammer, montiert.

Der Betrieb des Schöpfwerks als Fischschleuse beeinträchtigt nicht die Entwässerungsfunktion. Das Funktionsprinzip kann sowohl für den Fischeauf- als auch für den Fischabstieg angewendet werden. Der genaue Ablauf wird in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

5.2.3 Fischaufstieg

Die stromabwärts gerichtete Lockströmung für die Fische muss gegen das bestehende Wasserspiegelgefälle künstlich erzeugt werden. Aus diesem Grunde wird die Phase des Fischaufstiegs unmittelbar *nach* einem notwendigen Entwässerungsvorgang eingeleitet.

Während der Betriebsphase der großen Entwässerungspumpe wird außendeichs eine ausreichend große und wahrnehmbare Lockströmung induziert. Aufstiegswillige Fische sammeln sich vor dem Auslaufbauwerk, können jedoch wegen der großen Fließgeschwindigkeiten (siehe 5.2.6) nur bedingt in das Deichsiel einschwimmen.

Aus diesem Grunde wird die Drehzahl der Entwässerungspumpe reduziert, sobald sich der eigentliche Entwässerungsvorgang seinem Ende nähert; mit geringerer Förderleistung läuft die Pumpe für einige Minuten weiter. Voraussetzung hierfür ist, dass die Pumpe drehzahlge-regelt gefahren werden kann, wie es beim Schöpfwerk Basbeck der Fall ist. Sollte eine Drehzahlregelung an anderen Standorten nicht möglich sein, müsste ggf. eine kleinere, zusätzliche „Fischaufstiegspumpe“ in der Pumpenkammer installiert werden. Der geringe Förderstrom erzeugt außendeichs eine überwindbare Lockströmung, die es dem gesamten Fischartenspektrum ermöglicht, in das Deichsiel und bis in die Druckkammer einzuschwimmen. Dabei werden gleichzeitig die Stemmtore offen gehalten.

Nach einer definierten Lockströmungsphase wird das in der Druckkammer vorhandene, zur Binnenseite öffnende Schütz – welches im konkreten Fall von einer Freilaufklappe zu einem motorbetriebenen Hubschütz umgerüstet werden muss – langsam geöffnet, so dass sich der Inhalt der Druckkammer mitsamt der darin befindlichen Fische in das Basbecker Schleusenfleth entleert und die Fische im Gewässer weiter aufsteigen können. Mit fallendem Wasserstand in der Druckkammer schließen außendeichs die Stemmtore, so dass kein Ostewasser nachlaufen kann.

Zusammengefasst ergibt sich während des Fischaufstiegs folgender Verfahrensablauf:

	Binnendeichs	Druckkammer	Außendeichs
Phase 1	Entwässerungsvorgang	Hoher WSP	Hohe Lockströmung, Stemmtor offen
Phase 2	Entwässerungsvorgang abgeschlossen, Pumpe läuft mit reduzierter Drehzahl weiter	WSP sinkt geringfügig ab	Stemmtor bleibt offen, geringe Leitströmung, Fische beginnen einzuschwimmen

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

	Binnendeichs	Druckkammer	Außendeichs
Phase 3	Entwässerungspumpe läuft mit reduzierter Drehzahl	WSP bleibt höher als außendeichs, Fische sammeln sich	Geringe Leitströmung, Einschwimmen weiterer Fische
Phase 4	Entwässerungspumpe aus, Hubschütz öffnet langsam	Fische stehen in der Kammer, WSP sinkt	Stemmtor schließt langsam
Phase 5	Hubschütz offen	WSP sinkt auf Binnenniveau, Fische werden nach binnen verdrängt / können aktiv aufsteigen	Stemmtor zu

Tabelle 1: SW als Fischschleuse - Phasen des Fischaufstiegs

Eine schematische Darstellung der einzelnen Aufstiegsphasen ist der Anlage 3 zu entnehmen.

Die hier beschriebene Lösung stellt sicher nicht das Optimum hinsichtlich der ökologischen Durchgängigkeit dar. Insbesondere für die benthische Fauna bleibt das Schöpfwerk auch weiterhin ein nahezu unüberwindbares Hindernis. Allerdings erscheint der Lösungsansatz unter den gegebenen Umständen für die Fischdurchgängigkeit als gut geeignet und zudem auch wirtschaftlich vertretbar. Näheres hierzu ist Kapitel 5.2.9 zu entnehmen.

5.2.4 Fischabstieg

Die Phase des Fischabstiegs wird wasserstandsabhängig gesteuert und unmittelbar vor einem notwendigen Entwässerungsvorgang eingeleitet. Diese zeitliche Anordnung hat den Vorteil, dass abstiegswilligen und vor dem Schöpfwerk zurückgehaltenen Fischen eine schadlose Möglichkeit der Abwanderung geboten wird, bevor die Entwässerungspumpe anspringt und die Fische z.B. in die Pumpenkammer gesogen werden. Die Leitströmung beim Fischabstieg ist naturgemäß stromabwärts gerichtet, sie muss wiederum gegen das bestehende Wasserspiegelgefälle künstlich erzeugt werden.

Ein verträglicher und schadloser Fischabstieg durch die Pumpenkammer mit dem davor montierten Rechen sowie über die Entwässerungspumpe und den Druckstutzen scheint kaum realisierbar. Folglich sollen die Fische über das geöffnete, binnenseitige Hubschütz bei ausgeglichenem Wasserstand in die Druckkammer einschwimmen. Als Anreiz hierfür ist eine Leitströmung erforderlich, die mithilfe einer Zusatzpumpe erzeugt wird. Die Zusatzpumpe wird in der offenen Druckkammer angeordnet und fördert Wasser aus der Druckkammer über eine sepa-

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

rate Druckrohrleitung nach außendeichs. Sollte eine Deichquerung nicht möglich oder zu aufwändig sein, kann die DRL alternativ auch etwas weiter oberhalb in das Gewässer zurückgeleitet werden. Bei dem Pumpvorgang entsteht eine leichte, stromabwärts gerichtete Strömung, wie sie in natürlichen Fließgewässern stattfindet. Abstiegswillige Fische werden folglich durch das offene Schütz in die Druckkammer einschwimmen. Bei der Sohlentiefe der Druckkammer von ca. NN -2,00 m und dem Einschaltwasserstand der Schöpfwerkspumpe von ca. NN -1,45 m ergibt sich die Höhe des Durchflussquerschnitts zu rd. 0,55 m, was für das Artenspektrum ausreichend ist. Die Zusatzpumpe selbst muss baulich so konstruiert werden, dass eine Verletzungsgefahr für die Fische ausgeschlossen werden kann. In Anbetracht der geringen Förderleistung kommen hierfür eine feinmaschige Gitterrostabdeckung oder eine individuell angepasste, elektrische Scheuchanlage in Frage, wobei letztere aufgrund der höheren Kosten und der technischen Anfälligkeit nicht favorisiert wird.

Nach einer definierten Leitströmungsphase wird das Hubschütz langsam geschlossen und die Fische damit in der Druckkammer separiert. Anschließend setzt der Entwässerungsvorgang ein, bei dem die Druckkammer über die große Entwässerungspumpe mit Wasser gefüllt wird. Die bereits darin befindlichen Fische werden mit steigendem Wasserstand in das Deichsiel und schließlich in die Oste verdrängt bzw. können aktiv in das Unterwasser absteigen.

Zusammengefasst ergibt sich während des Fischabstiegs folgender Verfahrensablauf:

	Binnendeichs	Druckkammer	Außendeichs
Phase 1	Hubschütz offen	Niedriger WSP, Zusatzpumpe an	Hoher WSP, Stemmtor geschlossen
Phase 2	Hubschütz offen, geringe Leitströmung, Fische schwimmen ein	Zusatzpumpe läuft, Fische schwimmen ein und sammeln sich	Hoher WSP, Stemmtor geschlossen
Phase 3	Hubschütz schließt langsam	Zusatzpumpe aus, Fische stehen in der Kammer	Hoher WSP, Stemmtor geschlossen
Phase 4	Entwässerungspumpe an	WSP steigt	Stemmtor öffnet sich langsam
Phase 5	Entwässerungsvorgang	Fische werden mit stei- gendem WSP nach außen verdrängt / kön- nen aktiv absteigen	Stemmtor geöffnet, Fische steigen ab

Tabelle 2: SW als Fischschleuse - Phasen des Fischabstiegs

Eine schematische Darstellung der einzelnen Abstiegsphasen ist in Anlage 4 enthalten.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

An den hier beschriebenen Fischabstieg kann sich theoretisch ein Fischaufstiegsvorgang unmittelbar anschließen. Die äußeren Rahmenbedingungen hierzu (laufender Entwässerungsvorgang) sind gegeben. Durch den nach außen gerichteten Betrieb der Zusatzpumpe wird ein Teil des Druckkammervolumens, welches während des Fischaufstiegs nach binnen entleert wurde, wieder nach außen gefördert, so dass die Laufzeiten der großen Entwässerungspumpe in der Gesamtbetrachtung nicht übermäßig steigen werden.

5.2.5 Betriebsablauf und zeitliche Steuerung

Über die erforderliche Öffnungsdauer der Schleusenkommer oder die notwendige Pumpdauer zur Induzierung einer Leitströmung liegen bislang keine fundierten Erkenntnisse vor.

Diverse Anhaltspunkte hierzu finden sich jedoch in [17]. An einer bestehenden Schiffsschleuse für Sportboote in Bremerhaven (Geeste-Sperrwerk) wurde seit 2000 versucht, die Fischpassierbarkeit insbesondere in den Wintermonaten durch zusätzliche „Blindschleusungen“ zu verbessern. Mindestens einmal täglich wurde dazu die Schleusenkommer für rd. eine Stunde geöffnet. Im Rahmen eines Gutachtens (ebd.) wurde über systematische Befischungen die Funktion dieser Verfahrensweise kontrolliert. Danach ist es wahrscheinlich, dass eine Öffnungsdauer der Schleusenkommer von 10 bis 15 Minuten für eine Fischpassage ausreichend ist. Längere Öffnungsdauern führten nicht zu einer Erhöhung der Fischaktivitätsdichte im Bereich der Schleuse. Als Fazit werde festgestellt, dass die *Anzahl* der Schleusungsvorgänge in Hinblick auf die Verbesserung der Fischpassierbarkeit vermutlich wichtiger ist als die *Dauer* eines einzelnen Vorgangs. Gestützt wird diese Aussage durch die Tatsache, dass Fische üblicherweise sofort auf Strömungen reagieren.

Auf der Grundlage dieser Einschätzung wird empfohlen, die Öffnungsdauer bzw. die Dauer der zu erzeugenden Leitströmung zunächst auf $T = 15$ Minuten zu begrenzen. Ein Schleusungsvorgang sollte mindestens ein Mal täglich durchgeführt werden. Um außerdem die tidebedingte Strömung als Leitströmung auszunutzen, sollten die Schleusungsvorgänge vorzugsweise während des Ebbstroms erfolgen, was jedoch einer komplexen Steuerung bedarf.

Mit zunehmender Anzahl der Schleusungen ließe sich die Funktionalität der Anlage deutlich verbessern. Insofern bietet es sich an, die Fischschleusung an die Polderentwässerung zu koppeln und *jeden* Entwässerungsvorgang zu nutzen.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Angesichts der bestehenden Unwägbarkeiten sollte die Effektivität verschiedener Betriebsabläufe und Schaltphasen im Rahmen eines Probetriebs überprüft werden. Dabei könnten die Funktion der Anlage optimiert und die Einstellungen – wie z.B. die Anzahl der Schleusungen pro Tag – ggf. modifiziert werden. Gerade vor dem Hintergrund, dass zwar keine Erfahrungswerte vorliegen, die vorliegende Studie aber Modellcharakter für den gesamten Küstenraum haben soll, erscheint eine solche Funktionskontrolle hilfreich und unverzichtbar.

Um erste Hinweise auf die Funktionalität des Konzeptes zu erlangen, scheint es unseres Erachtens nach sinnvoll, bereits unter den heutigen baulichen Gegebenheiten einen manuell gesteuerten und überwachten Probelauf für den Fischaufstieg durchzuführen. Als binnenseitige Abstiegsöffnung könnte hierbei die absperrbare Ablaufleitung DN 400 - anstelle des nachrüstenden Hubschützes in der Druckkammer - verwendet werden.

5.2.6 Hydraulische Anforderungen

Die hydraulischen Anforderungen an die Fischdurchgängigkeit beziehen sich in erster Linie auf die Geschwindigkeit der Lockströmungen. Es müssen ausreichende, d.h. für die Fische wahrnehmbare, gleichzeitig aber überwindbare Fließgeschwindigkeiten erzeugt werden.

Nach DVWK-Merkblatt 232 [7] sollte der Aus- und Eintrittsquerschnitt einer Fischschleuse so bemessen sein, dass eine effektive Leitströmung im Bereich zwischen $v = 0,9$ und kurzzeitig max. $2,0$ m/s (im Mittel $v = 1,2$ m/s) gewährleistet ist. Während des Füll- oder Entleerungsvorgangs sollte die Fließgeschwindigkeit weniger als $1,5$ m/s betragen und sich der Wasserspiegel in der Schleusenkammer mit weniger als $2,5$ m/min heben bzw. senken. Als fischkritische, d.h. unüberwindbare Strömungsgeschwindigkeit wird allgemein $v = 1,7$ m/s angenommen; bei Jungfischen oder kleineren Arten liegt sie jedoch deutlich darunter.

Bei diesen Empfehlungen wird davon ausgegangen, dass die Fischschleuse beispielsweise im Nebenschluss eines Wehres angeordnet ist. Dabei findet der Hauptabfluss über das Wehr statt, und der Fisch muss die Leitströmung *über die Hauptströmung hinaus* wahrnehmen und den Einstieg in die Anlage auffinden können. Im vorliegenden Fall ist die erzeugte Leitströmung jedoch die *einzig*e Strömung, die dem Fisch Orientierung gibt. Aus diesem Grunde dürften die erforderlichen Lockgeschwindigkeiten erheblich geringer sein; der Fisch hat gar keine andere Möglichkeit, als der (geringen) Leitströmung zu folgen.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Im Rahmen der vorliegenden Studie wird die erforderliche Pumpenleistung ermittelt, die für die Erzeugung einer adäquaten Leitströmung erforderlich ist. Hierbei gilt die Annahme, dass die Ein- und Austrittsquerschnitte an den Verschlussorganen in der bestehenden Form erhalten bleiben. Eine andere Herangehensweise wäre die Ermittlung eines passenden Durchflussquerschnitts bei Annahme einer zweckmäßigen Pumpenleistung; hierbei wären die baulichen Umrüstungen an der Schöpfwerksanlage allerdings umfangreicher und damit teurer.

Für alle nachstehenden hydraulischen Nachweise gilt, dass nicht alle äußeren Rahmenbedingungen konkret bekannt waren. Zum Teil wurden Daten wie Sohlage oder Öffnungsquerschnitt geschätzt oder aus alten Plänen und Fotos abgegriffen; auch die Rechenansätze sind eher überschlägig, so dass die Ergebnisse mit entsprechenden Ungenauigkeiten behaftet sind. Ggf. müssen die Annahmen im Rahmen nachfolgender Planungsschritte z.B. durch örtliche Vermessungen verifiziert werden. Für den vorliegenden Rahmenentwurf und die Abschätzung der Machbarkeit dürften die Resultate jedoch eine ausreichende Genauigkeit aufweisen.

Fischaufstieg: Leitströmung stromabwärts am geöffneten Stemmtor (Deichsiel), bei verschiedenen Außenwasserständen (MTHw / MW / MTNw)

	Öffnungsweite		Höhendaten		Fließquerschnitt		Leitströmung	
	b [m]	h [m]	Sohle [m+NN]	WSP [m+NN]	h_{WSP} [m]	A_{WSP} [m ²]	v [m/s]	Q erf. [m ³ /s]
MTHw	2,50	2,00	-2,00	1,35 (MTHw)	2,00	5,00	0,25	1,250
							0,50	2,500
							0,75	3,750
							0,84	4,200
							1,00	5,000
							1,25	6,250
MW	2,50	2,00	-2,00	0,42 (MW)	2,00	5,00	0,25	1,250
							0,50	2,500
							0,75	3,750
							0,84	4,200
							1,00	5,000
							1,25	6,250
MTNw	2,50	2,00	-2,00	-0,51 (MTNw)	1,49	3,73	0,25	0,931
							0,34	1,250
							0,50	1,863
							0,75	2,794
							1,00	3,725
							1,13	4,200
	1,25	4,656						

Tabelle 3: SW Basbeck - Leitströmung, v und Q beim Fischaufstieg

In der vorstehenden Tabelle 3 wurde zunächst die Fließgeschwindigkeit für den Fischaufstieg betrachtet. Die Leitströmung wird stromabwärts induziert und muss durch das Deichsiel und

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

das geöffnete Stemmtor hindurch wirken; gleichzeitig sind verschiedene, tidebedingte Außenwasserstände zu berücksichtigen.

Wie die Tabelle zeigt, ist bei einem Entwässerungsvorgang mit normaler Pumpenleistung ($Q_P = 4,200 \text{ m}^3/\text{s}$) und hohen bis mittleren Außenwasserständen, d.h. bei vollgefülltem Sielquerschnitt, mit einer Strömungsgeschwindigkeit von ca. $v = 0,84 \text{ m/s}$ am Sielauslauf zu rechnen. Diese ist für adulte Fische größerer Arten (Salmoniden) noch zu überwinden, für kleinere Arten und Jungfische stellt diese Strömung in dem rd. 25 m langen Deichsiel schon ein unüberwindbares Hindernis dar. Bei Niedrigwasserständen und teilgefülltem Deichsiel ist die resultierende Durchflussgeschwindigkeit mit $v = 1,13 \text{ m/s}$ noch größer.

Sollte das Stemmtor nicht vollständig öffnen können, treten wegen der damit verbundenen Verkleinerung des Austrittsquerschnitts kurzzeitig höhere Spitzenfließgeschwindigkeiten auf. Fische sind jedoch in der Lage, solche lokalen Strömungen durch energiezehrende, nur wenige Sekunden andauernde „Spurts“ zu überwinden.

Das Wasserspiegelgefälle, welches sich zwischen Druckkammer und Sielauslauf aufbauen muss, um diese Fördermenge ableiten zu können, ist mit $I = 0,21\%$ bei hohen und $I = 0,52\%$ bei niedrigen Außenwasserständen vernachlässigbar gering; bei einer Siellänge von rd. 25 m entspricht dies gerade einmal einer Wasserspiegeldifferenz von 1 cm.

Fährt man die Pumpenleistung herunter, sinkt die Durchflussgeschwindigkeit entsprechend ab. So ergibt sich bei einem Förderstrom von $Q_P = 1,25 \text{ m}^3/\text{s}$ (= 30% der Pumpenleistung) eine für nahezu alle Fischarten überwindbare Fließgeschwindigkeit zwischen $v = 0,25 \text{ m/s}$ und $0,34 \text{ m/s}$. Nach telefonischer Auskunft des Pumpenherstellers, der Fa. Köster (Hr. Kurth, 25.05.09) ist die Reduzierung des Förderstromes in diesem Ausmaß grundsätzlich möglich. Allerdings fällt die Förderhöhe bei geringerer Drehzahl exponentiell stärker ab als die Förderleistung, so dass auch hier gilt, dass im Probetrieb die optimale Einstellung gefunden werden sollte.

Als Zusammenfassung dieser Ergebnisse wird empfohlen, die Förderleistung der Entwässerungspumpe zum Ende eines Entwässerungsvorgangs für $T = 15$ Minuten mit 30%-iger Förderleistung weiterlaufen zu lassen, um eine überwindbare Leitströmung an der Eintrittsöffnung für den Fischaufstieg zu induzieren.

In Tabelle 4 wurde die Fließgeschwindigkeit für den Fischabstieg betrachtet. Die Leitströmung wird stromabwärts induziert und muss durch das geöffnete Hubschütz hindurch in Richtung

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Druckkammer wirken, wobei als Ausgangswasserstand der Einschaltpunkt des Schöpfwerks, mithin der Zustand unmittelbar vor einem Entwässerungsvorgang, angenommen wurde.

Wie bereits vorstehend erläutert, muss die Leitströmungsgeschwindigkeit nicht zu hoch angesetzt werden. Eine Geschwindigkeit von $v = 0,10$ m/s am Druckkammereintritt – wie sie in norddeutschen Fließgewässern häufig anzutreffen ist – erscheint ausreichend, zumal die Fische keine Alternativen für die Abstiegswanderung vorfinden. Dieser Ansatz würde eine Pumpenleistung von $Q_P = 0,150$ m³/s erfordern. Für geringe Fließgeschwindigkeiten spricht außerdem, dass die Zusatzpumpe ggf. mit einer elektrischen Fischeicheanlage ausgestattet werden muss, die nur bei Fließgeschwindigkeiten unter 0,30 m/s zuverlässig funktioniert.

Fischabstieg: Leitströmung stromabwärts am geöffneten Hubschütz (Druckkammer), bei Ausgangswasserstand = Einschaltpunkt Schöpfwerk

Öffnungsweite		Höhendaten		Fließquerschnitt		Leitströmung	
b	h	Sohle	WSP	h_{WSP}	A_{WSP}	v	Q erf.
[m]	[m]	[m+NN]	[m+NN]	[m]	[m ²]	[m/s]	[m ³ /s]
2,80	1,50	-2,00	-1,45	0,55	1,54	0,10	0,150
			(SW _{Ein})			0,15	0,231
						0,25	0,385
						0,35	0,539
						0,50	0,770
						0,75	1,155
						1,00	1,540
						1,25	1,925

Tabelle 4: SW Basbeck - Leitströmung, v und Q beim Fischabstieg

Es wird empfohlen, in der Druckkammer eine Zusatzpumpe mit einer Förderleistung von $Q_P = 0,15$ m³/s zu installieren und diese vor einem Entwässerungsvorgang für T = 15 Minuten zu betreiben, um eine Leitströmung an der Eintrittsöffnung für den Fischabstieg zu induzieren.

Nähere Aufschlüsse zur Funktionalität könnte ein Probetrieb, z.B. mit einer mobilen (Feuerwehr-) Tauchpumpe und „fliegender“ Druckrohrleitung nach außendeichs, liefern. Dabei könnte die Steuerung der Pumpen und Schütze zunächst manuell erfolgen.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

5.2.7 Technische Umgestaltung und Konstruktion

Zur Herstellung der Fischdurchgängigkeit am Schöpfwerk Basbeck gemäß der vorstehend beschriebenen Verfahrensweise wären folgende technische Einrichtungen im Bereich der Anlage vorzusehen bzw. nachzurüsten:

- Umrüstung der binnenseitigen Freilaufklappe (zwischen Basbecker Schleusenfleth und Druckkammer) in ein motorbetriebenes, steuer- und regelbares Hubschütz;
- Installation einer Zusatzpumpe im Randbereich der Druckkammer (bzw. im Deichsiel) zur Erzeugung einer Leitströmung für den Fischabstieg, fischschonend aufgestellt bzw. mit Installation einer Fischescheuchanlage, inkl. Druckrohrleitung nach außendeichs (alternativ: DRL weiter oberhalb in das Gewässer zurückführen);
- Nachrüstung der SPS-Steuerung durch Zusatzprogramme für den Fischauf- und Fischabstieg zwecks Steuerung und Regelung der Pumpendrehzahl, der Laufzeit, der Öffnung des Hubschützes u.ä., Optimierung im Probetrieb;
- Ggf. Profilierung der Druckkammersohle, sofern das passive Verdrängen der Fische durch Hindernisse beeinträchtigt ist (vor Ort zu prüfen).

Diese Aufstellung zeigt, dass die notwendigen technischen Maßnahmen zwar nicht unerheblich sind, sie im Vergleich zu anderen Maßnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit an Fließgewässern jedoch überschaubar bleiben.

5.2.8 Wahrung der Nutzeransprüche

Bei dem vorgeschlagenen Betrieb des Schöpfwerks als Fischschleuse bleiben alle Nutzeransprüche grundsätzlich gewahrt.

Die eigentliche Aufgabe des Schöpfwerks, nämlich das Absenken des Wasserstandes im binnendeichs liegenden Poldergebiet, wird in keiner Weise beeinträchtigt. Entwässerungsvorgänge haben stets Vorrang vor der Fischschleusung bzw. sind davon unabhängig.

Das zusätzliche Entleeren der Druckkammer und des Siellaufs nach binnen während eines Schleusungsvorganges wirkt sich auf den Wasserstand im Basbecker Schleusenfleth kaum spürbar aus. Kompensierend wird diese zusätzliche Wassermenge bei der Erzeugung der Leitströmung für den Fischabstieg anteilig wieder nach außen gefördert.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Auch der Hochwasserschutz wird nicht negativ beeinträchtigt. Zwei Verschlusselemente im Verlauf des Deichsiels bleiben erhalten, so dass die doppelte Deichsicherheit jederzeit gewährleistet bleibt. Die selbsttätig nach außen öffnende Freilaufklappe zwischen Schleusenfleth und Druckkammer wird zwar durch ein Hubschütz ersetzt, aber auch dieses kann technisch konstruktiv so gestaltet werden, dass es sich bei betrieblichen Defekten durch Eigengewicht selbsttätig schließt.

5.2.9 Bau-, Betriebs- und Unterhaltungskosten

Im Zuge der weiteren Diskussion um die Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit von Schöpfwerken in Küstenregionen dürften grundsätzliche Vorbehalte kaum erhoben werden; einzig die Übernahme der anfallenden Bau-, Betriebs- und Unterhaltungskosten wird ein wesentlicher Diskussionsschwerpunkt sein.

Für die vorbeschriebene Vorzugslösung wurden die anfallenden Bau-, Betriebs- und Unterhaltungskosten in Anhang B-1 ermittelt. Danach ist mit folgenden Kosten zu rechnen:

- **Baukosten:**

Die Baukosten der vorgenannten technischen Einrichtungen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit wurden mit rd. 93.000,-- € brutto ermittelt.

Darin nicht enthalten sind Planungs- und sonstige Nebenkosten.

- **Betriebskosten:**

Primär muss das Volumen der Druckkammer einschließlich des Deichsiels, welches beim Fischaufstieg nach binnen entleert wird, erneut nach außen gehoben werden, wodurch in der Gesamtbetrachtung zusätzliche Betriebskosten für die Schöpfwerkspumpe anfallen. Laut Anhang B-1 betragen diese Förderkosten weniger als 2,- € pro Fischaufstieg.

Zudem läuft die Pumpe mit geringer Förderleistung 15 min länger, um eine überwindbare Leitströmung zu induzieren. Sofern man dies aber mit dem eigentlichen Entwässerungsvorgang kombiniert, entstehen *keine* zusätzlichen Betriebskosten; hiervon wird im Weiteren ausgegangen.

Beim Fischabstieg fallen nur durch den 15-minütigen Betrieb der Zusatzpumpe zusätzliche Stromkosten an. Diese betragen laut Anhang B-1 etwa 0,75 € pro Fischabstieg.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Bei täglich 3-maligem Fischauf- und Fischabstieg – was zunächst als ausreichend bewertet wird – wurden die jährlichen Betriebskosten laut Anhang B-1 mit rd. 3.200,-- €/a errechnet. Führt man die Schleusung noch öfter am Tag durch, erhöhen sich die laufenden Kosten entsprechend der zusätzlichen Anzahl.

Im Vergleich mit den durchschnittlichen jährlichen Stromkosten, die nach Angaben des UHV Untere Oste zwischen 13.000 und 25.000 €/a liegen, beträgt der zusätzlich zu tragende Energieaufwand für die Fischdurchgängigkeit etwa 15 bis 20%.

- **Unterhaltungskosten:**

Die Wartung und Unterhaltung der zusätzlichen technischen Einrichtungen ist mit finanziellem und personellem Aufwand verbunden. Nach Anhang B-1 wurde hierfür ein zusätzlicher jährlicher Unterhaltungsaufwand in Höhe von rd. 700,00 €/a kalkuliert. Angesetzt wurden übliche Prozentsätze mit Bezug auf die Investitionskosten der einzelnen Anlagenteile.

Überschlägig muss für die Umrüstung von Schöpfwerken zur Herstellung der Fischdurchgängigkeit nach vorstehendem Prinzip mit Investitionskosten in Höhe von rd. 100.000,- € und mit laufenden Kosten in Höhe von rd. 4.000,-- €/a gerechnet werden.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

5.3 Alternative Lösungsansätze

Die nachfolgend dargestellten Lösungsansätze zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit des Schöpfwerks Basbeck wurden nicht in der Planungstiefe der Vorzugsvariante ausgearbeitet.

5.3.1 Fischschonende Entwässerungspumpen

Verschiedene Hersteller, wie beispielsweise die Fa. Fish-Flow-Innovations [15] aus den Niederlanden, bieten technische Instrumente zur Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit an Aufstiegshindernissen an. Eines dieser Instrumente sind „fischschonende“ Entwässerungspumpen, für die wiederum verschiedene technische Ausführungsvarianten entwickelt wurden.

Anfang 2009 hat die genannte Firma in Zusammenarbeit mit dem Pumpenhersteller Nijhuis eine Axialpumpe konzipiert, die aufgrund des innovativen Designs der Schaufelräder als fischdurchgängig beschrieben wird. Aufgrund der ansonsten gleichen Bauweise könnten solche Pumpen problemlos die Aggregate in bestehenden Anlagen ersetzen, beispielsweise bei einem ohnehin anstehenden Pumpenwechsel. In einer Testanlage wurden Förderleistungen von rd. 1,2 m³/s erreicht, was für kleinere Schöpfwerke bereits ausreichen könnte. Allerdings bleibt der noch ausstehende Praxistest abzuwarten, um bewerten zu können, ob die Pumpe die in sie gesetzten Erwartungen tatsächlich erfüllt. Insgesamt scheint dieser Ansatz noch nicht so weit ausgereift, dass man ihn aus heutiger Sicht weiterverfolgen sollte.

Des Weiteren setzt die Fa. Fish-Flow-Innovations auf Schneckenpumpen, die hinsichtlich der Fischpassierbarkeit weiterentwickelt und optimiert wurden. So werden die Schaufelräder am Ende der Förderschnecke in ihrer Breite reduziert, so dass sich die Verletzungsgefahr für einschwimmende Fische reduzieren soll; die erste Windung „schlägt“ nicht mehr in das Wasser. Außerdem wird die Förderschnecke über die gesamte Länge von einem mitdrehenden Mantelrohr umhüllt, was ebenfalls zu einer Verringerung der Verletzungsgefahr führt; der Fisch wird in „seiner“ Schneckenwindung in einem eingekapselten Wasserkörper transportiert, ohne dass sich Wandreibungen ergeben. Hydraulisch decken diese weiterentwickelten Schneckenpumpen denselben Bereich ab wie vergleichbare herkömmliche Aggregate und könnten diese in bestehenden Anlagen ersetzen. Auch bei Neubauten von Schöpfwerken könnte der Einsatz solcher fischschonender Schneckenpumpen eine Option sein, wobei die Förderleistung grundsätzlich geringer ist als bei Axialpumpen und auch die Förderlänge sehr begrenzt ist.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Eine dritte Variante zur Verbesserung der Fischdurchgängigkeit stellen sogenannte Venturipumpen dar. Hierbei handelt es sich um klassische Entwässerungspumpen, die jedoch in einem speziellen Strömungskanal installiert sind. Vor dem Pumpenzulauf werden Stroboskoplampen angeordnet, die die Fische von einem Einschwimmen in die Pumpengeometrie abhalten und sie dazu verleiten sollen, nach Alternativen zu suchen. Dazu sind an den Seiten des Strömungskanals zusätzliche Öffnungen vorhanden, in denen während des Fördervorgangs ein Unterdruck entsteht, so dass die Fische zu diesen Öffnungen geleitet werden. Der eigentliche Transport der Fische erfolgt dann durch das weiterführende Druckrohr.

Insgesamt betrachtet erscheinen alle diese Lösungsansätze sehr technisch orientiert, sie kommen nach Einschätzung des Unterzeichners nur als *ultima ratio* – wenn ansonsten keine Alternativen zur Verfügung stehen – in Betracht. Die Fische müssen in jedem Fall den vorgeschalteten Rechen und die Förderpumpe unmittelbar passieren; würde z.B. bei der Venturipumpe auf einen Rechen vor den seitlichen Öffnungen verzichtet, bestünde akute Verstopfungsgefahr. Auch der Transport der Fische durch die weiterführenden Druckrohrleitungen ist nicht als ideal und gefahrlos zu bewerten.

Außerdem wäre mit fischschonenden Pumpensystemen zwar der Fischabstieg, nicht jedoch der Fischaufstieg geklärt; hierzu müssten weitere technische Einbauten erfolgen.

Für die Nachrüstung bestehender Schöpfwerke erscheint dieser Lösungsansatz eher ungeeignet, da die notwendigen baulichen Eingriffe in den Bestand erheblich wären (mit Ausnahme der fischschonenden Axialpumpe, bei der jedoch andere Vorbehalte bestehen). Aus den genannten Gründen sollte über den Einsatz von fischschonenden Pumpen ggf. bei Neubauten, nicht jedoch bei der Nachrüstung bestehender Schöpfwerke nachgedacht werden.

Als Vorzugslösung zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit im norddeutschen Küstenraum kommen solche „fischschonenden“ Entwässerungspumpen nicht in Betracht.

5.3.2 Fischschleuse in aufgelöster Bauweise

Nachdem festzustellen ist, dass ausschließlich technische Sonderkonstruktionen zur Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Schöpfwerken in Frage kommen, bleibt die Fischschleuse als einzig realistischer Lösungsansatz erhalten. Neben der Ausnutzung der vorhandenen baulichen Anlagen – wie in der Vorzugslösung beschrieben – könnte man eine solche auch in aufgelöster Bauweise, d.h. unabhängig von der bestehenden Schöpfwerksanlage, realisieren.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Die separate Fischschleuse setzt sich aus einer Schleusenkommer mit zwei Hubschützen an den Stirnwänden sowie einer Pumpe zur Induzierung der Leitströmung zusammen. Letztere ist normalerweise bei Fischschleusen nicht erforderlich, weil die Leitströmung durch ein spaltförmiges Öffnen der Schütze erzeugt werden kann; bei den „umgekehrten“ Wasserstandsverhältnissen im Küstenraum ist eine Pumpe zur Erzeugung einer entgegen gerichteten Strömung jedoch unerlässlich. Die Schleusenkommer wird binnendeichs als offenes, geböschtes Erdbecken mit durchgehender, flach geneigter Gewässersohle (Neigung etwa 1:30) konzipiert. Zu beiden Seiten wird die Schleusenkommer mit einem offenen Verbindungsgraben an die *Oste* bzw. das *Basbecker Schleusenfleth* angebunden. Zur Querung des Deiches ist ein neues Sielbauwerk erforderlich. Für die Schleusenfunktion der Aufstiegsanlage werden zwei Hubschütze installiert, bei denen entsprechend der Aufstiegsrichtung zwischen dem oberen (auf Seiten des Schleusenfleths) und dem unteren Schütz (auf Seiten der *Oste*) unterschieden wird. Im Hinblick auf den Hochwasserschutz übernehmen die Hubschütze gleichzeitig die Funktion der doppelten Deichsicherheit. Die Strömungspumpe der Aufstiegsanlage wird am oberen Schleusenhaupt angeordnet, sie fördert immer nach außendeichs.

Die aufgelöste Bauweise bietet den Vorteil, dass die gesamte Anlage hinsichtlich ihrer Abmessungen und Querschnitte auf die Anforderungen der Fischfauna ausgerichtet werden kann. Sie ist so in den Deich zu integrieren, dass der Hochwasserschutz zu jeder Zeit und in allen Betriebssituationen uneingeschränkt gewährleistet bleibt.

Im Vergleich zur Vorzugslösung bleiben bei diesem Ansatz jedoch noch einige Fragen ungeklärt. So wäre zu prüfen, wo die Zu- und Ablaufgräben tatsächlich angeordnet werden könnten, ohne den Betrieb und die Standsicherheit der bestehenden Einrichtungen negativ zu beeinflussen. Auch die Lage der Schleusenkommer unter Berücksichtigung des Hochwasserschutzes bedürfte einer genaueren Betrachtung. Hinsichtlich der Übertragbarkeit auf andere Bauwerke ist einschränkend festzustellen, dass die vorhandenen Anlagen zum Teil viel enger in die bestehende Bebauung integriert sind, so dass die Platzverhältnisse den Bau einer separaten Fischschleuse häufig gar nicht zuließen.

Offenkundig sind die Investitionskosten zur Herstellung einer Fischschleuse in aufgelöster Bauweise deutlich höher als bei der Vorzugslösung.

Aus den genannten Gründen kommt auch dieser Ansatz für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit im norddeutschen Küstenraum nicht generell als mögliche Lösung in Betracht.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

5.3.3 Fischaufzug nach KNOLL

Als eine weitere technische Sonderkonstruktion zur Verbesserung der Fischdurchgängigkeit kommt ein Fischaufzug in Frage, der in das Schöpfwerksbauwerk integriert wird. Hierzu hat KNOLL entsprechende Vorschläge konzipiert und veröffentlicht [6].

Baulich wird die Fischaufzugsanlage durch eine massive Trennwand von der Pumpenkammer und der Druckkammer abgetrennt. Im abgetrennten Bereich wird ein Aufenthaltsbecken für die Fische hergestellt, welches als zentrales Element des Fischaufzuges dient. In das Aufenthaltsbecken schwimmen die Fische aus Richtung Tidegewässer aktiv ein (Fischaufstieg); aus Richtung des Poldergewässers werden die Fische dagegen durch Transport in einer Art „Fischkorb“ in das Aufenthaltsbecken verbracht (Fischabstieg). Während des Transports bleibt der Fischkorb geschlossen. Er wird wie eine mechanisch betriebene Aufzugskabine auf das höher gelegene Niveau gehoben und dort in das Aufenthaltsbecken entleert. Die Leitströmung wird jeweils durch eine Zusatzpumpe künstlich erzeugt.

Im Vergleich zu der im Rahmen der vorliegenden Studie entwickelten Vorzugslösung weist das Konzept nach KNOLL einige wesentliche Nachteile auf.

So wäre die bauliche Einbindung in den Bestand nur durch erhebliche, kostenintensive Umbaumaßnahmen möglich. Neben der Trennwand ist das Aufenthaltsbecken mit mehreren Kammern sowie Zu- und Ablaufschieber, ein neues Deichsiel, der Fischkorb mit Hebemechanik, die Lockstrompumpe und eine Rohrleitung zur Fischpassage neu herzustellen. Offenkundig sind die Investitionskosten zur Herstellung eines Fischaufzuges deutlich höher als bei der Vorzugslösung. Aller Voraussicht nach dürfte auch der Wartungs- und Unterhaltungsaufwand dieser komplexen mechanischen Konstruktion sehr groß sein. Generell scheint fraglich, ob eine solche Anlage tatsächlich in den Bestand eines Schöpfwerks integriert werden kann.

Jedoch sprechen nicht nur technische, sondern auch ökologische Aspekte gegen dieses Konzept. Der Transport der Fische erfolgt entweder mithilfe des Fischkorbs oder durch eine Rohrleitung zur Fischpassage. Im Gegensatz zur Vorzugslösung, bei der die Höhenunterschiede durch das Anheben des Wasserstandes in der Druckkammer überwunden werden und sich die Fische in einem großzügigen Wasserkörper bewegen, scheint der Transport der Fische hier doch sehr „technisiert“. Verletzungen und Mortalitätsschäden wären nicht auszuschließen.

Zusammengefasst kann auch dieser Ansatz für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit im norddeutschen Küstenraum nicht generell als empfehlenswert gelten.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

5.3.4 Erfahrungen aus anderen Ländern

Bezüglich der Vernetzung von aquatischen Küstenlebensräumen mit den Wasserkörpern des Binnenlandes wurden im Rahmen der Studie auch Erfahrungen aus anderen Ländern recherchiert. Neben durchgeführten Recherchen im Internet haben wir hierzu die Möglichkeiten genutzt, die uns die Einbindung in die europäische Grontmij-Gruppe bietet.

So scheinen die Erfahrungen und Entwicklungen zu dieser besonderen Thematik grundsätzlich in den Niederlanden weiter fortgeschritten zu sein. Wie unter 5.3.1 beschrieben, beschäftigen sich dort spezielle Firmen ausschließlich mit der Entwicklung fischschonender Pumpen und ähnlichen Fischaufstiegshilfen. Eine Nachfrage bei unseren niederländischen Kollegen – Grontmij Nederland bv ist der größte Ingenieurdienstleister in den Niederlanden - ergab, dass auf solche technischen Entwicklungen im Rahmen konkreter Projekte noch nicht zurückgegriffen wurde. Dagegen wurde ein Projektbeispiel vorgelegt, bei dem eine Schiffsschleuse, die unmittelbar neben einem Polderschöpfwerk liegt, so umgestaltet werden konnte, dass eine schonende Fischpassage möglich ist. Unterstützt durch einen Probetrieb wurde eine Prozedur entwickelt, die über Blindschleusungen und das leichte Anheben von Hubschützen für eine Leitströmung sorgt und durch die Wasserspiegeländerung jeweils die Fischpassage ermöglicht (Den Deel, Provinz Groningen). Weitere Projektbeispiele gehen eher in die Richtung konventioneller Fischaufstiegshilfen, wie Umgehungsgerinne und Becken- oder Schlitzpässe.

Auch in Dänemark wird der Fischdurchgängigkeit traditionell eine hohe Priorität eingeräumt, was jedoch vorrangig bei Binnengewässern zur Umsetzung kommt. Grontmij – Carl Bro A/S verweist auf diverse durchgeführte Projekte an Hindernissen wie Mühlenstauen und Fischfarmen, wo die Durchgängigkeit durch den Bau von Umgehungsgerinnen wiederhergestellt wurde (Ribe Au, Südjütland). Diese Art der Aufstiegshilfe wird in Dänemark offenkundig präferiert. Die erfahrenen Kollegen haben dagegen noch nichts über vergleichbare Projekte in der Küstenregion Dänemarks gehört und empfehlen stattdessen, dort dieselben Verfahren anzuwenden wie an Flüssen und Bächen.

Insgesamt scheint man auch in unseren Nachbarländern noch keine Kardinallösung für die besondere Problematik der Küstenregion und der konträren Wasserstandsverhältnisse gefunden zu haben. Die Tatsache, dass konventionelle Fischaufstiegshilfen zu einem falschen Strömungsreiz führen, stellt offensichtlich eine planerische Herausforderung dar. Standardisierte Vorgehensweisen wurden bislang nicht entwickelt, so dass mit der vorliegenden Untersuchung in der Tat planerisches Neuland betreten wird.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

6 Durchgängigkeit des Schöpfwerks / Sielbauwerks Große Rönne

6.1 Bestehende Situation

6.1.1 Wasserwirtschaftliche Verhältnisse

Die *Große Rönne* mündet östlich der Samtgemeinde Hemmoor im Bereich der Gemeinde Osten rechtsseitig in die *Oste* (vgl. Abb. 3).

Das rd. 6,9 km lange Gewässer erstreckt sich in östlicher Richtung und verläuft vollständig in der Kleimarsch des Naturraums „Oste-Marsch“. Geprägt ist das Einzugsgebiet von landwirtschaftlicher Nutzung, wobei der Obstanbau eine wichtige Rolle einnimmt. Insgesamt entwässert die *Große Rönne* ein Einzugsgebiet von rd. 16 km² Fläche.

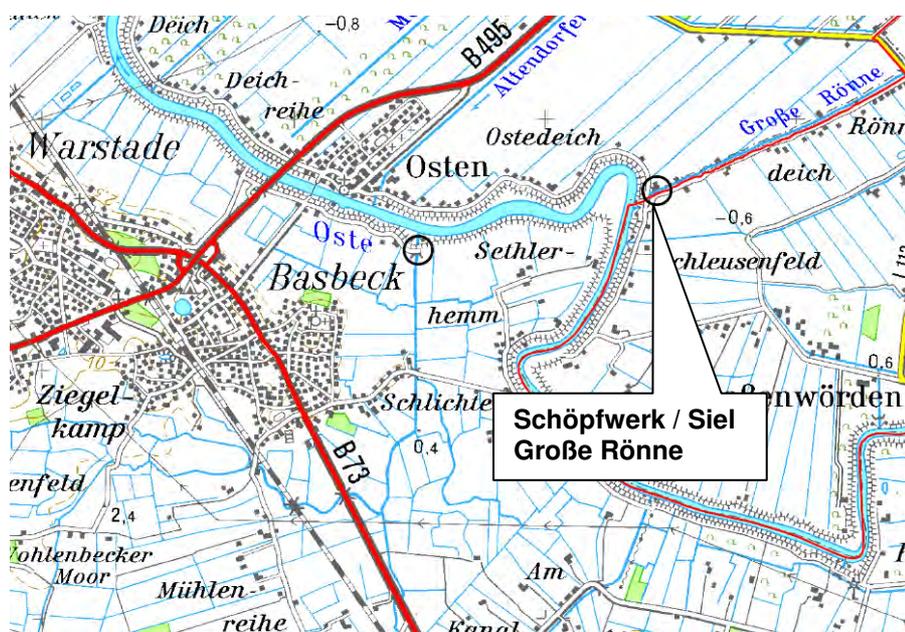


Abb. 3: Lage des Schöpfwerks / Sielbauwerks Große Rönne

Nach dem aktuellen C-Bericht zur EU-Wasserrahmenrichtlinie [11] und Mitteilungen des NLWKN – Betriebsstelle Stade wird die *Große Rönne* wie folgt klassifiziert bzw. eingestuft:

- Gebietskennzahl: 598756
- Gewässertyp: 22.1 – Gewässer der Marschen
- Strukturgüte: Klasse 5 (stark veränderte Gewässerabschnitte)
- Gewässergüte: Klasse III (stark verschmutzt (im Oberlauf II-III))
- Kategorie: Erheblich veränderter Wasserkörper (HMWB)

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

- Bewertung nach WRRL: Schlechtes ökologisches Potenzial
 - Saprobie: mäßig
 - Makrophyten: unbefriedigend
 - Fische: schlecht

Die gewässerkundlichen Hauptwerte am Schöpfwerk Große Rönne wurden aus den Regionalisierungsansätzen nach [14] sowie aus [12] und [13] entnommen und übertragen. Für diese Region lassen sich die anfallenden Abflussmengen wie folgt herleiten:

- $MNq = 3,1 \text{ l/(sxkm}^2) \times 16,0 \text{ km}^2 \Rightarrow MNQ = 50 \text{ l/s}$
- $Mq = 10,3 \text{ l/(sxkm}^2) \times 16,0 \text{ km}^2 \Rightarrow MQ = 165 \text{ l/s}$
- $MHq = 63,2 \text{ l/(sxkm}^2) \times 16,0 \text{ km}^2 \Rightarrow MHQ = 1.010 \text{ l/s}$

Innerhalb des gepolderten Einzugsgebietes wird der Wasserstand künstlich auf einem niedrigen Niveau gehalten, um die Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Nutzflächen zu gewährleisten. Dagegen unterliegt die *Oste* im Planungsraum einem – wenn auch gedämpften – Tideeinfluss. Die Wasserstandsverhältnisse stellen sich wie folgt dar:

- Binnendeichs:
 - MW Polder = ca. NN -1,20 m
 - Einschaltpunkt SW = ca. NN -1,05 m
 - Ausschaltpunkt SW = ca. NN -1,50 m
 - Außendeichs:
 - MThw Oste = ca. NN +1,35 m
 - MW Oste = ca. NN +0,42 m
 - MTnw Oste = ca. NN -0,51 m
- (Angaben Pegel Hechthausen, nach [13])

Angesichts dieser Wasserstandsverhältnisse (mittlere Wasserspiegeldifferenz $\Delta h \approx 1,60 \text{ m}$) wird deutlich, dass die Entwässerung in der Regel über das Schöpfwerk erfolgen muss. Selbst bei mittlerem Tideniedrigwasser in der *Oste* besteht eine Wasserspiegeldifferenz von etwa einem halben Meter.

Jedoch wird zu bestimmten Zeiten der Wasserstand binnendeichs auch höher gefahren. Fallen diese Zeiträume mit besonders niedrigen Tiden zusammen, ist die Entwässerung zeitweise auch im Sielbetrieb möglich.

Da die angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzflächen – zumeist handelt es sich dabei um Obstanbauflächen – vielfach über eigene Entwässerungssysteme mit autarken Polderpumpen

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

verfügen und im Gewässer selbst noch ein ausreichender Freibord zur Verfügung steht, wären im Einzugsgebiet nach Angaben des UHV Untere Oste und des örtlichen Wasser- und Bodenverbandes ggf. auch höhere Polderwasserstände dauerhaft verträglich.

6.1.2 Ökologische Verhältnisse

Nach der Fischfaunistischen Referenzerstellung für Niedersachsen [5] ist die *Große Rönne* dem Naturraum „Watten und Marschen“ zuzuordnen. Sie gehört damit zu den „Fließgewässern des Tieflandes“ (ebd.), die wiederum in zehn sogenannte „Fischregionen“ unterteilt werden.

Die *Große Rönne* ist danach der Fischregion „Güster-Rotfeder“ zuzuordnen. Diese namensgebenden Fischarten sollen typischerweise eine vergleichsweise hohe Populationsdichte aufweisen und das typische Vorkommen im untersuchten Gewässer repräsentieren. Als besonders charakteristisch für diese Fischregion gelten neben den namensgebenden Arten auch Karausche, Schleie und Hecht. Des Weiteren kommen typischerweise Fische wie Aal, Brassen, Dreistacheliger Stichling, Flussbarsch, Moderlieschen und Rotaugen in dieser Fischregion vor (ebd.).

Wie in Kapitel 4.3 bzw. Anhang A dargestellt, wird das tatsächliche Fischarteninventar in der *Großen Rönne* dagegen vom Stichling (Zwergstichling / Dreistacheliger Stichling) dominiert. Güster wurden nur vereinzelt nachgewiesen, Rotfedern gar nicht. Schleie traten häufiger auf, Rotaugen und Hecht wurden ebenso im Rahmen durchgeführter Befischungen nachgewiesen.

Das fischbiologische Potenzial der *Oste* wird als „gut“ bewertet. Dies sollte ein besonderer Anreiz sein, die Wanderungshindernisse aufzuheben und auch die Nebengewässer wie die *Große Rönne* für das Artenspektrum nutzbar zu machen.

6.1.3 Bauwerks- und Konstruktionsdaten

Im Vergleich zum Schöpfwerk Basbeck ist das Schöpfwerk / Sielbauwerk Große Rönne insgesamt kleiner dimensioniert. Erbaut bereits in den 1930`er Jahren, wurde auch diese Anlage in den vergangenen Jahrzehnten mehrfach erneuert und automatisiert. Erst vor wenigen Jahren wurden die Pumpe und die Schütztafeln im Bereich der Druckkammer erneuert.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Das Schöpfwerk ist binnenseitig mit einem Pumpengebäude ausgestattet, in dem die Schaltanlage und der trocken aufgestellte Elektromotor der Hochleistungs-Propellerpumpe untergebracht sind. Vor der geschlossenen Pumpenkammer des Schöpfwerks ist eine automatisierte Rechenanlage mit einem Stababstand von rd. 7,5 cm montiert.



Abb. 4: Schöpfwerk Große Rönne, Blick vom Deich nach binnen und außen

Die anfallenden Wassermengen werden über die Hochleistungspumpe und einen daran angeschlossenen, relativ kurzen Druckstutzen mit Rückschlagklappe zunächst in eine offene, gemauerte Druckkammer gehoben (vgl. Abb. 4, rechts neben dem Pumpenhaus). Zu dieser Druckkammer besteht von der Binnenseite außerdem eine Freilauföffnung, die mittels eines handbetriebenen Hubschützes binnenseitig absperrbar ist. Zudem ist in der Druckkammer ein Stemmtor vorhanden, das den Rückfluss des Wassers in die *Große Rönne* verhindert.

Sobald in der Druckkammer ein ausreichend hoher Wasserstand erreicht ist, entwässert die Kammer per Druckgefälle über das vorhandene Deichsiel in die *Oste*. Das Deichsiel ist als Beton-Rahmendurchlass konzipiert und weist einen Querschnitt von ca. 2,0 x 2,0 m bei einer Länge von rd. 30 m auf. Außendeichs verhindert ein selbsttätig öffnendes Stemmtorpaar den Rückfluss des Ostewassers in die Druckkammer.

Beide Stemmtorpaare sind manuell arretierbar, um beispielsweise zur Frostschutzberegnung oder bei länger andauernder Trockenheit einen Zulauf von Ostewasser in die *Große Rönne* zu ermöglichen. Die Steuerung des Zuflusses erfolgt in diesen Fällen über das handbetriebene Hubschütz.

Die Schöpfwerksleistung beträgt $Q_p = 2,000 \text{ m}^3/\text{s}$. Während der Förderstrom relativ groß ist, können mit der Propellerpumpe wie bei fast allen Polderschöpfwerken nur relativ geringe Förderhöhen überwunden werden.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

6.1.4 Steuerung und Dauer der Pumpvorgänge

Bezogen auf das Einzugsgebiet ist das Schöpfwerk Große Rönne auf eine Bemessungsabflussspende von $q_{SW} = 2.000 \text{ l/s} / 16 \text{ km}^2 = 125 \text{ l/(sxkm}^2) = 1,25 \text{ l/(sxha)}$ ausgelegt. Im Vergleich zu den vorliegenden Abflussspenden (vgl. 6.1.1) weist das Schöpfwerk damit eher geringe Leistungsreserven auf.

Gesteuert werden die Entwässerungsvorgänge über eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS). Geschöpft wird pegelabhängig, wobei ausschließlich der Binnenwasserstand berücksichtigt wird. Ein Außenpegel ist nicht vorhanden, so dass ggf. auch gegen höhere Außenwasserstände gepumpt wird.

Die tägliche Pumpdauer des Schöpfwerks bei niedrigem, mittlerem und hohem Wasseranfall lässt sich wie folgt bestimmen:

- D_{QP} bei MNQ: $50 \text{ l/s} = 4.320 \text{ m}^3/\text{d} \quad / 7.200 \text{ m}^3/\text{h} = 0,6 \text{ h/d}$
- D_{QP} bei MQ: $165 \text{ l/s} = 14.256 \text{ m}^3/\text{d} \quad / 7.200 \text{ m}^3/\text{h} = 2,0 \text{ h/d}$
- D_{QP} bei MHQ: $1.010 \text{ l/s} = 87.264 \text{ m}^3/\text{d} \quad / 7.200 \text{ m}^3/\text{h} = 12,1 \text{ h/d}$

Nähere Angaben des UHV Untere Oste zur Anzahl und Dauer der Pumpvorgänge liegen leider nicht vor, weil die Daten nicht aufgezeichnet werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass bei geringem bis mittlerem Wasseranfall nur 1 bis 2, bei hohem Wasseranfall sogar mehr als 10 Pumpvorgänge pro Tag durchgeführt werden.

6.1.5 Bewertung der Durchgängigkeit

Im heutigen Ausbauzustand ist das Schöpfwerk Große Rönne als nur bedingt fischdurchgängig zu bewerten. Ein stromaufwärts gerichteter Wasserzulauf von der Oste in die Große Rönne findet nur sehr selten statt, und zwar dann wenn ein besonders großer Wasserbedarf in der Landwirtschaft besteht (z.B. während der Frostschtzberegnung). Die vorhandenen Stemmtoore werden zu diesem Zweck arretiert, der Zulauf kann dann über das vorhandene Hubschütz manuell reguliert werden.

Stromabwärts erfolgt der Wassertransport überwiegend im Pumpbetrieb. Nur bei günstigen Wasserstandsverhältnissen (sehr niedrige Tiden) kann die Entwässerung auch im Freigefälle erfolgen. Insgesamt scheint nur ein seltener Austausch von Fischen und anderen Wasserorganismen möglich zu sein.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

6.2 Vorzugslösung zur Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit

6.2.1 Optimierung der Entwässerung über freien Sielzug

Anders als bei den beiden anderen Schöpfwerken bestünde im Einzugsgebiet der Großen Rönne laut Aussagen des zuständigen Wasser- und Bodenverbandes die Möglichkeit, den Binnenwasserstand dauerhaft anzuheben. Dadurch würde sich das Wasserstandsgefälle verringern und die möglichen Zeiträume der freien Sielentwässerung würden verlängert. Infolgedessen würde sich auch die Fischdurchgängigkeit verbessern, da das Gewässerkontinuum Tidegewässer → Deichsiel und Druckkammer → Binnengewässer zumindest zeitweise wiederhergestellt wäre.

Bei den angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzflächen handelt es sich zumeist um Obstbauflächen, die über dezentrale Entwässerungssysteme – bestehend aus Dränagen, Gräben und Polderschöpfwerken – verfügen. Aufgrund dieser dezentralen Polderstrukturen ist die Flächenentwässerung nicht unmittelbar an bestimmte, niedrige Wasserstände in der Vorflut gebunden. Auch im Gewässer selbst steht noch ein ausreichender Freibord zur Verfügung, wie Erfahrungen mit temporären Aufstausituationen während der Frostschtzberegnung zeigen. Ausuferungen des Gewässers oder Beschwerden von Anliegern wegen Vernässungen sind während solcher Phasen bisher nicht aufgetreten.

Basierend auf diesen Erfahrungen wäre laut Angabe des UHV Untere Oste und des örtlichen Wasser- und Bodenverbandes ein Dauerwasserstand von NN -0,70 m in der *Großen Rönne* noch verträglich, während der Mittelwasserstand heute bei etwa NN -1,20 m liegt. Dies entspräche einer Wasserstandsanhhebung um 0,50 m.

Das Geländeniveau im Einzugsgebiet der *Großen Rönne* liegt laut topografischer Karte (vgl. Anlage 2.2) überwiegend unter Normal-Null; dies gilt insbesondere für die Flächen nahe der *Oste*. Demnach ist die Einstellung eines *noch* höheren Dauerwasserstandes offenkundig nicht möglich. Negative Auswirkungen aufgrund von Bodenvernässungen und Ausuferungen bei großen Niederschlagsmengen wären nicht auszuschließen.

Betrachtet man die Wasserstandsverhältnisse nun genauer, so ist als Grundvoraussetzung für die Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit festzustellen, dass - bei einem angenommenen Binnenwasserstand von NN -0,70 m - das mittlere Tideniedrigwasser in der *Oste* diesen Wert überwiegend unterschreiten müsste. Nur dann wäre eine regelmäßige, stromabwärts gerichtete Entwässerung im freien Sielzug möglich.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Wie die nachfolgende Abbildung zeigt, ist dies leider nicht der Fall. Die Aufzeichnungen am Pegel Hechthausen seit 1972 belegen, dass das mittlere Tideniedrigwasser mit ansteigender Tendenz meist oberhalb von NN -0,70 m aufläuft. Seit 2000 wurden, teilweise auch über mehrere Jahre in Folge, kaum noch MTNw-Werte unterhalb von NN -0,70 m registriert.

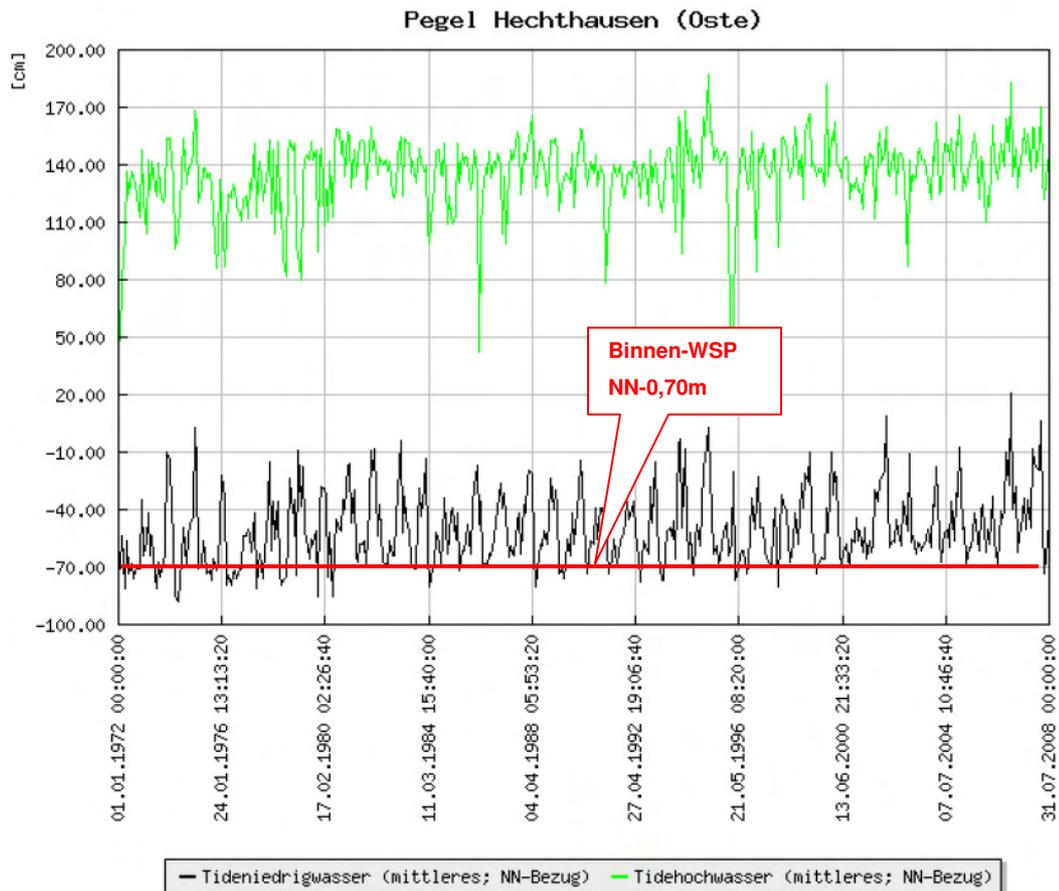


Abb. 5: Pegel Hechthausen, MTHw und MTNw (1970-2008), Quelle: BSV [13]

Geht man von mittleren Tideverhältnissen aus, so reicht eine Anhebung des Binnenwasserstandes auf NN -0,70 m nicht aus, um eine nennenswerte Fischdurchgängigkeit am Schöpfwerk Große Rönne realisieren zu können. An dieser Tatsache ändern auch extrem niedrige Tiden nichts, die zwar immer mal wieder, aber insgesamt zu unregelmäßig auftreten. Die Phasen eines durchgängigen Gewässerkontinuums wären insgesamt deutlich zu kurz.

Folglich muss ein anderer Ansatz zur Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit gesucht werden. Hierzu bietet sich erneut die Nutzung der vorhandenen Druckkammer als Fischschleuse an.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

6.2.2 Fischschleuse als Funktionsprinzip

Ähnlich wie beim Schöpfwerk Basbeck, kann auch hier die vorhandene, offene Druckkammer des Schöpfwerks - dem Prinzip einer Fischschleuse folgend - zur Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit genutzt werden. Bei diesem Ansatz sind nur geringe bauliche Eingriffe in den Bestand erforderlich. Die Druckkammer des Schöpfwerks Große Rönne als gemauertes Bauwerk ist zwar deutlich kleiner als beim Schöpfwerk Basbeck, bietet für die Fische im Zusammenhang mit dem Deichsiel aber ausreichend Platz und Wasservolumen. Im Vergleich zu anderen Lösungsansätzen, wie z.B. des Fischeaufzuges nach KNOLL (vgl. 5.3.3), wird diese Lösung immer noch als die fischverträglichste bewertet.

Wie unter 5.2.2 beschrieben, fungiert die vorhandene Druckkammer als Schleusenkammer. Durch das Pumpen bzw. durch bedarfsgerechtes Öffnen und Schließen von ober- und unterwasserseitig angeordneten Verschlüssen wird die Druckkammer wechselseitig mit Wasser gefüllt und wieder entleert. Auf diese Weise entsteht jeweils eine durchgängige Anbindung an das Ober- bzw. an das Unterwasser. Die durch eine künstlich induzierte Leitströmung in die Kammer gelockten Fische können ihre Wanderung im jeweiligen Gewässerabschnitt fortsetzen, bzw. werden passiv aus der Druckkammer verdrängt.

Für den Fischabstieg muss als Anreiz für das Einschwimmen in die Kammer eine zusätzliche Pumpe montiert werden, die eine Lockströmung für die Fischfauna erzeugt. Diese Pumpe wird im Oberwasser, d.h. binnenseitig in der offenen Druckkammer, montiert.

Der Betrieb des Schöpfwerks als Fischschleuse beeinträchtigt nicht die Entwässerungsfunktion. Das Funktionsprinzip kann sowohl für den Fischeauf- als auch für den Fischabstieg angewendet werden. Der genaue Ablauf wurde bereits unter Kapitel 5.2 ausführlich beschrieben. Auf eine Wiederholung aller Grundlagen wird verzichtet, im Folgenden werden lediglich örtliche Besonderheiten und die spezifischen hydraulischen und baulichen Gegebenheiten näher erläutert.

6.2.3 Fischeaufstieg

Anders als beim Schöpfwerk Basbeck wird die Phase des Fischeaufstiegs beim Schöpfwerk *Große Rönne* nicht *nach*, sondern *parallel* zu einem beginnenden Entwässerungsvorgang eingeleitet. Durch die große Entwässerungspumpe wird außendeichs eine ausreichend große und wahrnehmbare Lockströmung induziert, die allerdings – im Unterschied zum Schöpfwerk

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Basbeck – wegen der gemäßigten Fließgeschwindigkeiten für die aufstiegswilligen Fische überwindbar ist. Das Fischartenspektrum ist während des gesamten Entwässerungsvorgangs in der Lage, unmittelbar in das Deichsiel und bis in die Druckkammer einzuschwimmen.

Nach Beendigung des Pumpvorgangs wird das in der Druckkammer vorhandene Hubschütz – welches im konkreten Fall mit einem motorbetriebenen und regelbaren Antrieb versehen werden muss – langsam geöffnet, so dass sich der Inhalt der Druckkammer mitsamt der darin befindlichen Fische in die *Große Rönne* entleert und die Fische im Gewässer weiter aufsteigen können. Das ebenfalls in der Druckkammer vorhandene Stemmtor wird dazu fest arretiert. Mit fallendem Wasserstand in der Druckkammer schließt außendeichs das Stemmtor, so dass kein Ostewasser nachlaufen kann.

Ansonsten ergibt sich während des Fischaufstiegs der gleiche Verfahrensablauf wie unter 5.2.3 beschrieben, zudem wird auf Anlage 3 verwiesen.

Optimiert werden könnte die ökologische Durchgängigkeit außerdem durch die Kombination eines höheren Binnenwasserstandes mit einem automatisierten, pegelgesteuerten Hubschütz. Ziel ist, bei sehr niedrigen Tiden eine Sielentwässerung mit freier Durchgängigkeit in beide Richtungen zu ermöglichen (vgl. 6.2.1). Ein durchgängiges Gewässerkontinuum stellt in jedem Fall die beste Variante in Hinblick auf die ökologische Durchgängigkeit dar. Auch für die benthische Fauna könnte auf diese Weise ein gewisser Grad an Durchgängigkeit geschaffen werden.

6.2.4 Fischabstieg

Die Phase des Fischabstiegs wird wiederum *vor* einem notwendigen Entwässerungsvorgang eingeleitet, damit die abstiegswilligen Fische nicht durch die Entwässerungspumpe in die Pumpenkammer gesogen werden. Die Leitströmung beim Fischabstieg ist naturgemäß stromabwärts gerichtet, sie muss gegen das bestehende Wasserspiegelgefälle künstlich erzeugt werden.

Wie beim Schöpfwerk Basbeck sollen die Fische über das geöffnete, binnenseitige Hubschütz bei niedrigem Wasserstand in die Druckkammer einschwimmen. Als Anreiz hierfür ist eine Leitströmung erforderlich, die mithilfe einer Zusatzpumpe erzeugt wird. Die Zusatzpumpe wird in der offenen Druckkammer angeordnet und fördert Wasser aus der Kammer über eine separate Druckrohrleitung nach außendeichs. Sollte eine Deichquerung nicht möglich oder zu auf-

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

wändig sein, kann die DRL alternativ auch etwas weiter oberhalb in das Gewässer zurückgeleitet werden. Bei dem Pumpvorgang entsteht eine leichte, stromabwärts gerichtete Strömung, wie sie in natürlichen Fließgewässern stattfindet; diese weist abstiegswilligen Fischen den Weg durch das offene Schütz in die Druckkammer. Die Zusatzpumpe selbst muss baulich so konstruiert werden, dass eine Verletzungsgefahr für die Fische ausgeschlossen werden kann. In Anbetracht der geringen Förderleistung kommen hierfür eine feinmaschige Gitterrostabdeckung oder eine individuell angepasste, elektrische Scheuchanlage in Frage.

Nach einer definierten Leitströmungsphase wird das Hubschütz langsam geschlossen und die Fische damit in der Druckkammer separiert. Anschließend setzt der Entwässerungsvorgang ein, bei dem die Druckkammer über die große Entwässerungspumpe mit Wasser gefüllt wird. Die bereits darin befindlichen Fische werden mit steigendem Wasserstand in das Deichsiel und schließlich in die *Oste* verdrängt bzw. können aktiv in das Unterwasser absteigen.

Ansonsten ergibt sich während des Fischabstiegs der gleiche Verfahrensablauf wie unter 5.2.4 beschrieben, zudem wird auf Anlage 4 verwiesen.

An den hier beschriebenen Fischabstieg kann sich theoretisch ein Fischaufstiegsvorgang unmittelbar anschließen. Die äußeren Rahmenbedingungen hierzu (laufender Entwässerungsvorgang) sind gegeben.

6.2.5 Betriebsablauf und zeitliche Steuerung

Die Dauer des Schleusungsvorgangs für den Fischaufstieg ist an die Entwässerung gekoppelt. Da die Pumphasen in der Regel länger als 15 Minuten andauern, ist ein ausreichendes Zeitfenster für den Fischaufstieg gegeben. Hinsichtlich des Fischabstieges wird die Dauer des Schleusungsvorganges bzw. die Dauer der zu erzeugenden Leitströmung analog zum Schöpfwerk Basbeck auf $T = 15$ Minuten begrenzt.

Ein Schleusungsvorgang ist mindestens ein Mal täglich durchzuführen; mit zunehmender Anzahl der Schleusungen würde sich jedoch die Funktionalität der Anlage deutlich verbessern lassen. Insofern bietet es sich an, die Fischschleusung an die Polderentwässerung zu koppeln und *jeden* Entwässerungsvorgang zu nutzen.

Angesichts der bestehenden Unwägbarkeiten sollte die Effektivität verschiedener Betriebsabläufe und Schaltphasen im Rahmen eines Probetriebs überprüft werden. Dabei könnten die

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Funktion der Anlage optimiert und die Einstellungen – wie z.B. die Anzahl der Schleusungen pro Tag – ggf. modifiziert werden. Gerade vor dem Hintergrund, dass zwar keine Erfahrungswerte vorliegen, die vorliegende Studie aber Modellcharakter für den gesamten Küstenraum haben soll, erscheint eine solche Funktionskontrolle hilfreich und unverzichtbar.

Um erste Hinweise auf die Funktionalität des Systems zu erlangen, scheint es unter Umständen zweckmäßig, bereits unter den heutigen baulichen Gegebenheiten einen manuell gesteuerten und überwachten Probelauf für den Fischaufstieg durchzuführen. Hierzu müsste auch das Hubschütz in der Druckkammer manuell betrieben werden.

6.2.6 Hydraulische Anforderungen

Die hydraulischen Anforderungen an die Fischdurchgängigkeit beziehen sich in erster Linie auf die Geschwindigkeit der Lockströmungen. Es müssen ausreichende, d.h. für die Fische wahrnehmbare, gleichzeitig aber überwindbare Fließgeschwindigkeiten erzeugt werden. Hintergründe zu den notwendigen Fließgeschwindigkeiten wurden unter Kapitel 5.2.6 bereits erläutert. Im Rahmen der vorliegenden Studie wird die erforderliche Pumpenleistung ermittelt, die für die Erzeugung einer adäquaten Leitströmung erforderlich ist.

Für alle nachstehenden hydraulischen Nachweise gilt, dass nicht alle äußeren Rahmenbedingungen konkret bekannt waren. Ggf. müssen die Annahmen im Rahmen nachfolgender Planungsschritte z.B. durch örtliche Vermessungen verifiziert werden. Für den vorliegenden Rahmenentwurf und die Abschätzung der Machbarkeit dürften die Resultate jedoch eine ausreichende Genauigkeit aufweisen.

In der nachstehenden Tabelle 5 wurde zunächst die Fließgeschwindigkeit am Eintrittsquerschnitt für den Fischaufstieg betrachtet. Die Leitströmung wird stromabwärts induziert und muss durch das Deichsiel und die geöffnete Freilaufklappe hindurch wirken; gleichzeitig sind verschiedene, tidebedingte Außenwasserstände zu berücksichtigen.

Wie die Tabelle zeigt, ist bei einem Entwässerungsvorgang mit normaler Pumpenleistung ($Q_P = 2,000 \text{ m}^3/\text{s}$) und hohen bis mittleren Außenwasserständen (vollgefüllter Sielquerschnitt) mit einer Strömungsgeschwindigkeit von ca. $v = 0,50 \text{ m/s}$ am Sielauslauf zu rechnen. Diese ist für die meisten Fische des maßgebenden Artenspektrums überwindbar. Bei Niedrigwasserständen und Teilfüllung des Deichsiels liegt die resultierende Durchflussgeschwindigkeit mit

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

$v = 0,67$ m/s zwar darüber, allerdings stellt auch diese Fließgeschwindigkeit noch kein unüberwindbares Hindernis dar.

Fischaufstieg: Leitströmung stromabwärts am geöffneten Stemmtor (Deichsiel), bei verschiedenen Außenwasserständen (MTHw / MW / MTNw)

	Öffnungsweite		Höhendaten		Fließquerschnitt		Leitströmung	
	b [m]	h [m]	Sohle [m+NN]	WSP [m+NN]	h_{WSP} [m]	A_{WSP} [m ²]	v [m/s]	Q erf. [m ³ /s]
MTHw	2,00	2,00	-2,00	1,35 (MTHw)	2,00	4,00	0,10	0,400
							0,20	0,800
							0,30	1,200
							0,40	1,600
							0,50	2,000
0,60	2,400							
MW	2,00	2,00	-2,00	0,42 (MW)	2,00	4,00	0,10	0,400
							0,20	0,800
							0,30	1,200
							0,40	1,600
							0,50	2,000
0,60	2,400							
MTNw	2,00	2,00	-2,00	-0,51 (MTNw)	1,49	2,98	0,30	0,894
							0,40	1,192
							0,50	1,490
							0,60	1,788
							0,67	2,000
							0,70	2,086
0,80	2,384							

Tabelle 5: SW Große Rönne - Leitströmung, v und Q beim Fischaufstieg

Sollte das Stemmtor nicht vollständig öffnen können, treten wegen der damit verbundenen Verkleinerung des Austrittsquerschnitts kurzzeitig höhere Spitzenfließgeschwindigkeiten auf. Fische sind jedoch in der Lage, solche lokalen Strömungen durch energiezehrende, nur wenigen Sekunden andauernde „Spurts“ zu überwinden.

Das Wasserspiegelgefälle, welches sich zwischen Druckkammer und Sielauslauf aufbauen muss, um diese Fördermenge ableiten zu können, ist mit $I = 0,09\%$ bei hohen und $I = 0,19\%$ bei niedrigen Außenwasserständen vernachlässigbar gering; bei einer Siellänge von rd. 30 m entspricht dies einer Wasserspiegeldifferenz von unter 1 cm.

Angesichts dieser Ergebnisse ist festzustellen, dass durch die vorhandene Entwässerungspumpe eine ausreichende und zugleich überwindbare Leitströmung an der Eintrittsöffnung induziert wird. Eine Reduzierung der Förderleistung zum Ende des Entwässerungsvorgangs, wie beim Schöpfwerk Basbeck empfohlen, ist nicht notwendig.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

In Tabelle 6 wurde die Fließgeschwindigkeit für den Fischabstieg betrachtet. Die Leitströmung wird stromabwärts induziert und muss durch das geöffnete Hubschütz hindurch in Richtung Druckkammer wirken. Wie in 5.2.6 bereits erläutert, muss die Leitströmungsgeschwindigkeit dabei nicht zu hoch angesetzt werden. Eine Geschwindigkeit von $v = 0,10$ m/s am Druckkammereintritt – wie sie in norddeutschen Fließgewässern häufig anzutreffen ist – erscheint ausreichend, zumal die Fische keine Alternativen für die Abstiegswanderung vorfinden.

Fischabstieg: Leitströmung stromabwärts am geöffneten Hubschütz (Druckkammer), bei fester Öffnungshöhe von 0,50 m

Öffnungsweite		Höhendaten		Fließquerschnitt		Leitströmung	
b	h	Sohle	WSP	h_{WSP}	A_{WSP}	v	Q erf.
[m]	[m]	[m+NN]	[m+NN]	[m]	[m ²]	[m/s]	[m ³ /s]
2,00	2,00	-2,00	-1,05	0,50	1,00	0,05	0,050
			(SW _{Ein})			0,10	0,100
						0,15	0,150
						0,20	0,200
						0,25	0,250
						0,30	0,300
						0,50	0,500
						1,00	1,000

Tabelle 6: SW Große Rönne - Leitströmung, v und Q beim Fischabstieg

Bei der Sohlentiefe der Druckkammer von ca. NN -2,00 m und dem Einschaltwasserstand der Schöpfwerkspumpe von ca. NN -1,05 m (und darüber) wäre bei voller Öffnung der Durchflussquerschnitt zu groß bzw. die Fließgeschwindigkeit zu klein, so dass die Öffnungshöhe des Schützes auf 0,50 m begrenzt werden muss. Dieser Ansatz würde eine Pumpenleistung von $Q_p = 0,100$ m³/s erfordern.

Es wird empfohlen, in der Druckkammer eine Zusatzpumpe mit einer Förderleistung von $Q_p = 0,10$ m³/s zu installieren und diese vor einem Entwässerungsvorgang für $T = 15$ Minuten zu betreiben, um eine Leitströmung an der Eintrittsöffnung für den Fischabstieg zu induzieren.

Nähere Aufschlüsse zur Funktionalität könnte ein Probetrieb, z.B. mit einer mobilen (Feuerwehr-) Tauchpumpe und „fliegender“ Druckrohrleitung nach außendeichs, liefern. Dabei könnte die Steuerung der Pumpen und Schütze zunächst manuell erfolgen.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

6.2.7 Technische Umgestaltung und Konstruktion

Zur Herstellung der Fischdurchgängigkeit am Schöpfwerk Große Rönne gemäß der vorstehend beschriebenen Verfahrensweise wären folgende technische Einrichtungen im Bereich der Anlage vorzusehen bzw. nachzurüsten:

- Ausrüstung des vorhandenen Hubschützes mit einem steuerbaren und regelbaren Motorantrieb (Freilauf zwischen *Große Rönne* und Druckkammer);
- Dauerhafte Arretierung des in der Druckkammer vorhandenen Stemmtores;
- Installation einer Zusatzpumpe im Randbereich der Druckkammer (bzw. im Deichsiel) zur Erzeugung einer Leitströmung für den Fischabstieg, fischschonend aufgestellt bzw. mit Installation einer Fischechanlage, inkl. Druckrohrleitung nach außendeichs (alternativ: DRL weiter oberhalb in das Gewässer zurückführen);
- Nachrüstung der SPS-Steuerung durch Zusatzprogramme für den Fischauf- und Fischabstieg zwecks Steuerung und Regelung der Pumpenlaufzeit, der Öffnung des Hubschützes u.ä., Optimierung im Probetrieb;
- Ggf. Profilierung der Druckkammersohle, sofern das passive Verdrängen der Fische durch Hindernisse beeinträchtigt ist (vor Ort zu prüfen).

Diese Aufstellung zeigt, dass die notwendigen technischen Maßnahmen zwar nicht unerheblich sind, sie im Vergleich zu anderen Maßnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit an Fließgewässern jedoch überschaubar bleiben.

6.2.8 Wahrung der Nutzeransprüche

Bei dem vorgeschlagenen Betrieb des Schöpfwerks als Fischschleuse bleiben alle Nutzeransprüche grundsätzlich gewahrt. Die eigentliche Aufgabe des Schöpfwerks, nämlich das Absenken des Wasserstandes im binnendeichs liegenden Poldergebiet, wird in keiner Weise beeinträchtigt. Entwässerungsvorgänge haben stets Vorrang vor der Fischschleusung bzw. sind davon unabhängig.

Das zusätzliche Entleeren der Druckkammer und des Siellaufs nach binnen während eines Schleusungsvorganges wirkt sich auf den Wasserstand in der *Großen Rönne* kaum spürbar

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

aus. Kompensierend wird die zusätzliche Wassermenge zur Erzeugung der Leitströmung für den Fischabstieg teilweise wieder nach außen gefördert.

Auch der Hochwasserschutz wird nicht negativ beeinträchtigt. Zwei Verschlusselemente im Verlauf des Deichsiels bleiben erhalten, so dass die doppelte Deichsicherheit jederzeit gewährleistet bleibt.

6.2.9 Bau-, Betriebs- und Unterhaltungskosten

Für die vorbeschriebene Vorzugslösung wurden die anfallenden Bau-, Betriebs- und Unterhaltungskosten in Anhang B-2 ermittelt. Danach ist mit folgenden Kosten zu rechnen:

- Baukosten:

Die Baukosten der vorgenannten technischen Einrichtungen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit wurden mit rd. 71.000,-- € brutto ermittelt.

Darin nicht enthalten sind Planungs- und sonstige Nebenkosten.

- Betriebskosten:

Primär muss das Volumen der Druckkammer einschließlich des Deichsiels, welches beim Fischaufstieg nach binnen entleert wird, erneut nach außen gehoben werden, wodurch zusätzliche Betriebskosten für die Schöpfwerkspumpe anfallen. Laut Anhang B-2 betragen diese Förderkosten nur 0,35 € pro Fischaufstieg.

Beim Fischabstieg fallen nur durch den 15-minütigen Betrieb der Zusatzpumpe zusätzliche Stromkosten an. Diese betragen laut Anhang B-2 etwa 0,55 € pro Fischabstieg.

Bei täglich 3-maligem Fischauf- und Fischabstieg – was zunächst als ausreichend bewertet wird – wurden die jährlichen Betriebskosten laut Anhang B-2 mit rd. 1.100,-- €/a errechnet. Führt man die Schleusung noch öfter am Tag durch, erhöhen sich die laufenden Kosten entsprechend der zusätzlichen Anzahl.

Im Vergleich mit den durchschnittlichen jährlichen Stromkosten, die sich bei mittlerem Wasseranfall zu rd. 12.000 €/a ergeben, beträgt der zusätzlich zu tragende Energieaufwand für die Fischdurchgängigkeit etwa 10%.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

- **Unterhaltungskosten:**

Die Wartung und Unterhaltung der zusätzlichen technischen Einrichtungen ist mit finanziellem und personellem Aufwand verbunden. Nach Anhang B-2 wurde hierfür ein zusätzlicher jährlicher Unterhaltungsaufwand in Höhe von rd. 600,00 €/a kalkuliert. Angesetzt wurden übliche Prozentsätze mit Bezug auf die Investitionskosten der einzelnen Anlagenteile.

Überschlägig muss für die Umrüstung von Schöpfwerken zur Herstellung der Fischdurchgängigkeit nach vorstehendem Prinzip mit Investitionskosten in Höhe von rd. 71.000,- € und mit laufenden Kosten in Höhe von rd. 1.700,-- €/a gerechnet werden.

6.3 Andere Lösungsansätze

Prinzipiell wären zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit des Schöpfwerks Große Rönne die gleichen Lösungsansätze denkbar wie beim Schöpfwerk Basbeck beschrieben:

- Fischschonende Schöpfwerkspumpen,
- Fischschleuse in aufgelöster Bauweise,
- Fischaufzug nach KNOLL [6].

Die Beschreibung der verschiedenen Optionen wird an dieser Stelle nicht wiederholt. Es wird auf Kapitel 5.3 verwiesen.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

7 Durchgängigkeit des Schöpfwerks Rübke

7.1 Bestehende Situation

7.1.1 Wasserwirtschaftliche Verhältnisse

Das Schöpfwerk Rübke liegt nördlich von Buxtehude an der rechtsseitigen Mündung der *Landwettern* in die *Este* (vgl. Abb. 6). Die rd. 4,5 km lange *Landwettern* erstreckt sich in östlicher Richtung und ist als typisches „Gewässer der Marschen“ zu charakterisieren. Geprägt ist das rd. 13 km² große Einzugsgebiet zwischen Buxtehude, Rübke und Neu-Wulmstorf von landwirtschaftlicher Grünlandnutzung. Um die Bahnlinie herum schließt sich der Moorgürtel an, und im südlichen Bereich zur B 73 wird der Geestrücken angeschnitten.

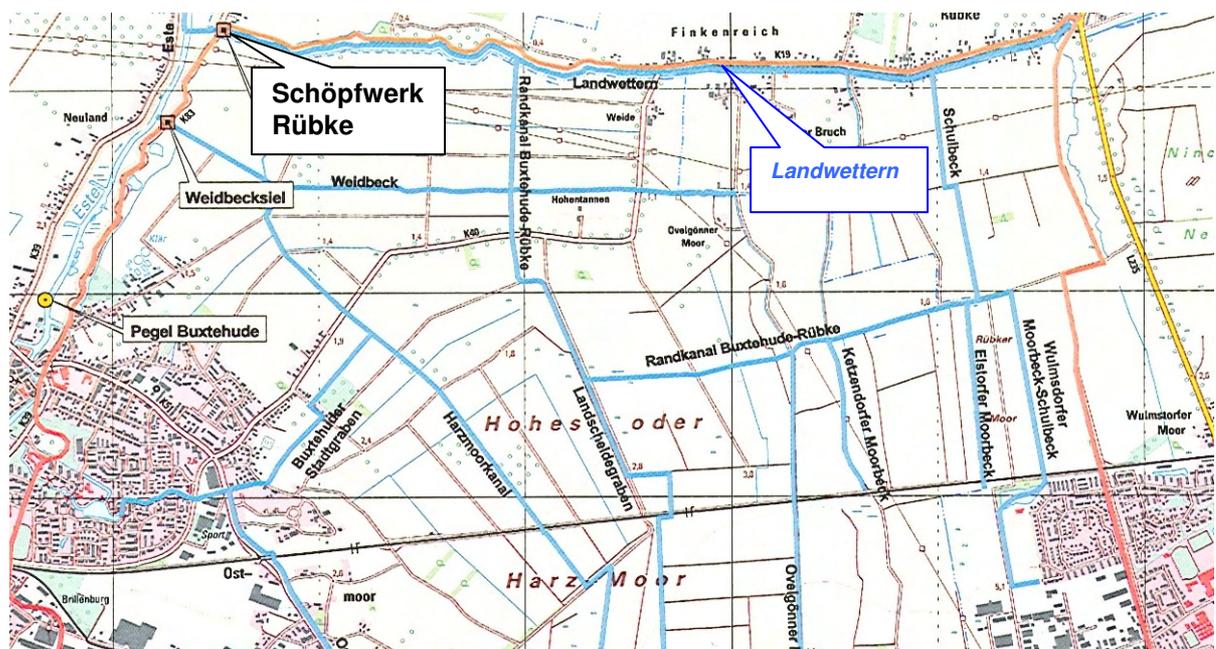


Abb. 6: Lage des Schöpfwerks Rübke

Nach dem aktuellen C-Bericht zur EU-Wasserrahmenrichtlinie [11] wird die *Landwettern* wie folgt klassifiziert bzw. eingestuft:

- Gebietskennzahl: 595896
- Gewässertyp: 22.1 – Gewässer der Marschen
- Strukturgüte: 1. km-Abschnitt ab Este Klasse 6 (sehr stark verändert), die nächsten 4 km-Abschnitte Klasse 5 (stark verändert)
- Gewässergüte: Klasse II-III (kritisch belastet)

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fishdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

- Kategorie: Erheblich veränderter Wasserkörper (HMWB)
- Bewertung nach WRRL: Unbefriedigendes ökologisches Potenzial
 - Saprobie: mäßig
 - Makrophyten: unbefriedigend
 - Fische: unbefriedigend

Die gewässerkundlichen Hauptwerte am Schöpfwerk Rübke wurden aus den Regionalisierungsansätzen nach [14] sowie aus [12] und [13] entnommen und übertragen. Für die Region lassen sich die anfallenden Abflussmengen wie folgt herleiten:

- $MNq = 5,6 \text{ l/(sxkm}^2) \times 13,0 \text{ km}^2 \Rightarrow MNQ = 75 \text{ l/s}$
- $Mq = 9,5 \text{ l/(sxkm}^2) \times 13,0 \text{ km}^2 \Rightarrow MQ = 125 \text{ l/s}$
- $MHq = 42,4 \text{ l/(sxkm}^2) \times 13,0 \text{ km}^2 \Rightarrow MHQ = 550 \text{ l/s}$

Innerhalb des gepolderten¹ Einzugsgebietes wird der Wasserstand künstlich auf einem niedrigen Niveau gehalten, um die Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Nutzflächen zu gewährleisten. Dagegen unterliegt die *Este* im Planungsraum einem – wenn auch gedämpften – Tideeinfluss. Die Wasserstandsverhältnisse stellen sich wie folgt dar:

- Binnendeichs:

MW Polder =	ca. NN -0,50 m (Sommer)
MW Polder =	ca. NN -1,00 m (Winter)
Max. WSP =	ca. NN +0,30 m
Min. WSP =	ca. NN -1,70 m (Trockenlaufschutz)
- Außendeichs:

MThw Este =	ca. NN +1,82 m
MW Este =	ca. NN +0,75 m
MTnw Este =	ca. NN -0,32 m

(Angaben Pegel Buxtehude, nach [13])

Angesichts dieser Wasserstandsverhältnisse wird deutlich, dass die Entwässerung in der Regel über das Schöpfwerk erfolgen muss. Geschöpft wird ausschließlich nachts, um vorzugsweise den günstigeren „Nachtstrom“ nutzen zu können.

¹ (Anm.: Der Begriff „Polder“ wird in dieser Studie allgemein für künstlich entwässerte Gebiete verwendet, und zwar unabhängig davon, ob es sich um eine 1-stufige oder eine 2-stufige Entwässerung handelt)

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Bestimmte Konstellationen (hoher Binnenpegel und Tideniedrigwasser in der *Este*) lassen jedoch auch eine Entwässerung im Sielbetrieb zu. Nach Auswertung vorliegender Pegelganglinien [13] für den Zeitraum von 1974 bis 2008 werden bei rd. 30% aller Tiden - zumindest für kurze Zeit - Niedrigwasserstände unter NN -0,40 m erreicht, bei denen eine Sielentwässerung temporär möglich scheint. Allerdings sind auch Jahre darunter, in denen solche niedrigen Tiden überhaupt nicht vorkommen.

Da der bauliche Zustand der Absperrvorrichtung (Hubschütz) am schöpferwerkseigenen Freilaufsiel leider nicht optimal ist, übernimmt in diesen Fällen meist das Sielbauwerk am *Weidbeck* dessen Funktion. Dieses Gewässer steht mit der *Landwettern* in hydraulischer Verbindung und mündet nur wenige hundert Meter weit oberhalb (d.h. südlich) in die *Este*. Tritt die günstige Wasserstandskonstellation ein, öffnen die dort vorhandenen Stemmtore selbsttätig; eine Steuerung oder Regelung des Durchflusses erfolgt nicht.

Nach Angaben des UHV Altes Land und des örtlichen Wasser- und Bodenverbandes können keine höheren Polderwasserstände gefahren werden, weil die vorhandenen Freiborde nur gering sind und es ansonsten zu großflächigen Vernässungen käme (vgl. Anlagen 1.2 und 2.3).

Wegen der entgegengesetzten Wasserstände muss die Lockströmung für Fische künstlich und aktiv gegen das bestehende Wasserspiegelgefälle erzeugt werden. „Natürliche“ Lockströmungen vom Ober- ins Unterwasser sind ausgeschlossen. Es erscheint zwingend, dass die Fische allein durch technische Einrichtungen auf die jeweils andere Seite verbracht werden können (vgl. auch KNOLL [6]).

7.1.2 Ökologische Verhältnisse

Nach der Fischfaunistischen Referenzerstellung für Niedersachsen [5] ist die *Landwettern* dem Naturraum „Watten und Marschen“ zuzuordnen. Sie gehört damit zu den „Fließgewässern des Tieflandes“ (ebd.), die wiederum in zehn sogenannte „Fischregionen“ unterteilt werden.

Die *Landwettern* ist danach der Fischregion „Güster-Rotfeder“ zuzuordnen. Diese namensgebenden Fischarten sollen typischerweise eine hohe Populationsdichte aufweisen und das natürliche Vorkommen im untersuchten Gewässer repräsentieren. Als besonders charakteristisch für diese Fischregion gelten neben den namensgebenden Arten auch Karausche,

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Schleie und Hecht. Daneben kommen typischerweise auch Fische wie Aal, Brassen, Dreistacheliger Stichling, Flussbarsch, Moderlieschen, Rotauge und Schleie in dieser Fischregion vor.

Wie in Anhang A dargestellt, wird das Fischarteninventar in der *Landwettern* tatsächlich von Aland, Brasse und Flussbarsch dominiert. Aber auch Rotauge, Gründling, Steinbeißer, Aal und einige andere der aufgeführten Arten wurden im Rahmen durchgeführter Befischungen nachgewiesen.

Das fischbiologische Potenzial der *Este* wird als „gut“ bewertet. Dies sollte ein besonderer Anreiz sein, die Wanderungshindernisse aufzuheben und auch die Nebengewässer wie die *Landwettern* für das Artenspektrum nutzbar zu machen.

7.1.3 Bauwerks- und Konstruktionsdaten

Das Schöpfwerk Rübke ähnelt in seiner baulichen Konstruktion dem Schöpfwerk Basbeck. In den 1930`er Jahren erbaut, wurde auch diese Anlage in den vergangenen Jahrzehnten mehrfach erneuert und automatisiert. Erst vor wenigen Jahren wurden beide Schöpfwerkspumpen erneuert. Es sind zwei unterschiedlich aufgestellte Propellerpumpen vorhanden, nämlich eine trocken aufgestellte Pumpe und eine Tauchmotorpumpe. Beide weisen die gleiche Förderleistung auf.



Abb. 7: Schöpfwerk Rübke, binnenseitiger Zulauf und Blick vom Deich nach außen

Das Schöpfwerk ist binnenseitig mit einem Pumpengebäude ausgestattet, in dem die Schaltanlage und der trocken aufgestellte Elektromotor einer der Hochleistungs-Propellerpumpen untergebracht sind. Vor der geschlossenen Pumpenkammer des Schöpfwerks ist eine automatisierte Rechenanlage mit einem Stababstand von rd. 7 cm montiert. Die anfallenden Was-

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

sermengen werden über die beiden Hochleistungspumpen – wobei die zweite Pumpe nur im Bedarfsfall anspringt – und daran angeschlossene, relativ kurze Druckstutzen mit Rückschlagklappe zunächst in eine offene, gemauerte Druckkammer gehoben. Zu dieser Druckkammer hin besteht außerdem eine Freilauföffnung, die mittels eines motorbetriebenen Hubschützes kammerseitig verschließbar ist. Wie bereits erwähnt, ist das Hubschütz zurzeit außer Betrieb, so dass die Freilauföffnung in der Regel nicht genutzt wird. Zur Reparatur des Schützes bestand bislang allerdings auch kein Bedarf.

Sobald in der Druckkammer ein ausreichend hoher Wasserstand erreicht ist, entwässert die Kammer per Druckgefälle über das angeschlossene Deichsiel in die *Este*. Das Deichsiel ist als gemauerter Gewölbedurchlass konzipiert und weist einen Querschnitt von ca. 2,5 x 2,5 m bei einer Länge von rd. 25 m auf. Außendeichs verhindert eine selbsttätig öffnende Freilaufklappe mit daran angebrachten Auftriebskörpern den Rückfluss des Estewassers in die Druckkammer. Die Klappe kann auch per Hand über ein Seilgewinde geöffnet und bei Bedarf arretiert werden, um z.B. einen Wasserzulauf zu ermöglichen. Stemmtore sind nicht vorhanden.

Die Schöpfwerksleistung beträgt $Q_P = 2 \times 3,0 = 6,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Während der Förderstrom relativ groß ist, können mit den Propellerpumpen wie bei fast allen Polderschöpfwerken nur relativ geringe Förderhöhen überwunden werden.

7.1.4 Steuerung und Dauer der Pumpvorgänge

Bezogen auf das Einzugsgebiet ist das Schöpfwerk Rübke auf eine Bemessungsabflussspende von $q_{SW} = 6.000 \text{ l/s} / 13 \text{ km}^2 = 460 \text{ l}/(\text{sxkm}^2) = 4,6 \text{ l}/(\text{sxha})$ ausgelegt. Geht man davon aus, dass im Normalfall nur eine Pumpe die Entwässerung sicherstellt und die Pumpen im Wechselbetrieb schalten, beträgt die Bemessungsabflussspende $2,3 \text{ l}/(\text{sxha})$; sie liegt damit im ortsüblichen Bereich.

Gesteuert werden die Entwässerungsvorgänge über eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS). Geschöpft wird fast ausschließlich nachts, um so den preisgünstigeren Nachtstrom nutzen zu können. Ansonsten reagiert die SPS pegelabhängig, wobei ausschließlich der Binnenwasserstand berücksichtigt wird. Ein Außenpegel ist nicht vorhanden, so dass ggf. auch gegen höhere Außenwasserstände gepumpt wird.

Die tägliche Pumpdauer des Schöpfwerks bei niedrigem, mittlerem und hohem Wasseranfall lässt sich wie folgt bestimmen (Betrieb *einer* Pumpe):

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

- D_{QP} bei MNQ: 75 l/s = 6.480 m³/d / 10.800 m³/h = 0,60 h/d
- D_{QP} bei MQ: 125 l/s = 10.800 m³/d / 10.800 m³/h = 1,00 h/d
- D_{QP} bei MHQ: 550 l/s = 47.520 m³/d / 10.800 m³/h = 4,40 h/d

Nähere Angaben des UHV Altes Land zur Anzahl und Dauer der Pumpvorgänge liegen leider nicht vor, weil die Daten nicht aufgezeichnet werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass bei geringem bis mittleren Wasseranfall nur 1 bis 2, bei hohem Wasseranfall auch 3 bis 4 Pumpvorgänge pro Tag durchgeführt werden. Diese finden überwiegend in den Nachtstunden statt, nur im absoluten Bedarfsfall wird auch tagsüber gepumpt.

7.1.5 Bewertung der Durchgängigkeit

Im heutigen Ausbauzustand ist das Schöpfwerk Rübke als nicht fischdurchgängig zu bewerten. Ein stromaufwärts gerichteter Wasserzulauf von der *Este* in die *Landwettern* findet wegen fehlenden Bedarfes in der Landwirtschaft faktisch nicht statt. Stromabwärts erfolgt der Wassertransport überwiegend im Pumpbetrieb. Nur bei günstigen Wasserstandsverhältnissen (niedrige Tiden) könnte die Entwässerung auch im Freigefälle erfolgen, wobei dann das weiter südlich gelegene Weidbecksiel in Funktion tritt, weil das am Schöpfwerk vorhandene Hubschütz wegen baulicher Mängel nicht funktionstüchtig ist.

Jedoch ist auch die Durchgängigkeit des Weidbecksieles nur eingeschränkt gegeben, wenn man bedenkt, dass in weniger als 40% aller Tiden ausreichend niedrige Wasserstände eintreten und selbst in solchen Fällen die verfügbare Sielzugzeit sehr kurz ist.

Insgesamt scheint lediglich ein sehr seltener Austausch von Fischen und anderen Wasserorganismen möglich.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

7.2 Vorzugslösung zur Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit

7.2.1 Fischschleuse als Funktionsprinzip

Ähnlich wie beim Schöpfwerk Basbeck, bietet sich auch hier die vorhandene, offene Druckkammer des Schöpfwerks - dem Prinzip einer Fischschleuse folgend - zur Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit an. Bei diesem Ansatz sind relativ geringe bauliche Eingriffe in den Bestand erforderlich.

Wie unter 5.2.2 beschrieben, fungiert die vorhandene Druckkammer als Schleusenkammer. Durch das Pumpen bzw. durch bedarfsgerechtes Öffnen und Schließen von ober- und unterwasserseitig angeordneten Verschlüssen wird die Druckkammer wechselseitig mit Wasser gefüllt und wieder entleert. Auf diese Weise entsteht jeweils eine durchgängige Anbindung an das Ober- bzw. an das Unterwasser. Die durch eine künstlich induzierte Leitströmung in die Kammer gelockten Fische können ihre Wanderung im Gewässer fortsetzen, bzw. werden passiv aus der Druckkammer verdrängt.

Der Betrieb des Schöpfwerks als Fischschleuse ist nur außerhalb der Phasen des Entwässerungsbetriebes vorgesehen. Das Funktionsprinzip kann sowohl für den Fischauf- als auch für den Fischabstieg angewendet werden.

Für den Fischabstieg muss als Anreiz für das Einschwimmen in die Kammer eine zusätzliche Pumpe montiert werden, die eine Lockströmung für die Fischfauna erzeugt. Diese Pumpe wird im Oberwasser, d.h. binnenseitig in der offenen Druckkammer, montiert.

Der genaue Ablauf wurde bereits unter Kapitel 5.2 ausführlich beschrieben. Auf eine Wiederholung aller Grundlagen wird verzichtet, im Folgenden werden lediglich örtliche Besonderheiten und die spezifischen hydraulischen und baulichen Gegebenheiten näher erläutert.

7.2.2 Fischaufstieg

Anders als beim Schöpfwerk Basbeck wird die Phase des Fischaufstiegs beim Schöpfwerk Rübke nicht *nach*, sondern *parallel* zu einem beginnenden Entwässerungsvorgang eingeleitet. Durch die große Entwässerungspumpe wird außendeichs eine ausreichend große und wahrnehmbare Lockströmung induziert, die allerdings – im Unterschied zum Schöpfwerk Basbeck – wegen der gemäßigten Fließgeschwindigkeiten für die aufstiegswilligen Fische überwindbar

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

ist. Das gesamte Fischartenspektrum ist während des gesamten Entwässerungsvorgangs in der Lage, unmittelbar in das Deichsiel und bis in die Druckkammer einzuschwimmen.

Nach Beendigung des Pumpvorgangs wird das binnenseitig in der Druckkammer vorhandene Hubschütz – welches im konkreten Fall instandgesetzt werden muss – langsam geöffnet, so dass sich der Inhalt der Druckkammer mitsamt der darin befindlichen Fische in die *Landwettern* entleert und die Fische im Gewässer weiter aufsteigen können. Mit fallendem Wasserstand in der Druckkammer schließt außendeichs die Freilaufklappe, so dass kein Estewasser nachlaufen kann.

Ansonsten ergibt sich während des Fischaufstiegs der gleiche Verfahrensablauf wie unter 5.2.3 beschrieben, zudem wird auf Anlage 3 verwiesen.

Optimiert werden könnte die ökologische Durchgängigkeit außerdem durch die Kombination des instandgesetzten Hubschützes mit einer Pegelsteuerung mit dem Ziel, bei niedrigen Tiden eine Sielentwässerung mit freier Durchgängigkeit in beide Richtungen zu ermöglichen. Ein durchgängiges Gewässerkontinuum stellt in jedem Fall die beste Variante in Hinblick auf die ökologische Durchgängigkeit dar. Auch für die benthische Fauna könnte auf diese Weise ein gewisser Grad an Durchgängigkeit geschaffen werden.

7.2.3 Fischabstieg

Die Phase des Fischabstiegs wird wiederum *vor* einem notwendigen Entwässerungsvorgang eingeleitet, damit die abstiegswilligen Fische nicht durch die Entwässerungspumpe in die Pumpenkammer gesogen werden. Die Leitströmung beim Fischabstieg ist naturgemäß stromabwärts gerichtet, sie muss wiederum gegen das bestehende Wasserspiegelgefälle künstlich erzeugt werden.

Wie beim Schöpfwerk Basbeck sollen die Fische über das geöffnete, binnenseitige Hubschütz bei niedrigem Wasserstand in die Druckkammer einschwimmen. Als Anreiz hierfür ist eine Leitströmung erforderlich, die mithilfe einer Zusatzpumpe erzeugt wird. Die Zusatzpumpe wird in der offenen Druckkammer angeordnet und fördert Wasser aus der Druckkammer über eine separate Druckrohrleitung nach außendeichs. Sollte eine Deichquerung nicht möglich oder zu aufwändig sein, kann die DRL alternativ auch etwas weiter oberhalb in das Gewässer zurückgeleitet werden. Bei dem Pumpvorgang entsteht eine leichte, stromabwärts gerichtete Strömung, wie sie in natürlichen Fließgewässern stattfindet; diese weist abstiegswilligen Fischen

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

den Weg durch das offene Schütz in die Druckkammer. Die Zusatzpumpe selbst muss baulich so konstruiert werden, dass eine Verletzungsgefahr für die Fische ausgeschlossen werden kann. In Anbetracht der geringen Förderleistung kommen hierfür eine feinmaschige Gitterrostabdeckung oder eine individuell angepasste, elektrische Scheuchanlage in Frage.

Nach einer definierten Leitströmungsphase werden das Hubschütz langsam geschlossen und die Fische damit separiert. Anschließend setzt der Entwässerungsvorgang ein, bei dem die Druckkammer über die große Entwässerungspumpe mit Wasser gefüllt wird. Die bereits darin befindlichen Fische werden mit steigendem Wasserstand in das Deichsiel und schließlich in die *Eeste* verdrängt bzw. können aktiv in das Unterwasser absteigen.

Ansonsten ergibt sich während des Fischabstiegs der gleiche Verfahrensablauf wie unter 5.2.4 beschrieben, zudem wird auf Anlage 4 verwiesen.

An den hier beschriebenen Fischabstieg kann sich theoretisch ein Fischaufstiegsvorgang unmittelbar anschließen. Die äußeren Rahmenbedingungen hierzu (laufender Entwässerungsvorgang) sind gegeben.

7.2.4 Betriebsablauf und zeitliche Steuerung

Die Dauer des Schleusungsvorgangs für den Fischaufstieg ist an die Entwässerung gekoppelt. Da die Pumphasen in der Regel länger als 15 Minuten andauern, ist ein ausreichendes Zeitfenster für den Fischaufstieg gegeben. Hinsichtlich des Fischabstieges wird die Dauer des Schleusungsvorganges bzw. die Dauer der zu erzeugenden Leitströmung analog zum Schöpfwerk Basbeck auf $T = 15$ Minuten begrenzt.

Ein Schleusungsvorgang ist mindestens ein Mal täglich durchzuführen; mit zunehmender Anzahl der Schleusungen würde sich jedoch die Funktionalität der Anlage deutlich verbessern lassen. Insofern bietet es sich an, die Fischschleusung an die Polderentwässerung zu koppeln und *jeden* Entwässerungsvorgang zu nutzen.

Des Weiteren sollte die zeitliche Verteilung der Entwässerung auf die Tagstunden ausgeweitet werden, um die Fischwanderung nicht auf die nacht- und dämmerungsaktiven Arten zu beschränken. Die entstehenden Mehrkosten für den um rd. 5 ct/kWh teureren Strom – bei einer jährlichen Strommenge von überschlägig 150.000 kWh – sind auf den ersten Blick nicht unerheblich, scheinen jedoch vertretbar, wenn man berücksichtigt, dass nur zu einem gewissen

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Anteil auch tagsüber geschöpft werden soll. Falls dennoch eine Kompensation dieser Mehrkosten gefordert wird, könnte die Entwässerung in Abhängigkeit von den Außenwasserständen gesteuert werden. Hierzu ist ein Außenpegel erforderlich, der in die SPS integriert wird und nur bei niedrigen Außenwasserständen eine Entwässerung zulässt. Sinkt die Förderhöhe der Pumpe bei Tideniedrigwasser beispielsweise von 4 m auf 2 m ab, so verringert sich die Stromaufnahme um rd. ein Drittel. Mithilfe einer solchen Pegelsteuerung ließen sich die Stromkosten entsprechend senken.

Angesichts der bestehenden Unwägbarkeiten sollte die Effektivität verschiedener Betriebsabläufe und Schaltphasen im Rahmen eines Probetriebes überprüft werden. Dabei könnte die Funktion der Anlage optimiert und die Einstellungen – wie z.B. die Anzahl der Schleusungen pro Tag – könnten ggf. modifiziert werden. Gerade vor dem Hintergrund, dass zwar keine Erfahrungswerte vorliegen, die vorliegende Studie aber Modellcharakter für den gesamten Küstenraum haben soll, erscheint eine solche Funktionskontrolle hilfreich und unverzichtbar.

Um erste Hinweise auf die Funktionalität des Systems zu erlangen, scheint es unter Umständen zweckmäßig, bereits unter den heutigen baulichen Gegebenheiten einen manuell gesteuerten und überwachten Probelauf für den Fischaufstieg durchzuführen. Hierzu müsste allerdings das Hubschütz in der Druckkammer instand gesetzt werden.

7.2.5 Hydraulische Anforderungen

Die hydraulischen Anforderungen an die Fischdurchgängigkeit beziehen sich in erster Linie auf die Geschwindigkeit der Lockströmungen. Es müssen ausreichende, d.h. für die Fische wahrnehmbare, gleichzeitig aber überwindbare Fließgeschwindigkeiten erzeugt werden. Hintergründe zu den notwendigen Fließgeschwindigkeiten wurden unter Kapitel 5.2.6 bereits erläutert. Im Rahmen der vorliegenden Studie wird die erforderliche Pumpenleistung ermittelt, die für die Erzeugung einer adäquaten Leitströmung erforderlich ist.

Für alle nachstehenden hydraulischen Nachweise gilt, dass nicht alle äußeren Rahmenbedingungen konkret bekannt waren. Ggf. müssen die Annahmen im Rahmen nachfolgender Planungsschritte z.B. durch örtliche Vermessungen verifiziert werden. Für den vorliegenden Rahmenentwurf und die Abschätzung der Machbarkeit dürften die Resultate jedoch eine ausreichende Genauigkeit aufweisen.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

In der nachstehenden Tabelle 7 wurde zunächst die Fließgeschwindigkeit für den Fischaufstieg betrachtet. Die Leitströmung wird stromabwärts induziert und muss durch das Deichsiel und die geöffnete Freilaufklappe hindurch wirken; gleichzeitig sind verschiedene, tidebedingte Außenwasserstände zu berücksichtigen.

Fischaufstieg: Leitströmung stromabwärts durch geöffnete Freilaufklappe (Deichsiel), bei verschiedenen Außenwasserständen (MTHw / MW / MTNw)

	Öffnungsweite		Höhendaten		Fließquerschnitt		Leitströmung	
	b	h	Sohle	WSP	h_{WSP}	A_{WSP}	v	Q erf.
	[m]	[m]	[m+NN]	[m+NN]	[m]	[m ²]	[m/s]	[m ³ /s]
MTHw	2,50	2,50	-2,00	1,82 (MTHw)	2,50	6,25	0,10	0,625
							0,20	1,250
							0,30	1,875
							0,40	2,500
							0,48	3,000
0,50	3,125							
MW	2,50	2,50	-2,00	0,75 (MW)	2,50	6,25	0,10	0,625
							0,20	1,250
							0,30	1,875
							0,40	2,500
							0,48	3,000
0,50	3,125							
MTNw	2,50	2,50	-2,00	-0,32 (MTNw)	1,68	4,20	0,30	1,260
							0,40	1,680
							0,50	2,100
							0,60	2,520
							0,70	2,940
							0,71	3,000
							0,80	3,360

Tabelle 7: SW Rübke - Leitströmung, v und Q beim Fischaufstieg

Wie die Tabelle zeigt, ist bei einem Entwässerungsvorgang mit normaler Pumpenleistung ($Q_P = 3,000 \text{ m}^3/\text{s}$) und hohen bis mittleren Außenwasserständen (vollgefüllter Sielquerschnitt) mit einer Strömungsgeschwindigkeit von ca. $v = 0,48 \text{ m/s}$ am Sielauslauf zu rechnen. Diese ist für die meisten Fische des maßgebenden Artenspektrums überwindbar. Bei Niedrigwasserständen und Teilfüllung des Deichsiels liegt die resultierende Durchflussgeschwindigkeit mit $v = 0,71 \text{ m/s}$ zwar darüber, allerdings stellt auch diese Fließgeschwindigkeit noch kein unüberwindbares Hindernis dar.

Sollte die Freilaufklappe nicht vollständig geöffnet sein, treten wegen der damit verbundenen Verkleinerung des Austrittsquerschnitts kurzzeitig höhere Spitzenfließgeschwindigkeiten auf. Fische sind jedoch in der Lage, solche lokalen Strömungen durch energiezehrende, nur wenige Sekunden andauernde „Spurts“ zu überwinden.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Das Wasserspiegelgefälle, welches sich zwischen Druckkammer und Sielauslauf aufbauen muss, um diese Fördermenge ableiten zu können, ist mit $I = 0,06\text{‰}$ bei hohen und $I = 0,16\text{‰}$ bei niedrigen Außenwasserständen vernachlässigbar gering; bei einer Siellänge von rd. 25 m entspricht dies einer Wasserspiegeldifferenz von unter 1 cm.

Angesichts dieser Ergebnisse ist festzustellen, dass durch die vorhandene Entwässerungspumpe eine ausreichende und zugleich überwindbare Leitströmung an der Eintrittsöffnung induziert wird. Eine Reduzierung der Förderleistung zum Ende des Entwässerungsvorgangs ist nicht notwendig.

In Tabelle 8 wurde die Fließgeschwindigkeit für den Fischabstieg betrachtet. Die Leitströmung wird stromabwärts induziert und muss durch das geöffnete Hubschütz hindurch in Richtung Druckkammer wirken. Wie in 5.2.6 bereits erläutert, muss die Leitströmungsgeschwindigkeit dabei nicht zu hoch angesetzt werden. Eine Geschwindigkeit von $v = 0,10 \text{ m/s}$ am Druckkammereintritt – wie sie in norddeutschen Fließgewässern häufig anzutreffen ist – erscheint ausreichend, zumal die Fische keine Alternativen für die Abstiegswanderung vorfinden.

Fischabstieg: Leitströmung stromabwärts durch geöffnetes Hubschütz (Druckkammer), bei fester Öffnungshöhe von 0,50 m

Öffnungsweite		Höhendaten		Fließquerschnitt		Leitströmung	
b	h	Sohle	WSP	h_{WSP}	A_{WSP}	v	Q erf.
[m]	[m]	[m+NN]	[m+NN]	[m]	[m ²]	[m/s]	[m ³ /s]
2,00	2,50	-2,00	-0,50	0,50	1,00	0,05	0,050
			(SW _{Ein})			0,10	0,100
						0,15	0,150
						0,20	0,200
						0,25	0,250
						0,30	0,300
						0,50	0,500
						1,00	1,000

Tabelle 8: SW Rübke - Leitströmung, v und Q beim Fischabstieg

Bei der Sohlentiefe der Druckkammer von ca. NN -2,00 m und dem Einschaltwasserstand der Schöpfwerkspumpe von ca. NN -0,50 m (und darüber) wäre bei voller Öffnung der Durchflussquerschnitt zu groß bzw. die Fließgeschwindigkeit zu klein, so dass die Öffnungshöhe des Schützes auf 0,50 m begrenzt werden muss. Dieser Ansatz erfordert eine Pumpenleistung von $Q_P = 0,100 \text{ m}^3/\text{s}$.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Es wird empfohlen, in der Druckkammer eine Zusatzpumpe mit einer Förderleistung von $Q_p = 0,10 \text{ m}^3/\text{s}$ zu installieren und diese vor einem Entwässerungsvorgang für $T = 15$ Minuten zu betreiben, um eine Leitströmung an der Eintrittsöffnung für den Fischabstieg zu induzieren.

Nähere Aufschlüsse zur Funktionalität könnte ein Probetrieb, z.B. mit einer mobilen (Feuerwehr-) Tauchpumpe und „fliegender“ Druckrohrleitung nach außendeichs, liefern. Dabei könnte die Steuerung der Pumpen und Schütze zunächst manuell erfolgen.

7.2.6 Technische Umgestaltung und Konstruktion

Zur Herstellung der Fischdurchgängigkeit am Schöpfwerk Rübke gemäß der vorstehend beschriebenen Verfahrensweise wären folgende technische Einrichtungen im Bereich der Anlage vorzusehen bzw. nachzurüsten:

- Instandsetzung des vorhandenen Hubschützes (Freilauf zwischen Landwettern und Druckkammer);
- Installation einer Zusatzpumpe in der Druckkammer (bzw. im Deichsiel) zur Erzeugung einer Leitströmung für den Fischabstieg, fischschonend aufgestellt bzw. mit Installation einer Fischechanlage, einschl. Druckrohrleitung nach außendeichs (alternativ: DRL weiter oberhalb in das Gewässer zurückführen);
- Nachrüstung der SPS-Steuerung durch Zusatzprogramme für den Fischauf- und Fischabstieg zwecks Steuerung und Regelung der Pumpenlaufzeit, der Öffnung des Hubschützes u.ä., Optimierung im Probetrieb;
- Ggf. Profilierung der Druckkammersohle, sofern das passive Verdrängen der Fische durch Hindernisse beeinträchtigt ist (vor Ort zu prüfen).

Diese Aufstellung zeigt, dass die notwendigen technischen Maßnahmen zwar nicht unerheblich sind, sie im Vergleich zu anderen Maßnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit an Fließgewässern jedoch überschaubar bleiben.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

7.2.7 Wahrung der Nutzeransprüche

Bei dem vorgeschlagenen Betrieb des Schöpfwerks als Fischschleuse bleiben alle Nutzeransprüche grundsätzlich gewahrt. Die eigentliche Aufgabe des Schöpfwerks, nämlich das Absenken des Wasserstandes im binnendeichs liegenden Poldergebiet, wird in keiner Weise beeinträchtigt. Entwässerungsvorgänge haben stets Vorrang vor der Fischschleusung bzw. sind davon unabhängig.

Das zusätzliche Entleeren der Druckkammer und des Siellaufs nach binnen während eines Schleusungsvorganges wirkt sich auf den Wasserstand in der *Landwettern* kaum spürbar aus. Kompensierend wird die zusätzliche Wassermenge zur Erzeugung der Leitströmung für den Fischabstieg teilweise wieder nach außen gefördert.

Auch der Hochwasserschutz wird nicht negativ beeinträchtigt. Zwei Verschlusselemente im Verlauf des Deichsiels bleiben erhalten, so dass die doppelte Deichsicherheit jederzeit gewährleistet bleibt.

7.2.8 Bau-, Betriebs- und Unterhaltungskosten

Für die vorbeschriebene Vorzugslösung wurden die anfallenden Bau-, Betriebs- und Unterhaltungskosten in Anhang B-3 ermittelt. Danach ist mit folgenden Kosten zu rechnen:

- **Baukosten:**

Die Baukosten der vorgenannten technischen Einrichtungen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit wurden mit rd. 65.000,-- € brutto ermittelt.

Darin nicht enthalten sind Planungs- und sonstige Nebenkosten.

- **Betriebskosten:**

Primär muss das Volumen der Druckkammer einschließlich des Deichsiels, welches beim Fischaufstieg nach binnen entleert wird, erneut nach außen gehoben werden, wodurch zusätzliche Betriebskosten für die Schöpfwerkspumpe anfallen. Laut Anhang B-3 betragen diese Förderkosten rd. 0,60 € pro Fischaufstieg.

Beim Fischabstieg fallen nur durch den 15-minütigen Betrieb der Zusatzpumpe zusätzliche Stromkosten an. Diese betragen laut Anhang B-3 etwa 0,55 € pro Fischabstieg.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Bei täglich 3-maligem Fischauf- und Fischabstieg – was zunächst als ausreichend bewertet wird – wurden die jährlichen Betriebskosten laut Anhang B-3 mit rd. 1.400,-- €/a errechnet. Führt man die Schleusung noch öfter am Tag durch, erhöhen sich die laufenden Kosten entsprechend der zusätzlichen Anzahl.

Im Vergleich mit den durchschnittlichen jährlichen Stromkosten, die sich bei mittlerem Wasseranfall zu rd. 12.000 €/a ergeben, beträgt der zusätzlich zu tragende Energieaufwand für die Fischdurchgängigkeit etwa 10 bis 12%.

- **Unterhaltungskosten:**

Die Wartung und Unterhaltung der zusätzlichen technischen Einrichtungen ist mit finanziellem und personellem Aufwand verbunden. Nach Anhang B-3 wurde hierfür ein zusätzlicher jährlicher Unterhaltungsaufwand in Höhe von rd. 600,00 €/a kalkuliert. Angesetzt wurden übliche Prozentsätze mit Bezug auf die Investitionskosten der einzelnen Anlagenteile.

Überschlägig muss für die Umrüstung von Schöpfwerken zur Herstellung der Fischdurchgängigkeit nach vorstehendem Prinzip mit Investitionskosten in Höhe von rd. 65.000,- € und mit laufenden Kosten in Höhe von rd. 2.000,-- €/a gerechnet werden.

7.3 Andere Lösungsansätze

Prinzipiell wären zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit des Schöpfwerks Rübke die gleichen Lösungsansätze denkbar wie beim Schöpfwerk Basbeck beschrieben:

- Fischschonende Schöpfwerkspumpen,
- Fischschleuse in aufgelöster Bauweise,
- Fischaufzug nach KNOLL [6].

Die Beschreibung der verschiedenen Optionen wird an dieser Stelle nicht wiederholt. Es wird auf Kapitel 5.3 verwiesen.

8 Übertragbarkeit auf andere Bauwerke

8.1 Allgemeines

Da die ökologische Durchgängigkeit bei einer Vielzahl von norddeutschen Küstengewässern gestört oder gänzlich unterbrochen ist, besteht insgesamt ein erheblicher Verbesserungsbedarf. Leider sind die baulichen und wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen an den Regulierungsbauwerken in der Küstenregion nicht überall gleich. Die Übertragbarkeit der Lösungsansätze auf andere Bauwerke wird daher noch einmal gesondert betrachtet.

Um die Übertragbarkeit der konkreten Lösungsansätze auf andere Aufstiegshindernisse möglichst schnell prüfen und einschätzen zu können, werden nachfolgend die notwendigen Rahmenbedingungen, die für die Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit erfüllt sein müssen, zusammengefasst. Genauso werden mögliche Problemstellungen und Unwägbarkeiten aufgeführt, um Schwierigkeiten in der Umsetzung möglichst frühzeitig erkennen zu können.

8.2 Übertragbarkeit der Lösungsansätze auf andere Bauwerke

Welche Möglichkeiten für die Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit in Frage kommen, hängt maßgebend von den konkreten wasserwirtschaftlichen und baulichen Rahmenbedingungen am Bauwerk ab.

Die nachfolgend beschriebene Vorgehensweise für die Bewertung der verschiedenen Möglichkeiten wird anhand des untenstehenden Schemas (Abb. 8) veranschaulicht.

Zunächst sind die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse zu prüfen. Ermöglichen die maßgebenden Wasserstände – zumindest zeitweise – die Entwässerung durch freien Sielzug, sollte diesem Lösungsansatz der Vorzug gegeben bzw. der Ansatz zumindest in die Gesamtbetrachtung einbezogen werden. Vorteile liegen in einer bedingten Durchgängigkeit auch für die benthische Fauna und in einem besseren Wasseraustausch; das Gewässerkontinuum Tidefluss – Poldergewässer ist nicht mehr unterbrochen.

Wird bereits gelegentlich gesielt, lassen sich unter Umständen die Zeiträume des freien Sielzugs noch weiter optimieren, um die Durchgängigkeit über einen möglichst langen Zeitraum zu gewährleisten. Dies könnte beispielsweise durch den Einbau einer automatisierten Pegelsteu-

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

erung oder auch durch Anhebung der binnenseitigen Regelwasserstände erfolgen, sofern die Nutzungsansprüche Dritter dies zulassen.

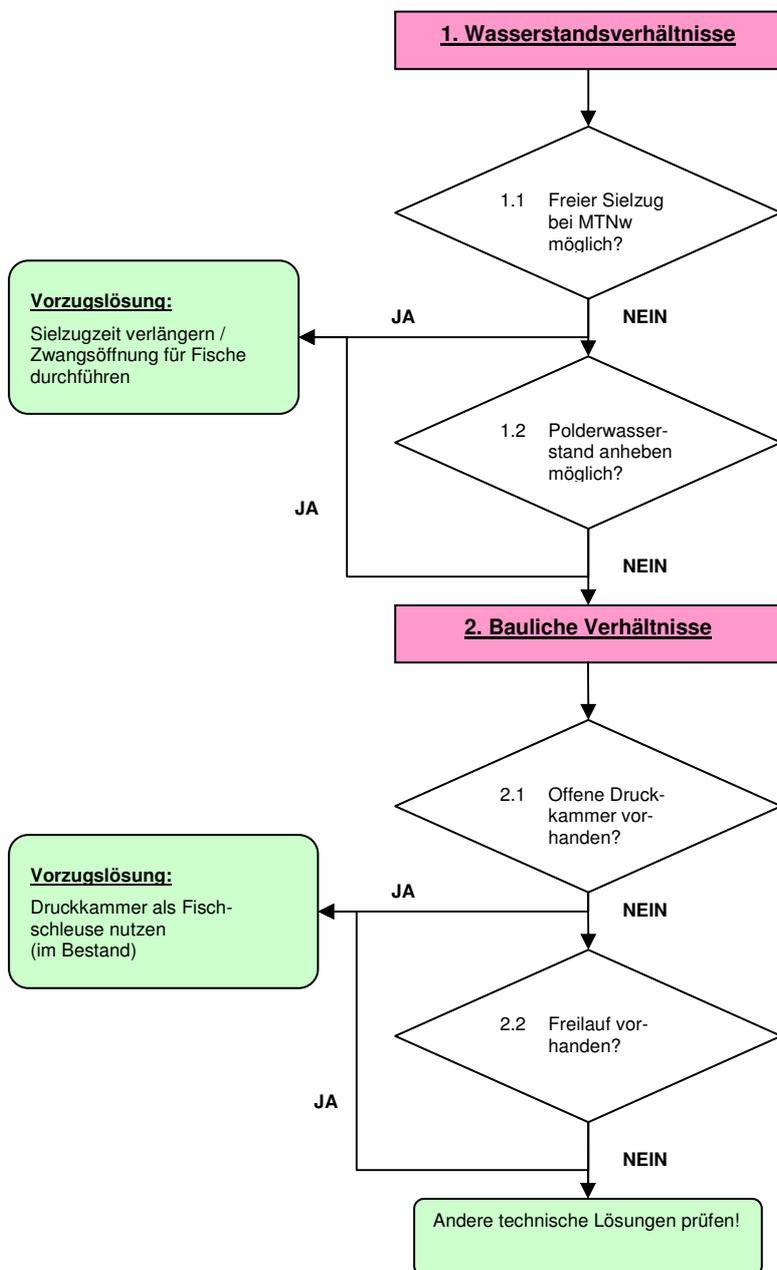


Abb. 8: Diagramm zur Bewertung des Durchgängigkeitspotenzials

Ermöglichen die Wasserstandsverhältnisse keinen freien Sielzug, so wird empfohlen, dem im Rahmen dieser Studie entwickelten Lösungsansatz den Vorzug zu geben. Jedoch müssen auch für die Nutzung der Druckkammer als Fischschleuse einige Rahmenbedingungen erfüllt sein, die vorwiegend baulicher Natur sind. So ist eine Druckkammer unerlässlich, die aktiv zur Binnenseite entleert werden kann. Notwendig ist in diesem Zusammenhang eine tief liegende

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Druckkammersohle, die über ein verschleiß- und steuerbares Schützbauwerk eine durchgängige Anbindung an das Binnengewässer hat („Freilauf“). Ferner muss über Druckkammer und Deichsiel ein Gewässerkontinuum zum Tidegewässer gegeben sein.

Bezogen auf den Unterhaltungsverband Untere Oste sind die grundlegenden baulichen Voraussetzungen immerhin an 18 von 41 Mündungsschöpfwerken gegeben. Im Verbandsgebiet des UHV Kehdingen kommen mindestens 13 Schöpfwerke in Betracht, und der UHV Altes Land sieht die Voraussetzungen an mindestens 15 Mündungsschöpfwerken als erfüllt an. Hervorzuheben ist für den UHV Altes Land das Schöpfwerk Wetterndorf (*Steinkirchener Neuwettern*), wo durch die Gebietskooperation 29 bereits erste Überlegungen zur Verbesserung der Gewässerstrukturen im Sinne der WRRL angestellt wurden. Die Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit könnte hier eine sehr sinnvolle Ergänzung darstellen.

Insoweit scheint ein großes Potenzial zur Anbindung der Marschengewässer an die norddeutschen Küstenlebensräume durchaus vorhanden zu sein.

Sofern weder die wasserwirtschaftlichen Voraussetzungen zur Optimierung des freien Sielzugs noch die bautechnischen Möglichkeiten zur Nutzung der Druckkammer als Fischschleuse bestehen, müssen ggf. andere technische Lösungen entwickelt werden.

Einige Vorschläge hierzu wurden unter Kapitel 5.3 dargestellt. Ob sich die jeweils damit verbundenen Investitionen lohnen, hängt von den individuellen Rahmenbedingungen ab; diese Fragestellung kann nicht allgemein beantwortet werden.

Zur Abschätzung des finanziellen Aufwandes für die Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit können nur grobe Anhaltswerte angegeben werden, da wiederum die konkreten Rahmenbedingungen am jeweiligen Aufstiegshindernis zu berücksichtigen sind. Bei der Optimierung des freien Sielzugs dürften relativ geringe Investitionskosten anfallen; sofern nicht bereits vorhanden, ist lediglich die Einrichtung einer automatisierten Pegelsteuerung für das Hubschütz erforderlich. Die Investitionskosten für die Umrüstung der Druckkammer zu einer Fischschleuse wurden bei den drei Untersuchungsobjekten mit bis zu 100.000,-- € errechnet. Die zusätzlich anfallenden, jährlichen Stromkosten betragen wenige tausend Euro. Überschlägig steigt der Energiebedarf zwischen 10 und 20% an.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

8.3 Probleme und Unwägbarkeiten

Aus technischer Hinsicht scheinen die wesentlichen Bestandteile zur Umsetzung der Vorzugslösung weitgehend problemlos realisierbar zu sein. Gravierende Ein- oder Umbauten sind nicht erforderlich; bei den zu ergänzenden Komponenten handelt es sich überwiegend um standardmäßige, bewährte Anlagenteile wie Pumpen, Schützenantriebe und Druckrohrleitungen.

Gewisse Unwägbarkeiten bestehen hinsichtlich der Akzeptanz und damit auch der Passierbarkeit der Anlagen durch die Fischfauna. So könnte sich die Länge der Deichsiele, die als geschlossener und dunkler Querschnitt durchschwommen werden müssen, limitierend auf das Artenspektrum auswirken. Auch die Tatsache, dass sich in den teilweise recht engen und mit Einbauten versehenen Druckkammern (z.B. Schöpfwerk Große Rönne) während des Entwässerungsvorgangs starke Verwirbelungen bilden, könnte dazu führen, dass einige Fische den Aufenthalt in der Kammer eher meiden. Sofern es den Entwässerungsbetrieb nicht behindert, sollte die Druckkammer in dieser Hinsicht aufgewertet werden (z.B. Steinschüttung, einzelne Störsteine, Unterstände für Fische). Der bereits mehrfach angesprochene Probebetrieb könnte in Hinblick auf die Funktionalität nähere Aufschlüsse zeigen.

Im Vorwege eines möglichen Schöpfwerksumbaus zur Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit sind unbedingt die Finanzierungsfragen zu klären. Nicht nur die Investitionskosten müssen aufgebracht werden – hierfür könnte man ggf. Fördermittel einwerben – sondern insbesondere die laufenden Kosten sind in diesem Zusammenhang zu berücksichtigen. Den Unterhaltungsverbänden stehen gemäß Wasserhaushaltsgesetz und Satzung nur begrenzte Möglichkeiten für eine beitragsgestützte Finanzierung von naturschutzfachlichen Aufwertungsmaßnahmen zur Verfügung.

9 Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund der EU-Wasserrahmenrichtlinie und dem damit verbundenen Gebot zur Verbesserung des ökologischen Zustandes bzw. des ökologischen Potenzials der europäischen Gewässer wird der Fokus zunehmend auch auf den Bereich der Übergangs- und Küstengewässer gelegt.

Als besonders bedeutsam für die Gewässeraufwertung in diesem besonderen Naturraum werden Maßnahmen gesehen, die der Vernetzung von aquatischen Lebensräumen dienen und Küstenlebensräume mit den Wasserkörpern des Binnenlandes verbinden.

Anhand dreier Beispielgewässer (*Basbecker Schleusenfleth* und *Große Rönne* als Nebengewässer der *Oste*, sowie *Landwettern* als Nebengewässer der *Este*) wurden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung mögliche Lösungsansätze zur Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit entwickelt. Aufgrund ihrer baulichen Konstruktion weisen die dort vorhandenen Schöpfwerke und Sielbauwerke nur geringe Durchlässigkeiten für wandernde Arten auf; teilweise ist die Durchgängigkeit sogar gänzlich unterbrochen.

Zur Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit an den vorhandenen Aufstiegshindernissen bietet sich die Nutzung der offenen Druckkammern der Schöpfwerke nach dem Funktionsprinzip einer Fischschleuse an. Durch das Schöpfwerkspumpen wird die Druckkammer ohnehin regelmäßig mit Wasser gefüllt. Die Idee des Lösungsansatzes ist nun, die Druckkammer anschließend durch gezieltes Öffnen und Schließen der ober- und unterwasserseitig angeordneten Verschlussorgane wieder zu entleeren. Auf diese Weise entsteht wechselseitig eine durchgängige Anbindung an das Ober- bzw. an das Unterwasser. Die auf- bzw. abstiegswilligen Fische, die durch eine künstliche Leitströmung in die Kammer gelockt werden, können ihre Wanderung im jeweiligen Gewässerabschnitt fortsetzen.

Für das Schöpfwerk Große Rönne gingen die Empfehlungen zunächst in Richtung einer Umstellung der Bewirtschaftung. So wurde eine dauerhafte Anhebung des Polderwasserstandes geprüft, um die Entwässerung im Sielbetrieb zu forcieren. Nach eingehender Prüfung der Wasserstandsverhältnisse hätte eine nachhaltige Durchgängigkeit auf diese Weise jedoch nicht erzielt werden können. Aus diesem Grunde wurde dieser Ansatz wieder verworfen und anstelle dessen auch für dieses Bauwerk der Betrieb nach dem Prinzip einer Fischschleuse erarbeitet.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

Für die entwickelte Vorzugslösung werden im Rahmen der vorliegenden Unterlagen die hydraulischen Rahmenbedingungen, die notwendigen technischen Umbauten, die Betriebsweise und die voraussichtlichen Kosten für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit dargestellt.

Stade, den 28.08.2009

Grontmij IHP GmbH

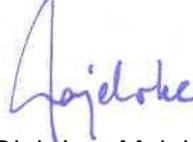
ppa.



Dipl.-Ing. Smidt

Ressortleiter

i.A.



Dipl.-Ing. Majehrke

Projektleiter

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

10 Quellen- und Literaturangaben

Für die Ausarbeitung der vorliegenden Studie wurden nachfolgend aufgeführte Quellen und Unterlagen verwendet:

- [1] Pilotprojekt Marschgewässer. Regionaler Maßnahmenplan für Hackemühlener Bach und Basbecker Schleusenfleth. ARGE WRRL Planula / BWS, Hamburg, Oktober 2007.
- [2] Pilotprojekt Marschgewässer. Maßnahmenvorschläge für Marschgewässer. ARGE WRRL Planula / BWS, Hamburg, September 2006.
- [3] Pilotprojekt Marschgewässer. Synthesebericht. Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Betriebsstelle Brake – Oldenburg / ARGE WRRL Planula / BWS, Hamburg, März 2006.
- [4] Verbesserung der Fischwechsellmöglichkeiten zwischen Wattenmeer und Binnenland. Vorstudie, F&N Umweltconsult, Hannover, 1999.
- [5] E. CHR. MOSCH: Fischfaunistische Referenzerstellung und Bewertung der niedersächsischen Fließgewässer vor dem Hintergrund der EG Wasserrahmenrichtlinie - Zwischenbericht. Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES), Dezernat Binnenfischerei. Stand Januar 2008.
- [6] Dr. S. KNOLL: Konzept zur Fischdurchgängigkeit von Schöpfwerken an der Oste. Wiesbaden, 05/2006.
- [7] DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft 232/1996: Fischaufstiegsanlagen - Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V., Bonn, 1996.
- [8] ATV-DVWK-Themen: Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef, 2004.
- [9] Fischaufstieg und Fischabstieg: Deutsche Erfahrungen. Dr. B. Adam, Obfrau des DWA-Fachausschusses „Durchgängigkeit der Gewässer für die aquatische Fauna“. Unveröffentlicht.

NLWKN – BETRIEBSSTELLE STADE
Verbesserung der Fischdurchgängigkeit an Sielbauwerken und Schöpfwerken
Erläuterungsbericht vom 28.08.2009

- [10] T. Dolch: Fischaufstiegsanlagen und ihre Eignung. Bonn, 19.06.1998.
- [11] C-Bericht zur EU-Wasserrahmenrichtlinie – Bearbeitungsgebiet 29 Este Seeve. Veröffentlicht im Internet unter www.wasserblick.net.
- [12] C-Bericht zur EU-Wasserrahmenrichtlinie – Bearbeitungsgebiet 30 Oste. Veröffentlicht im Internet unter www.wasserblick.net.
- [13] Pegeldata der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes. Veröffentlicht im Internet unter www.portaltideelbe.de.
- [14] Hochwasserbemessungswerte für die Fließgewässer in Niedersachsen. Abflüsse in hydrologischen Landschaften über Regionalisierungsansätze. Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Hildesheim, April 2003.
- [15] Fa. Fish-Flow-Innovations. Verschiedene technische Einrichtungen für die Fischwanderung. Veröffentlicht im Internet unter www.fishflowinnovations.nl.
- [16] Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU/N). Wiederherstellung der Durchgängigkeit im Bereich Hohenwisch. Antrag auf Plangenehmigung zum Bau einer Fischschleuse. IHP Stade, 08/2004.
- [17] Bremenports GmbH & Co. KG. Untersuchung zur Fischpassierbarkeit der Schleuse am Geeste-Tidesperrwerk, Bremerhaven. Bioconsult Schuchardt & Scholle GbR, Bremen/ Gnarrenburg, 10/2002.