



**LANDESAMT FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND  
VERBRAUCHERSCHUTZ LAND BRANDENBURG**

GEK Döllnfließ vorgezogene Maßnahme 1 „Unterlauf Döllnfließ“

Machbarkeitsstudie Düker Vosskanal

Copyright © Pöyry Deutschland GmbH

Alle Rechte vorbehalten. Weder Teile des Berichts noch der Bericht im Ganzen dürfen ohne die ausdrückliche schriftliche Genehmigung von Pöyry Deutschland GmbH in irgendeiner Form vervielfältigt werden.

## **GEK Döllnfließ vorgezogene Maßnahme 1 „Unterlauf Döllnfließ“ Machbarkeitsstudie Düker Vosskanal**

### **Auftraggeber:**

Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Land Brandenburg,  
Referat S 3  
Seeburger Chaussee 2  
14476 Potsdam OT Groß Glienicke

### **Kontakt**

Marko Starke  
Ellerried 7  
19061 Schwerin  
Deutschland  
Tel. 0385 6382-0  
Fax 0385 6382-101  
contact.schwerin@poyry.com  
www.poyry.com, www.poyry.de

Schwerin, den 10.04.2015  
Pöyry Deutschland GmbH

**Inhalt**

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>7</b>
1.1	Veranlassung und Aufgabenstellung	7
<b>2</b>	<b>ARBEITSGRUNDLAGEN</b>	<b>7</b>
2.1	Vorliegende Ergebnisse nach WRRL	7
<b>3</b>	<b>NATURRÄUMLICHE GEGEBENHEITEN</b>	<b>10</b>
3.1	Kennzeichnung des Projektgebietes	10
3.2	Schutzgebiete	11
3.3	Rahmenbedingungen durch Stellungnahme Träger öffentlicher Belange	12
3.4	Hydrogeologische Situation	12
3.5	Fließgewässercharakteristik	13
3.6	Wasserwirtschaftliche Situation	13
3.6.1	Wehr Höpen	15
3.6.2	Sonstige Anlagen	16
3.7	Hydrologische Verhältnisse	16
3.7.1	Grundwasserstand	16
3.7.2	Abflüsse und Wasserstände	18
<b>4</b>	<b>PLANUNGSGRUNDSÄTZE</b>	<b>20</b>
4.1	Rahmenbedingungen / Restriktionen	20
4.2	Einflußfaktoren auf die Passierbarkeit von Dükern	20
4.3	Zuwegung	20
4.4	Gestaltungshinweise/Planungsgrundsätze	21
4.5	Wasserspiegellagen	22
4.6	Zulässige Fließgeschwindigkeit?	22
4.7	Durchgängigkeit	24
4.8	Düker	26
4.8.1	Definition	26
4.8.2	Bauweisen	27
4.8.2.1	Offene Bauweise	27
4.8.2.2	Geschlossene Bauweise	28
4.8.2.3	Anzahl der Dükerrohre	28
4.8.3	Start / Zielgrube	28
4.8.3.1	Startgrube	28
4.8.3.2	Zielgrube	29
4.8.4	Wasserhaltung	29
4.8.5	Flächenbedarf	30
4.8.6	Durchgängigkeit für Makroinvertebraten	30
4.8.7	Einbauten in der Dükersohle	32
4.8.8	Gestaltung des Einlaufbereiches	33
4.9	Wehr Höpen	33
4.9.1	Notüberlauf	33
4.9.2	Wartungsvorflut	33

4.9.3	Erhalt des ökologischen Systems	34
4.9.4	Nutzung des Wehres Höpen	34
4.9.5	Bau eines Abschlussbauwerks	34
<b>5</b>	<b>BAUWERKUNTERHALTUNG</b>	<b>35</b>
5.1	Grundlagen/Zuständigkeiten	35
5.2	Unterhaltungsumfang	35
<b>6</b>	<b>HYDRAULISCHE BERECHNUNG</b>	<b>37</b>
6.1	Dükerdimensionierung	37
6.1.1	Wandrauhigkeiten	37
6.1.2	Reynoldszahl	38
6.1.3	Rohrreibungszahl	38
6.1.4	Hydraulische Berechnungen Dükerleitung	38
6.1.5	Länge des Dükers	41
6.2	Sohlgleite in Beckenbauweise	41
<b>7</b>	<b>ABSCHÄTZUNG DER AUSWIRKUNGEN</b>	<b>42</b>
7.1	Sperrwirkung	42
7.2	Gewässerbelastung	43
7.3	Wechselwirkungen	43
7.4	Flächennutzung	44
7.5	Nutzungsdauer	44
<b>8</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT</b>	<b>45</b>
8.1	Zusammenfassung	45
<b>8</b>	<b>TRÄGER ÖFFENTLICHER BELANGE</b>	<b>48</b>
<b>9</b>	<b>LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS</b>	<b>50</b>

**Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Schema zur Klassifikation des ökologischen Zustandes.....	8
Abbildung 2: Geologische Situation alte Mündung Döllnfließ-Schnelle Havel.....	12
Abbildung 3: Lage des Döllnfließes im Projektgebiet .....	13
Abbildung 4: Einzugsgebiet des Döllnfließ .....	14
Abbildung 5: Wehr Höpen .....	15
Abbildung 6: Lage Grundwassermesspegel Raum Krewelin .....	16
Abbildung 7: Grundwasserstände der Reihe 1975-2010.....	17
Abbildung 8: Darstellung des Grundwasserverlaufes .....	17
Abbildung 9: Diagramm, Abflussganglinie Wehr Höpen .....	18
Abbildung 10: Ausschnitt Übersichtslageplan Zuwegung.....	21
Abbildung 11: Schwimmgeschwindigkeiten von Fischen .....	23
Abbildung 12: Historischer Verlauf des Döllnfließes.....	24

Abbildung 13: Schematische Darstellung eines Düker (geneigte Dükerschächte)..... 26  
 Abbildung 14: Schematische Darstellung eines Dükers (senkrechte Dükerschächte)..... 26  
 Abbildung 15: Bsp.: für Kunstrasen und Borstenfischpasseinbauten ..... 31  
 Abbildung 16: Borsten in einem Grundablassstollen..... 32  
 Abbildung 17: graphische Darstellung der Wandrauheit [14] ..... 37

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Lebensraumtypen des Anhang 1 der FFH-RL im FFH-Gebiet "Schnelle Havel" ..... 11  
 Tabelle 2: Arten nach Anhang 2 der FFH-RL im FFH-Gebiet "Schnelle Havel " ..... 11  
 Tabelle 3: Kenndaten Wehr Höpen ..... 15  
 Tabelle 4: Abflusshauptwerte für den Untersuchungsabschnitt LUGV ..... 19  
 Tabelle 5: Wasserspiegellagen der Vermessung ..... 19  
 Tabelle 6: Schwimmgeschwindigkeitender rheoaktiver Fischarten..... 24  
 Tabelle 7: Betroffene Flurstücke ..... 30  
 Tabelle 8: Art, Umfang und Häufigkeit der Selbstüberwachung von Dükeranlagen ..... 35  
 Tabelle 9: Verlusthöhe ..... 39  
 Tabelle 10:Gegenüberstellung der berechneten Fließgeschwindigkeiten bei gegebenen Abflüssen mit denen in [5] unteruchten..... 40  
 Tabelle 11: nachweislich aufgewanderte Fischarten [5] ..... 43  
 Tabelle 12: Entscheidungskriterien bei der Wahl der Dükerrohr Anzahl ..... 46  
 Tabelle 13: Stellungnahmen TÖB ..... 48

**Zeichnerische Anlagen**

Anlage 1: Übersichtskarte mit Zuwegung M 1: 5.000/250.000  
 Anlage 2: Lageplan mit Entwurfsplanung M 1: 500  
 Anlage 3: Längsschnitt Düker mit ein und Auslaufbauwerk M 1: 100

**Anhang**

Anhang 1: Kostenschätzung  
 Anhang 2: Geotechnischer Bericht  
 Anhang 3: UVP-Vorprüfung  
 Anhang 4: Planunterlagen



## **1 EINLEITUNG**

### **1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung**

Das Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Land Brandenburg (LUGV) beabsichtigt im Rahmen des Gewässerentwurfskonzepts (GEK) die Verbesserung des ökologischen Zustands der „Schnellen Havel“. Ein Teil zur Umsetzung wird über die vorgezogene Maßnahme „Unterlauf Döllnfließ“ (vorgezogene Maßnahme 1) dargestellt.

Das Planungsbüro Pöyry Deutschland GmbH wurde vom Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Land Brandenburg mit der Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie (Vorplanung) zur Untersuchung der Möglichkeiten zum Bau eines ökologisch durchgängigen Dükers beauftragt. Der geplante Düker soll das Wasserdargebot des „Döllnfließes“ wieder in die „Schnelle Havel“ leiten und somit das Wasserdargebot in der „Schnellen Havel“ vergrößern. Im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie werden Lösungsvarianten entworfen und deren Kosten grob ermittelt.

Die Durchgängigkeit des Dükers für aquatische Lebewesen spielt hier eine zentrale Rolle, da sich durch die geplanten Maßnahmen der bisherige Verlauf des Döllnfließes ändert.

## **2 ARBEITSGRUNDLAGEN**

### **2.1 Vorliegende Ergebnisse nach WRRL**

Die am 22. Dezember 2000 in Kraft getretene Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000) stellt für alle Mitgliedsstaaten der EU verbindliche Vorgaben fest, um die Umweltziele in bestimmten Fristen zu erreichen. So fordert die WRRL einen guten ökologischen und chemischen Zustand für alle natürlichen Oberflächengewässer bis 2015. Künstliche und erheblich veränderte Wasserkörper nach Artikel 4 (3) WRRL müssen ein gutes ökologisches Potential sowie einen guten chemischen Zustand erreichen.

Die nachfolgende Abbildung erläutert das Bewertungsverfahren des ökologischen Zustandes anhand der von der WRRL vorgeschriebenen 5-stufigen Klassifizierung und ihrer Farbkennung. Entscheidend für die Beurteilung des ökologischen Zustandes sind die biologischen Qualitätskomponenten mit ihren speziellen gewässertypbezogenen Organismengruppen (u.a. Makrophyten und Phytoplankton, Makrozoobenthos, Fische). Unterstützend werden allg., physikalisch-chemische Parameter (u.a. O<sub>2</sub>-Gehalt, Gesamt-Phosphat, Gesamt-Stickstoff, BSB<sub>5</sub>), spezifische Schadstoffe, hydromorphologische Parameter (Gewässerbettynamik, Auendynamik), Durchgängigkeit und Wasserhaushaltsgrößen wie Abfluss und Fließgeschwindigkeiten für die Bewertung herangezogen. Spezifische Schadstoffe sind alle prioritären und sonstigen Stoffe, die in signifikanten Mengen in den Wasserkörper eingeleitet wurden (WRRL 2000).

Die Bewertungen der biologischen Qualitätskomponenten und des LAWA-Trophieindex (nur bei Standgewässern) erfolgten durch das LUGV nach dem sogenannten „one-out-all-out“-Prinzip, nach dem das Gesamtergebnis vom jeweils schlechteren der Einzelergebnisse bestimmt wird (LUGV 2011).

Ökologischer Zustand/ Potenzial	Qualitätskomponenten des ökol. Zustandes / ökol. Potenzials					
	Chemie <i>(spezielle Schadstoffe)</i>	allg. chem.-physik. Zustand <i>(Fließe: O<sub>2</sub>, Temp. TP,TN, Cl, BSB5) Seen: Trophie)</i>	Biologie <i>(Fließe: Phytoplankton, Makrophyten, Phytobenthos, Makrozoobenthos, Fische Seen: Phytoplankton, subm. Makrophyten, Diatomeen)</i>	Hydro-morphologie <i>(Fließe: Gewässerbettodynamik, Auendynamik Seen: Seeuferstruktur)</i>	Durchgängigkeit <i>(Fließe: für Fische und Makrozoobenthos)</i>	Wasserhaushalt <i>(Fließe: Abfluss und Fließgeschwindigkeit, Seen: Verweilzeit, Wasserstandsdynamik)</i>
1 <b>sehr gut</b>	Qualitätsnorm eingehalten	keine oder nur sehr geringfügige Abweichungen vom Referenzzustand				
2 <b>gut</b>		geringfügige Abweichungen vom Referenzzustand				
3 <b>mäßig</b>	mindestens eine Qualitätsnorm nicht eingehalten	mäßige Abweichungen vom Referenzzustand				
4 <b>unbefriedigend</b>		sehr starke Abweichungen vom Referenzzustand				
5 <b>schlecht</b>		Fehlen der im Referenzzustand typischen Eigenschaften				

**Abbildung 1: Schema zur Klassifikation des ökologischen Zustandes**

Mit Artikel 5 der WRRL wurde eine Bestandsaufnahme über den ökologischen und chemischen Zustand der Gewässer gefordert. In diesem Zusammenhang erfolgte zunächst eine länderübergreifende Bestandsaufnahme für die Flussgebietseinheiten „Elbe“ und „Oder“, der sog. A-Bericht. Dieser wurde durch differenziertere Teilberichte über die Koordinierungs- und Bearbeitungsräume ergänzt, die sich am Einzugsgebiet und nicht an politische und administrative Grenzen orientierten (B-Bericht). Mit dem sogenannten C-Bericht hat das Land Brandenburg 2005 die Ergebnisse der Bestandsaufnahme der WRRL-pflichtigen Gewässer aufgestellt (LUA 2005, vgl. Kap. 3.1). Neben einer Analyse der Flussgebiets- und Wasserkörpermerkmale sowie ihrer Belastungen wird in der Bestandsaufnahme auch dargelegt, inwiefern die ökologischen und chemischen Qualitätsziele bis 2015 erreicht werden. Die Zielerreichung der Gewässer wurde dabei in drei Klassen eingestuft: zu erwarten, unklar, unwahrscheinlich. Als „unklar“ gilt die Zielerreichung, wenn es an Daten mangelt oder Beurteilungsfragen offen sind. Diese Wasserkörper wurden dann ab 2006 der operativen Überwachung zugeordnet. „Unwahrscheinlich“ bedeutet nicht, dass die Ziele nicht weiter angestrebt werden, allerdings bestehen bei diesen Wasserkörpern besonders zu beachtende Risiken (LEINWEBER 2008).



Nach Art. 8 der WRRL wurden die europäischen Mitgliedsstaaten zudem zur Aufstellung eines Programmes zur Überwachung des Gewässerzustandes verpflichtet. Dieses Programm wird in Brandenburg seit 2006 umgesetzt (vgl. Kap.3.2).

Gemäß Art. 13 der WRRL wurden auf Grundlage der Bestandsaufnahme und der Monitoringprogramme im Dezember 2009 die Maßnahmenprogramme sowie der Bewirtschaftungsplan für die Flussgebietseinheit Elbe aufgestellt (FGG ELBE 2009a, 2009b). Während die Maßnahmenprogramme sämtliche Maßnahmen auflisten, die zur Erreichung des guten Zustandes der Gewässer innerhalb der Flussgebietseinheit notwendig sind, erfolgt im Bewirtschaftungsplan eine zusammenfassende Darstellung der vorausgegangenen Analysen und Bewertungen sowie der Handlungsstrategien. Mit diesen Entwürfen liegen die landesweiten Bewertungen des ökologischen Zustands aller berichtspflichtigen Fließ- und Standgewässer vor, die den wasserwirtschaftlichen GIS-Fachdaten der Bestandsaufnahme entnommen wurden (Bestandsaufnahme 2004, Quelle LUGV).

Die Zusammenstellung und Analyse der Grundlagen erfolgt durch Geländeerhebungen sowie durch Auswertung vorhandener Unterlagen.

#### Geländeerhebungen

- Vermessung des Projektgebietes durch das Vermessungsbüro Gudat im November 2014:
  - o Querprofile
  - o Lageplan im Maßstab 1: 250
  - o die Vermessung erfolgte im Koordinatensystem ETRS 89
  - o als Höhenbezug wurde das amtliche Höhensystem DHHN 92 verwendet

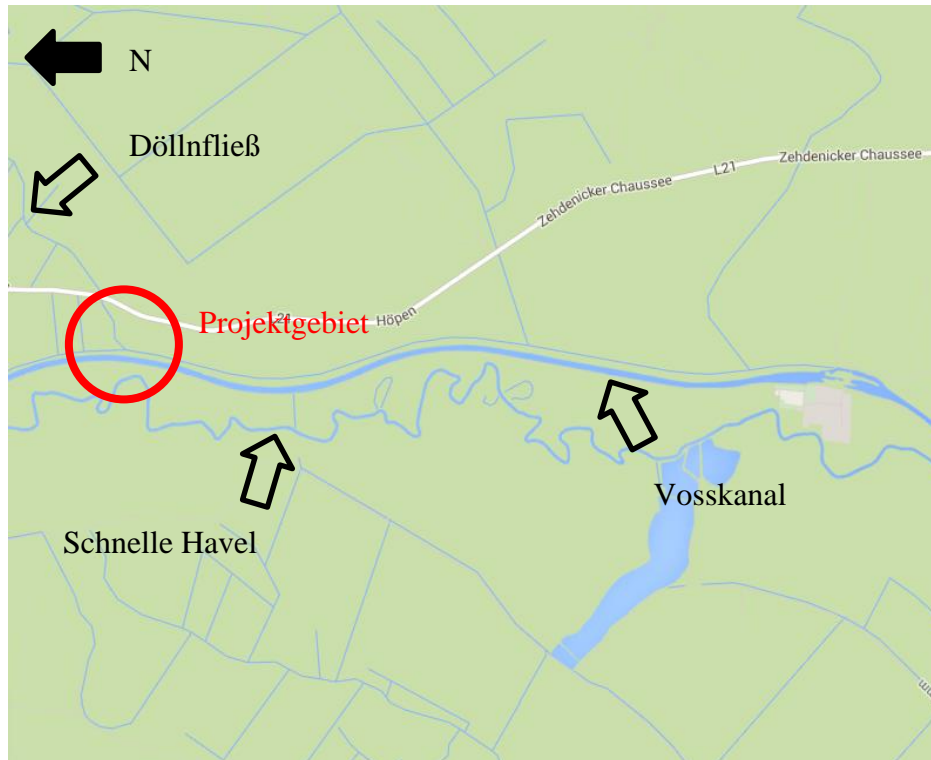
#### Auswertung vorhandener Unterlagen

- Geotechnischer Bericht, Planungsbüro Pöyry Schwerin, Feb. 2012
- Topographische Karte
- Luftbilder
- GEK Döllnfließ (Entwurf)

### 3 NATURRÄUMLICHE GEGEBENHEITEN

#### 3.1 Kennzeichnung des Projektgebietes

Das Vorhabensgebiet befindet sich im Landkreis Oberhavel in Brandenburg. Die alte Mündung des Döllnfließes in die Schnelle Havel befindet sich etwa mittig zwischen den Ortschaften Zehdenick und Liebenwalde direkt am Vosskanal. Das Gebiet befindet sich im Norden Brandenburgs in der Nähe zu Mecklenburg-Vorpommern. Das Döllnfließ fließt in diesem Gebiet momentan als linker Nebenfluss parallel zum Vosskanal.



Die angrenzenden Flurstücke gehören zu den Gemarkungen Liebenwalde, Krewelin und Prötze 1 (s. Tabelle 7). Das Projektgebiet ist über die Bundesstraße 167 und anschließend über die L21 „Zehdenicker Chaussee“ zu erreichen. Die genaue Abgrenzung des Projektgebietes ist der Anlage 1 zu entnehmen.

### 3.2 Schutzgebiete

Das Projektgebiet befindet sich im Bereich mehrerer nationaler und internationaler Schutzgebiete. Es ist unter anderem Teil des rund 28.100 ha großen Vogelschutzgebietes „Obere Havelniederung“. Weiterhin ist hier das rund 2540 ha große FFH-Gebiet DE 3146-301 „Schnelle Havel“ vorhanden. Das Döllnfließ trägt im Wesentlichen zur Entwässerung der Schorfheide bei. Es entspringt in moorigem Gebiet und wird durch zahlreiche Entwässerungsgräben gespeist. Das Gewässer durchfließt Kiefernforste, Moore und Wiesenlandschaften, wobei der Verlauf teils begradigt und teils natürlich mäandrierend ist. Einige Abschnitte sind stark eingetieft. In den folgenden Tabelle 1 und Tabelle 2 sind die Lebensraumtypen und die vorkommenden Arten nach Anhang II der FFH-Richtlinie aufgeführt.

**Tabelle 1: Lebensraumtypen des Anhang 1 der FFH-RL im FFH-Gebiet "Schnelle Havel"**

EU-Code	Lebensraumtypen nach Anhang 1 der FFH-RL
6430	Feuchte Hochstaudenfluren
9190	Alte bodensaure Eichenwälder auf Sandböden mit Stieleiche
91D0	Moorwälder
91E0	Erlen-Eschen- und Weichholzaunenwälder
9110	Hainsimsen-Buchenwälder
3260	Fließgewässer mit flutender Wasservegetation
2330	Offene Grasflächen mit Silbergras und Straußgras auf Binnendünen
3150	Natürliche und naturnahe nährstoffreiche Stillgewässer mit Laichkraut- oder Froschbiss-Gesellschaften

**Tabelle 2: Arten nach Anhang 2 der FFH-RI im FFH-Gebiet "Schnelle Havel "**

EU-Code	Arten nach Anhang II der FFH-RL
1758	Castor fiber (Bieber)
1355	Lutra lutra (Fischotter)
1797	Myotis myotis (Großes Mausohr)
1130	Aspius aspius (Rapfen)
1149	Cobitis taenia (Steinbeißer)
1145	Misgurnus fossilis (Schlammpeitzger)
1134	Rhodeus amarus (Bitterling)

### 3.3 Rahmenbedingungen durch Stellungnahme Träger öffentlicher Belange

#### Bodendenkmäler

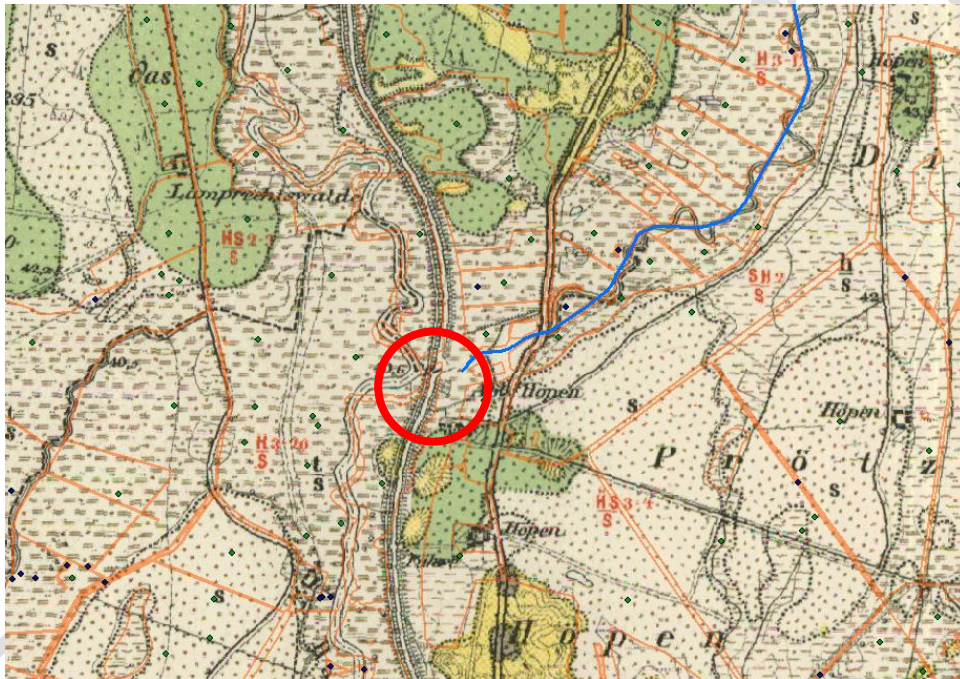
Im Bereich des geplanten Dükers sind derzeit keine Bodendenkmale im Sinne des Gesetzes über den Schutz und die Pflege der Denkmale im Land Brandenburg (BbgDSchG) vom 24. Mai 2004 (GVBl. Bbg 9, 215 ff) §§ 1 (1), 2 (1)-(2) registriert.

#### Munition

Das Projektgebiet befindet sich nicht in einer Kampfmittelverdachtsfläche, eine Beteiligung des Kampfmittelbeseitigungsdienstes ist nicht notwendig.

### 3.4 Hydrogeologische Situation

Das Untersuchungsgebiet befindet sich entsprechend der geologischen Karte von Brandenburg im Bereich von quataeren Niedermooren und wurde während des Holozäen geformt (vgl. Abbildung 2).



**Abbildung 2: Geologische Situation alte Mündung Döllnfließ-Schnelle Havel**

Nach der geologischen Übersichtskarte M 1:100.000 sind im Bereich des Flusslaufes des Döllnfließes holozäne Torflagen über Talsanden, die während der Weichselkaltzeit gebildet wurden zu erwarten. Demnach kann mit Fein- bis Mittelsanden als prägende Sohlsubstrate und mit organischen Bestandteilen im Uferbereich gerechnet werden [1]. Laut der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe [1] ist als Hauptgrundwasserleiter Flussschotter (Schmelzwasserablagerungen) klassifiziert, der Flurabstand ist mit < 10 m angegeben. Einzelheiten sind dem geotechnischen Bericht des Anhangs 3 zu entnehmen.

### 3.5 Fließgewässercharakteristik

Das Döllnfließ wird im Bearbeitungsgebiet als organisch geprägtes Fließgewässer der Moorniederungen (LAWA Typ 11) ausgewiesen. Das Sohlsubstrat besteht im Leitbild aus Sandigen, teilweise kiesigen Substraten, Torf, Detritus, Totholz, Wurzeln, Falllaub und Makrophyten.

Das Strömungsbild kann als gemächlich fließend, an Hindernissen (z.B. Totholzbarrieren) schnell fließend beschrieben werden.

Eine Beschreibung der LAWA-Detailtypen ist unter anderem im Leitfaden der Fließgewässertypen Brandenburgs (LUGV Brandenburg, 2009) und in der Fließgewässerstrukturgütekartierung Mecklenburg-Vorpommern (LUNG, 2011) zu finden.

### 3.6 Wasserwirtschaftliche Situation

Das Döllnfließ fließt in ihrem bestehenden Verlauf ab km 3,2 in Fließrichtung links parallel zum Vosskanal und mündet unterhalb der Schleuse Bischofswerder in diesen ein. (s. Abbildung 3).

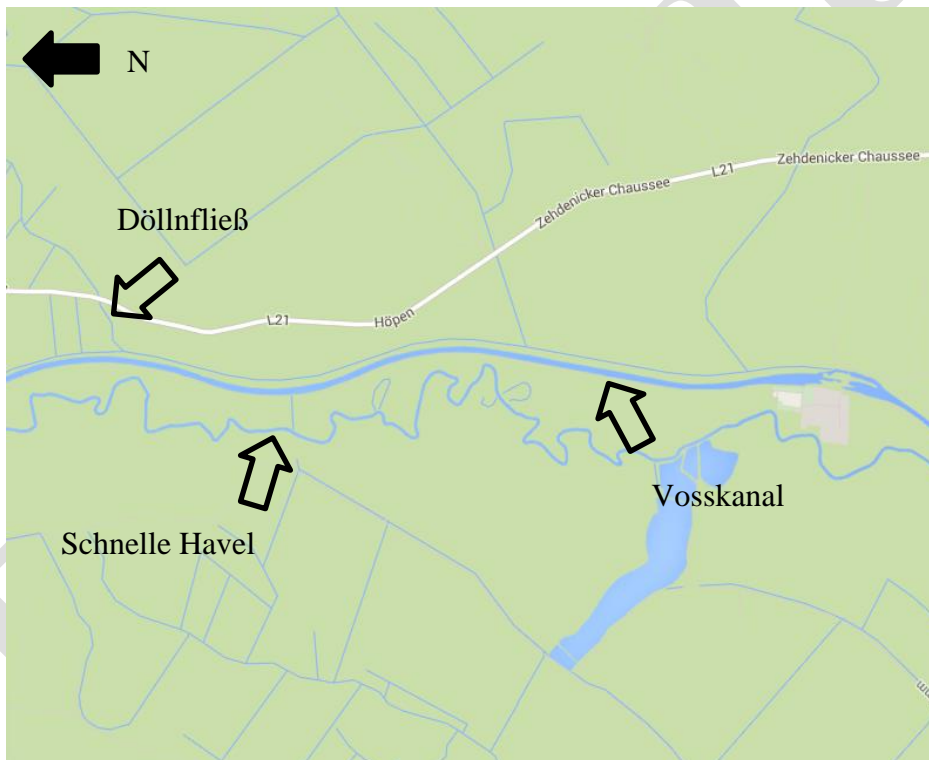
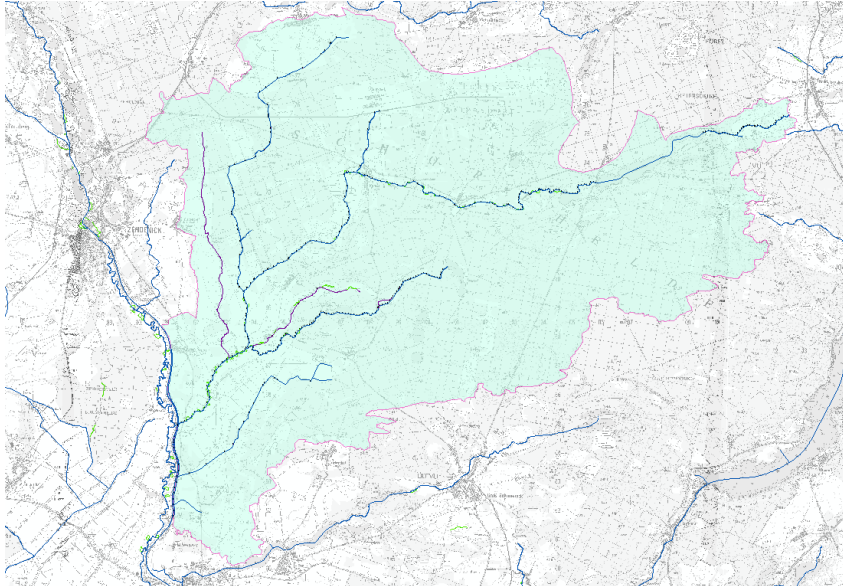


Abbildung 3: Lage des Döllnfließes im Projektgebiet



Das Döllnfließ hat eine Gesamtlänge von 34,23 km und bis zum betrachteten Projektgebiet ein Einzugsgebiet von 196 km<sup>2</sup>. Das Quellgebiet des Gewässers befindet sich im Bundesland Brandenburg, im Landkreis Barnim. Das Döllnfließ verläuft ausschließlich in Brandenburg.



**Abbildung 4: Einzugsgebiet des Döllnfließ**

Das Projektgebiet beschränkt sich auf den Bereich der ehemaligen Mündung des Döllnfließes in die Schnelle Havel, bei km 3,2 (Döllnfließ) und km 34,6 (Schnelle Havel). Der Vosskanal soll bei km 233,1 gequert werden.



### 3.6.1 Wehr Höpen

Durch das geringe Sohlgefälle des Döllnfließ befindet sich die Stauwurzel weit oberhalb des Wehres Höpen. Das Stauziel des Wehres liegt lt. Bewirtschafter wie in der Tabelle 3 angegeben bei ca. 40,47 m NHN, separate Wasserspiegel für Winter- und Sommerstau am Wehr Höpen sind nicht bekannt.

Die Steuerung am Wehr Höpen hat somit direkten Einfluss auf den Wasserspiegel des Döllnfließes im Projektgebiet.

**Tabelle 3: Kenndaten Wehr Höpen**

<b>Tafelschütz -1- Wehrfeld</b>	
Maße	Fachbaumhöhe: 39,61 m NHN lichte Weite: 3,00 m
Stauziel:	Keine genauen Angaben ca. 40.47 m NHN
Betriebsweise	Schütz ist im Sommerbetrieb gesetzt und das Wasser fließt über den vorhandenen Fischaufstieg ab.
<b>Fischaufstieg -2- Wehrfeld</b>	
Maße	Überlaufhöhe: 40,20 m NHN lichte Weite: 3,00 m
Stauziel:	Keine genauen Angaben ca. 40.47 m NHN



**Abbildung 5: Wehr Höpen**

### 3.6.2 Sonstige Anlagen

In direktem Umfeld des Projektgebiets mündet ein Entwässerungsgraben in das Döllnfließ. Weitere Bauwerke in der direkten Umgebung des Projektgebietes sind nicht vorhanden, die nächsten Bauwerke sind die Brücke bei km 3,5 und das bei km 7,6 befindliche Wehr „Krewelin“.

Die durchschnittliche Gewässerbreite liegt im betrachteten Abschnitt bei ca. 4-6 m (Niedrigwasserstand) und zwischen 6-8 m bei Mittelwasser. Im betrachteten ca. 30 m langen Gewässerabschnitt wurde ein durchschnittliches Sohlgefälle von 1-1,5 % ermittelt und ist demnach als gefällearm zu beurteilen. Die Wassertiefe ist dabei von der Wehrsteuerung abhängig. Das Wehr Höpen wurde in den letzten Jahren nur für Hochwasserereignisse „gezogen“ und ist in der Regel „gesetzt“ (s. Tabelle 3).

## 3.7 Hydrologische Verhältnisse

### 3.7.1 Grundwasserstand

Der Grundwasserstand ist im Projektgebiet von den Wasserständen der Schnellen Havel, des Vosskanals und dem Döllnfließ abhängig.

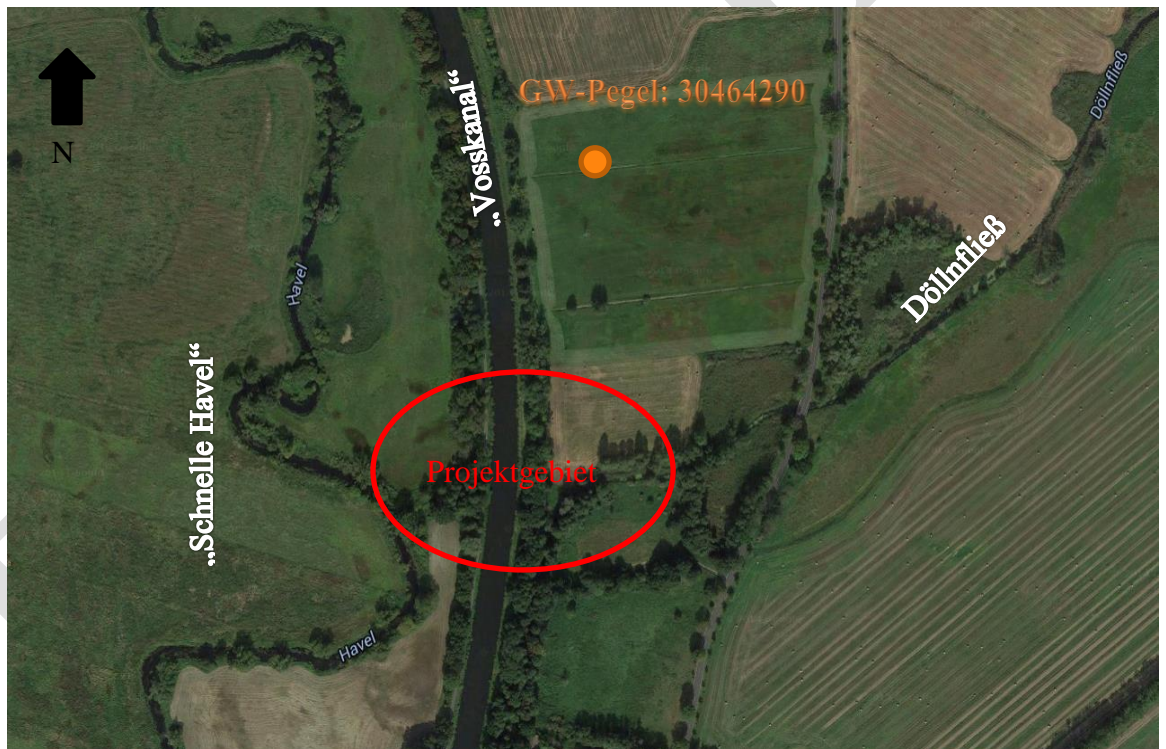
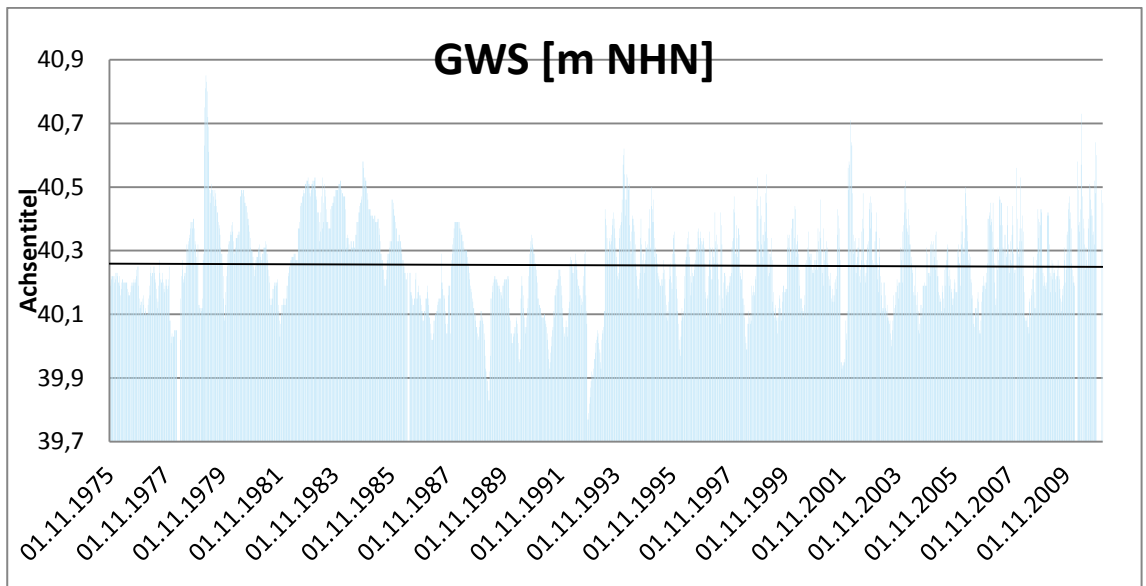


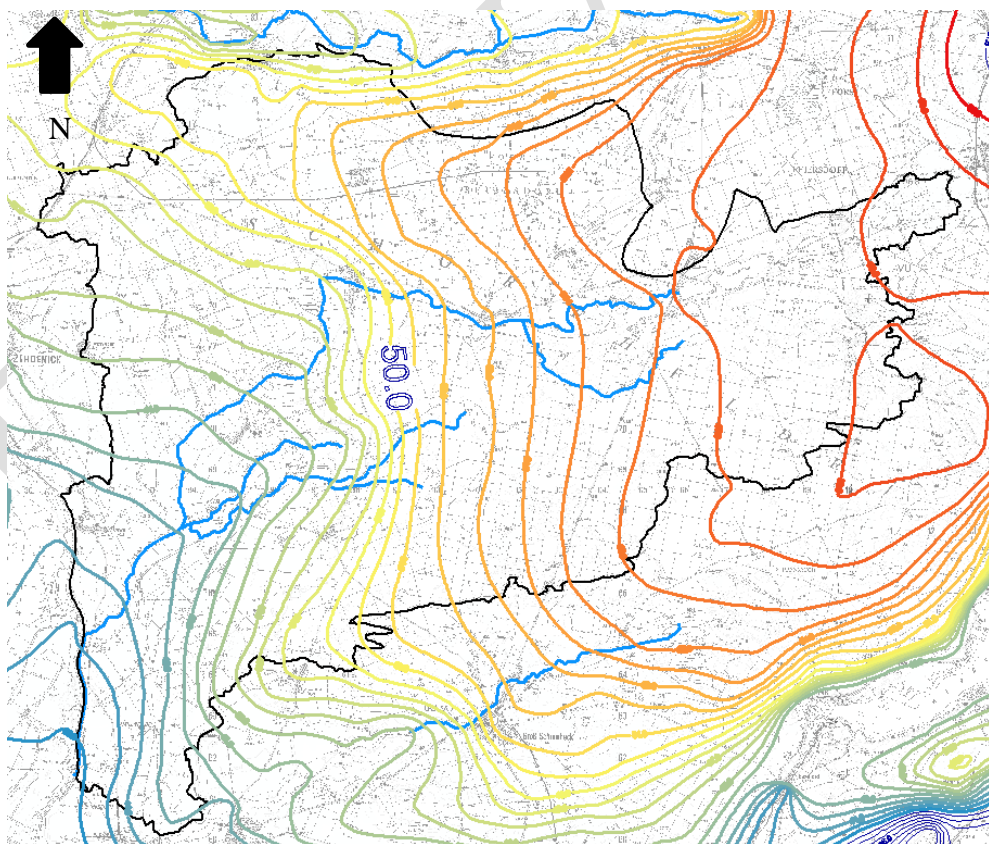
Abbildung 6: Lage Grundwassermesspegel Raum Krewelin

Die Grundwasserflurabstände liegen im Projektbereich laut LUGV im Mittel bei 40,25 m NHN (s.Abbildung 7).



**Abbildung 7: Grundwasserstände der Reihe 1975-2010**

Die Grundwasserstände unterliegen den jahreszeitlichen Schwankungen. In der Reihe von 1975 – 2012 wurde der höchste Grundwasserflurabstand mit 39,77 m NHN und der niedrigste mit 40,85 m NHN gemessen.



**Abbildung 8: Darstellung des Grundwasserverlaufes**

Das Untersuchungsgebiet liegt innerhalb des Grundwasserkörpers DEBB\_HA\_OH 3.



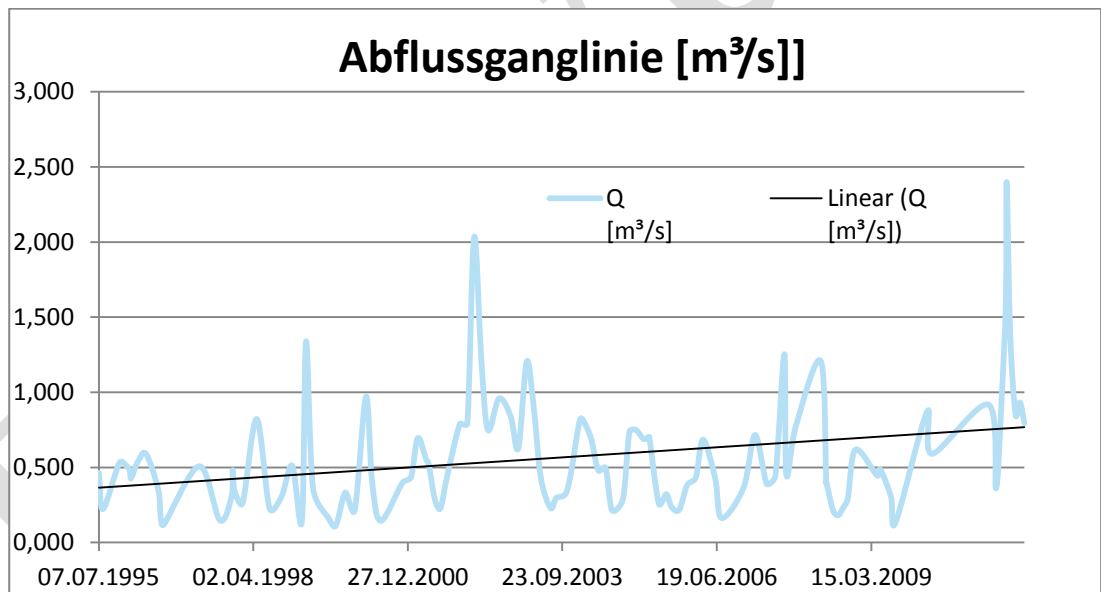
Die Grundwasserfließrichtung wird zum größten Teil durch das Netz der Oberflächengewässer, insbesondere durch den Hauptvorfluter bestimmt. Allgemein lässt sich eine Fließrichtung des Grundwassers von Ost nach West Richtung Havel feststellen.

Für die Abflusssituation hat der Grundwasserleiter in Verbindung mit seiner Höhenlage und dem Oberflächenrelief eine hohe Bedeutung. Größtenteils befinden sich im Bereich der Grundwassertoplagen gering wasserdurchlässige Lehmflächen, die zudem vermutlich durch Dränung künstlich zum nächstgelegenen Vorfluter entwässert werden. Die Folgen sind ein rasches und starkes Ansteigen des Oberflächenwasserabflusses in den Vorflutern, nach größeren Regenereignissen und ein rapide zurückgehender Abfluss während mehrwöchiger Trockenwetterperioden.

**3.7.2 Abflüsse und Wasserstände**

Das Döllnfließ hat ein Gesamteinzugsgebiet von 222,6 km<sup>2</sup>. Das Teileinzugsgebiet für den betrachteten Abschnitt beträgt laut Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg (LUGV) 196 km<sup>2</sup>.

Die Übergabe der Hauptabflusswerte (Pegelmessung Wehr Höpen) erfolgte durch das LUGV. Für den Betrachtungsstandort des Döllnfließes Wehr Höpen liegen unregelmäßige Messungen (106 Stk.) der Reihe 1995/2011 vor. Diese sind in der folgenden Abbildung dargestellt.



**Abbildung 9: Diagramm, Abflussganglinie Wehr Höpen**

Die vorherrschenden Abflusswerte wurden über Analogiebetrachtungen näherungsweise abgeschätzt.

**Tabelle 4: Abflusshauptwerte für den Untersuchungsabschnitt LUGV**

Abflusshauptwerte	Abflüsse [m <sup>3</sup> /s] Pegel Höpen AEZG= 196 km <sup>2</sup>
MNQ	~ 0,232
MQ	~ 0,566
MHQ	~ 1,05

Der Pegel Höpen (AEZG = 196 km<sup>2</sup>) ist mit einer automatischen Messstation ausgestattet die neben dem Durchfluss auch den Wasserspiegel misst. Der über den Zeitraum (1995-2011) ermittelte mittlere Hochwasserstand liegt bei 40,5 mNHN m und der mittlere Niedrigwasserstand bei 40,43 mNHN. Der Mittelwasserstand beträgt somit ca.40,46 mNHN. Der höchste gemessene Wasserspiegel trat mit 41,33 mNHN während des Hochwasserereignisses 2011 auf. Der niedrigste aufgenommene Wasserspiegel lag im August 1996 bei 39,99 mNHN.

Im Zuge der Vermessung wurden am 25.11.2014 folgende Wasserspiegellagen erfasst.

**Tabelle 5: Wasserspiegellagen der Vermessung**

Döllnfließ	Vosskanal	Schnelle Havel
40,18 mNHN	42,56 mNHN	39,51 mNHN

## **4 PLANUNGSGRUNDSÄTZE**

### **4.1 Rahmenbedingungen / Restriktionen**

Aus der Aufgabenstellung, den Ergebnissen der Umweltverträglichkeitsvorprüfung und der Abfrage der TÖB ergeben sich folgende Rahmenbedingungen bzw. Restriktionen bei der Maßnahmenplanung:

- Durchgängigkeit des Dükers für aquatische Lebensformen
- Einhaltung der im DWA-Merkblatt A-125 aufgeführten Anforderungen
- Keine Absenkung der Wasserspiegellagen im Oberwasser des geplanten Dükers
- Abführen von Hochwasserereignissen über den Düker
- Hochwassersicherheit der angrenzenden Gebiete

### **4.2 Einflußfaktoren auf die Passierbarkeit von Dükern**

Die Passierbarkeit von Querbauwerken für aquatische Lebewesen wird von mehreren Faktoren bestimmt, die sich wie folgt grob zusammenfassen lassen:

- Rohrlänge je größer desto schlechter
- Rohrdurchmesser je kleiner desto schlechter
- Gefälle im Dükerrohr je steiler desto schlechter
- Fließgeschwindigkeit im Dükerrohr je größer desto schlechter
- Sediment je weniger desto schlechter,

Die Beeinflussung der Wanderung ist je nach Fischart unterschiedlich und hängt unter anderem auch von der Fischgröße ab. Die entscheidende Einflussgröße für Makroinvertebraten stellt eine nicht vorhandene bzw. gestörte Sohlsubstratschicht dar.

### **4.3 Zuwegung**

Der Projektbereich teilt sich in die zwei Bereiche Startgrube und Zielgrube auf, wobei sich die Startgrube auf der östlichen Seite des Vosskanals befindet und die Zielgrube auf der westlichen Seite. Der Bereich der Startgrube ist von der Bundesstraße B167 kommend über die Landstraße L 21 (Zehdenicker Chaussee) und anschließend über zu errichtende Baustraßen zu erreichen. Der westliche Baubereich kann über den schmalen, asphaltierten Deichverteidigungsweg (Fahrradweg) zum einen von der Schleuse Bischofswerder (südlich) und aus der Ortslage Krewelin (nördlich) erreicht werden. Eine Stellungnahme mit den Randbedingungen für eine Nutzung des Weges und die Erlaubnis hierfür sind im Zuge der Genehmigungsplanung beim WSA zu erfragen. Des Weiteren ist die Möglichkeit des Transportes von Baumaterial über den Vosskanal zu prüfen. Eine Zuwegung zur Zielgrube mit „schwerem Gerät“ (Kran, Schwerlastwagen) ist für die Bergung des Bohrkopfes zwingend notwendig.





**Abbildung 10: Ausschnitt Übersichtslageplan Zuwegung**

Es besteht die Möglichkeit Material über den Vosskanal, per Schiff, zum Projektgebiet zu transportieren. Diesbezüglich wäre eine temporäre Anlegestelle herzustellen und die Schifffahrt entsprechend zu regeln. Ein Übersichtslageplan ist dem Anhang beigelegt.

#### 4.4 Gestaltungshinweise/Planungsgrundsätze

Wird der Bau von Dükeranlagen nicht nach der reinen Leistungsfähigkeit des Bauwerks, sondern nach den ökologischen Anforderungen von Fischen und Makroinvertebraten gestaltet ergeben sich folgende grobe Planungsgrundsätze:

- Betrachtung der Querschnittsgestaltung nach fischökologischen Grundlagen
- Betrachtung der lokalen Fischfauna
- Berücksichtigung schwimmschwacher Arten (besonders Anhang II FFH-Arten)
- Strömungsgeschwindigkeiten bei MQ-Abfluss  $\leq 0,20$  m/s
- Einbau von Wanderhilfen (z.B. Ankersteine) für leistungsschwache Kleinfischarten
- Einbau von Wanderhilfen (z.B. Bürstenmatten) für Makroinvertebraten und/oder Glasaale
- Möglichst flache Neigung von Zulauf- und Ablaufschächten
- Vermeidung von Senkrechten Dükerschächten

In der DIN 19661-1 sind die grundsätzlichen Planungs- und Gestaltungsrichtlinien genannt. Demnach sind Düker nach der Bauform mit Rohrdurchlässen vergleichbar.

Hierbei wird noch je nach Schwankungsbereich des Oberwassers zwischen Dükern mit einem und mit mehreren Rohren unterschieden. Betriebstechnisch werden Düker wie folgend unterschieden:

- Gelegentliche Reinigung nach Stilllegung
- Düker mit Einrichtungen zum Reinigen (Spülvorrichtung, mechanische Reinigung)

Verrohrungen sollten aus Gründen der Wartung begehbar ( $h_{\min}=1,2$  m;  $b_{\min}=0,6$  m) bzw. mind. bekriechbar ( $h_{\min}=0,8$  m;  $b_{\min}=0,6$  m) gestaltet werden.

#### 4.5 Wasserspiegellagen

Zur Festlegung der endgültigen Höhen des Ein- und Auslaufes des Dükerbauwerks müssen die Wasserspiegellagen sowohl im Döllnfließ als auch in der Schnellen Havel vorliegen. Die Einleitung des Wassers aus dem Döllnfließ in die Schnelle Havel beeinflusst die Wasserspiegellagen der Schnellen Havel.

Die Wasserspiegellagen der Schnellen Havel sind unter Berücksichtigung des eingespeisten Wassers vor Beginn der Arbeiten zur Entwurfs- und Genehmigungsplanung zu errechnen und festzulegen. Ebenso sind verbindliche Wasserspiegellagen für das Döllnfließ im Oberwasser des geplanten Dükers festzulegen. Bei der Festlegung der Wasserspiegellagen sind neben den Belangen der Grundstückseigentümer auch evtl. Maßnahmen des GEK „Döllnfließ“ zu berücksichtigen.

#### 4.6 Zulässige Fließgeschwindigkeit?

Die zulässige Fließgeschwindigkeit innerhalb des Dükers richtet sich nach den rheoaktiven Arten. Diesbezüglich sind insbesondere die FFH-Arten zu berücksichtigen.

Die Schwimmgeschwindigkeit und die Ausdauer von Fischen lässt sich gemäß DWA Merkblatt M-509 in drei Zonen gliedern.

##### Dauergeschwindigkeit:

Ist die normale Schwimmgeschwindigkeit von Fischen, die nahezu ermüdungsfrei aufrechterhalten werden kann. Als Anhalt für die maximale Dauergeschwindigkeit kann gemäß JENS et al. (1997) aus der Literatur folgende Formel abgeleitet werden.

$$v_{Dauer} \approx 2L_{Fisch} / \text{Sekunde}$$

##### Gesteigerte Geschwindigkeit:

Ist eine zur Dauergeschwindigkeit gesteigerte Geschwindigkeit, die der Fisch für bis zu 200 Minuten aufrechterhalten kann, sie beträgt ca. 40-50% der Sprintgeschwindigkeit. Als Anhalt für die gesteigerte Geschwindigkeit kann gemäß JENS et al. (1997) aus der Literatur folgende Formel abgeleitet werden.

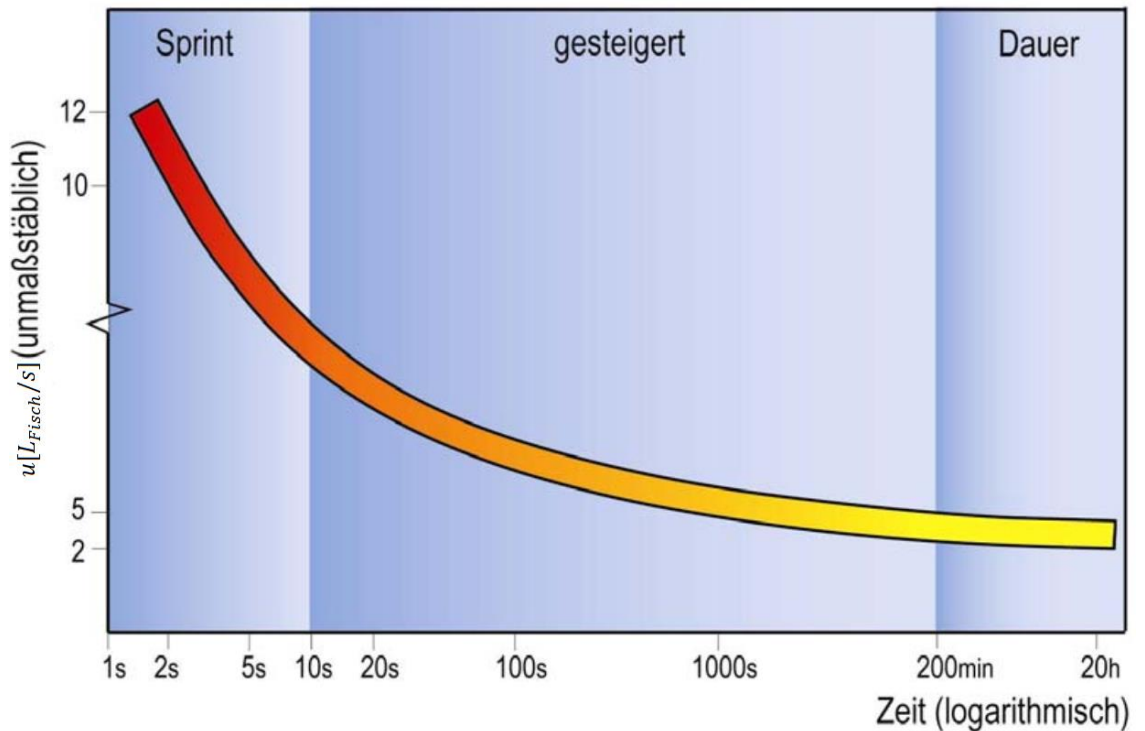
$$v_{gesteigert} \approx 5L_{Fisch} / \text{Sekunde}$$

Sprintgeschwindigkeit:

Die Sprintgeschwindigkeit ist die maximale Geschwindigkeit, die ein Fisch erreichen kann und ist von dessen Körpergröße und der maximalen Schwanzschlagfrequenz abhängig. Sie kann nur für wenige Sekunden aufrechterhalten werden.

$$v_{Sprint} \approx 10L_{Fisch}/Sekunde$$

Die drei Zonen der Schwimgeschwindigkeiten sind in der folgenden Abbildung 11 graphisch dargestellt.



**Abbildung 11: Schwimgeschwindigkeiten von Fischen**

(Quelle: DWA M-509)

Zur Festlegung der für die Planung des Dükers notwendigen maximalen Fließgeschwindigkeit ist anhand der vorkommenden Fischarten zu bestimmen. Diesbezüglich wurden in der folgenden Tabelle die verschiedenen Schwimgeschwindigkeiten der vorkommenden FFH-Arten aufgelistet.

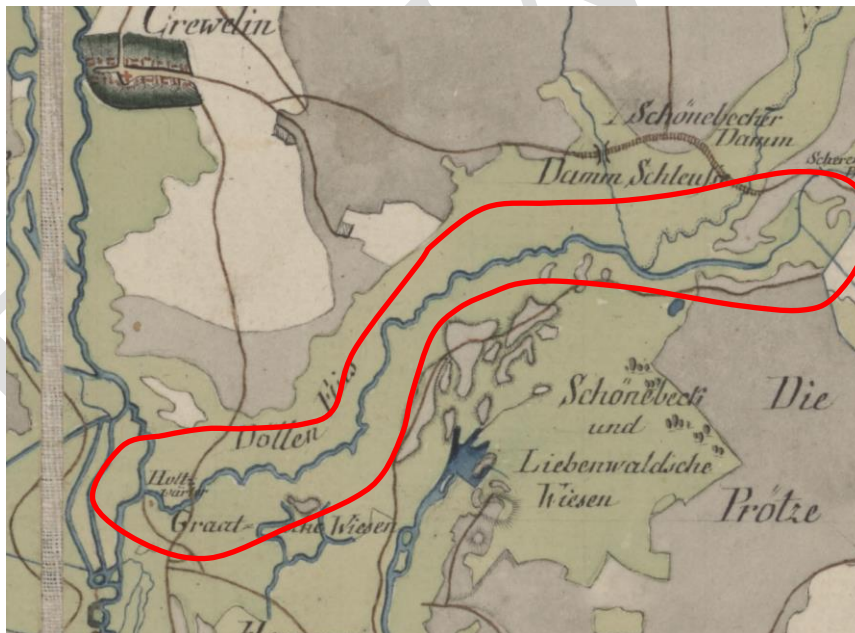
**Tabelle 6: Schwimmggeschwindigkeitender rheoaktiver Fischarten**

Fischart	Größe [cm]	Dauer Geschw. [m/s]	Gesteigerte Geschw. [m/s]	Sprint Geschw. [m/s]
Rapfen	Ca. 80	1,60	4	8
Steinbeißer	8-10	0,16-0,20	0,40-0,50	0,8-1,0
Schlammpeitzger	20-30	0,40-0,60	1,0-1,50	2,0-3,0
Bitterling	6-9	0,12-0,18	0,3-0,45	0,6-0,9

Der Bitterling ist die kleinste vorkommende FFH-Art und wird lediglich vom Stichling (4-8 cm) unterboten. Die Planung für die Dimensionierung des Dükers geht somit von der „gesteigerten Geschwindigkeit“ des Bitterlings aus. Die mittlere Fließgeschwindigkeit bei Mittelwasserabflüssen sollte 0,3-0,45 m/s nicht überschreiten.

#### 4.7 Durchgängigkeit

Das primäre Ziel der Maßnahme ist das Ableiten des Wasserdargebots des Döllnfließ in die „Schnelle Havel“ um dort die Bedingungen des Fließgewässertyps (Typ 15) zu verbessern. Durch das Wiederanschießen des Döllnfließes an das Wassersystem der „Schnellen Havel“ wird der ursprüngliche Verlauf (s. Abbildung 12) des Fließes wieder hergestellt.


**Abbildung 12: Historischer Verlauf des Döllnfließes**

Zur Erreichung eines „guten“ ökologischen Zustands ist gemäß der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) die ökologische Durchgängigkeit eines Gewässers zwingend. Nach der damaligen Trennung des Döllnfließes von der Schnellen Havel durch den Vosskanal entwässert das Döllnfließ über einen ca. 3,2 km langen künstlichem Graben in den Vosskanal. Dieser Graben sichert momentan die ökologische Durchgängigkeit des Gewässers. Bei der Errichtung eines Dükers sind die Randbedingungen für eine ökologische Durchgängigkeit zu berücksichtigen.

Dükeranlagen stellen in der Regel ein Wanderhindernis dar, da ihre Konstruktion und die dadurch auftretenden Strömungsverhältnisse nicht auf ein Durchwandern ausgelegt werden. Düker funktionieren nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren, wodurch der Wasserspiegel am Dükerunterhaupt gleich dem Wasserspiegel am Dükeroberhaupt abzüglich der Rohrreibungsverluste ist.

Durch die U-Förmige Gestaltung lagert sich am Tiefpunkt des Dükers Sediment (Sand, Steine) an. Konventionelle Düker werden so dimensioniert, dass eine gewisse Grenzgeschwindigkeit ( $v_{\text{Grenz}} > 1 \text{ m/s}$ ) im Düker nicht unterschritten wird bzw. das in regelmäßigen Abständen erhöhte Fließgeschwindigkeiten auftreten, die für eine Reinigung des Dükers sorgen und das akkumulierte Material austragen. Weiterhin können innerhalb des Dükerrohres Turbulenzen entstehen. Im Einlaufbereich von Dükern treten häufig, gerade bei niedrigen Abflüssen, sehr kleine Fließquerschnitte auf, wodurch besonders hochrückentartigen Fischen das Aufwandern erschwert bzw. dieses verhindert wird. Des Weiteren treten durch einen verringerten Fließquerschnitt erhöhte Fließgeschwindigkeiten auf, was sich wiederum nachteilig auf kleine und schwimmschwache Arten auswirkt.

Ist die Sohle des Dükers nicht mit Substrat bedeckt, stellt dieser ein erhebliches Hindernis für Aquatische Wirbellose dar, da diese sich größtenteils innerhalb des Sedimentes bewegen.

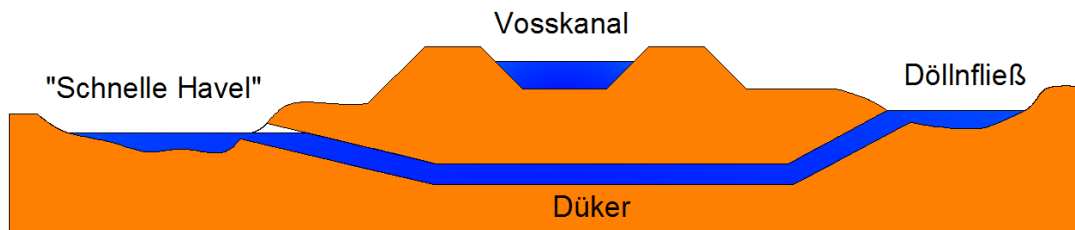
Verklausungen am Dükeroberhaupt nach Hochwasserereignissen oder durch mangelnde Wartung stellen für eine Wanderung temporäre Behinderungen dar.



## 4.8 Düker

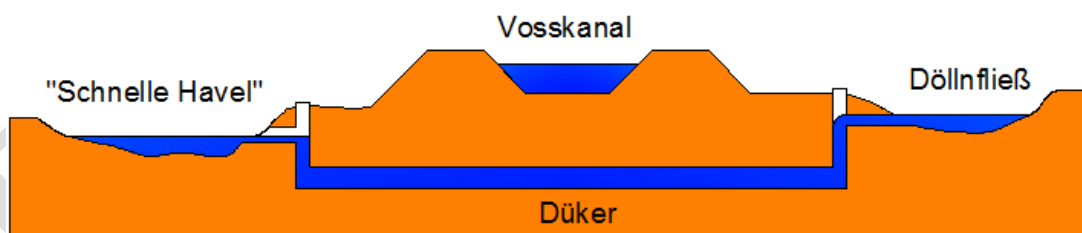
### 4.8.1 Definition

Ein Düker dient der Unterquerung einer Straße, eines Tunnels oder eines Flusses für verschiedene Medien (Strom, Gas, Flüssigkeiten). Im vorliegenden Fall soll das „Döllnfließ“ unter dem Vosskanal hindurch „gedükert“ werden. Schematische Darstellungen möglicher Dükerbauweisen sind in den Abbildung 13 und Abbildung 14 dargestellt.



**Abbildung 13: Schematische Darstellung eines Dükers (geneigte Dükerschächte)**

Ein Düker funktioniert nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren, Flüssigkeiten in Röhren, die miteinander verbunden sind, pegeln sich stets auf das gleiche Niveau ein. Fließt nun auf einer Seite (Dükeroberhaupt) Wasser hinzu, so erreicht sie auf der anderen Seite (Dükerunterhaupt) dasselbe Höhenniveau. Da Einlauf und Auslauf auf gleicher Höhe, bzw. der Auslauf etwas tiefer, liegen, fließt dieselbe Menge am anderen Ende heraus. Die Wasserspiegeldifferenz in den beiden verbundenen Gewässern unterscheidet sich somit einzig durch die auftretenden Rohrreibungsverluste. Gleiches gilt in umgekehrter Richtung, stellt sich im Bereich der Schnellen Havel ein höherer Wasserspiegel als im Döllnfließ ein, ergibt sich ein Rückstau ins Döllnfließ, wodurch der Wasserspiegel dort ansteigt.



**Abbildung 14: Schematische Darstellung eines Dükers (senkrechte Dükerschächte)**

Liegt der Wasserspiegel des „gedükerten“ Gewässers wesentlich über dem der Vorflut, müssen Maßnahmen zur Senkung der Wasserspiegeldifferenz vor Einlauf ins Dükeroberhaupt getroffen werden. Sohlrampen in Beckenbauweise können zu diesem Zweck herangezogen werden und gleichen durch ihren definierbaren Spaltenabfluss und die abgestuften Riegel Wasserspiegeldifferenzen aus.



## 4.8.2 Bauweisen

Die Bauweise von Dükern ist abhängig von den örtlichen Begebenheiten, da sich die Abfluss-Verhältnisse der angeschlossenen Gewässer bei Hoch-, Mittel- und Niedrigwasserständen unterscheiden. Der Düker besteht aus einem Einlauf- und Auslaufbauwerk aus Stahlbeton und dem dazwischen liegenden Dükerrohr. Der Querschnitt des Dükerrohres ist in der Regel kreis- oder rechteckförmig und muss bei einer Länge von 50 m bis 100 m mindestens einen Durchmesser von 1,00 m besitzen, damit er begehbar ist. Die Dükerrohre werden entweder in Stahlbauweise mit einem Korrosionsschutz aus Epoxidharzen bzw. Schleuderbeton oder in Betonbauweise hergestellt. Düker an Bächen und Gräben mit großen Hochwasserabflüssen können mit Hoch- und Niedrigwasserrohren ausgestattet werden, um die Entwässerung jederzeit zu gewährleisten. Die Planung geht in den Variantenuntersuchungen der vorliegenden Planung von Stahlbeton als Rohrmaterial aus.

Unabhängig von der Bauweise des geplanten Dükers sind die Regeln und Vorschriften des DWA-Merkblattes A-125 zu berücksichtigen. Die Wahl des Vortriebverfahrens, die erforderliche Einrichtung und die Durchführung des Rohrvortriebs werden Unter anderem beeinflusst von [20]:

- Ober- und unterirdischen Bauwerken und Anlagen
- Baugrund- und Grundwasserverhältnissen
- Ver- und Entsorgungsmöglichkeiten
- Vortriebslänge und Trasse
- Abmessungen und Werkstoffen der Vortriebsrohre
- Planungen Dritter
- Umweltaspekten
- Behördlichen Auflagen

Maßgeblich für die verlegte Tiefe und somit die Länge des Dükers ist die einzuhaltende Mindestüberdeckung zwischen Rohrscheitel und Sohle der Bundeswasserstraße. Der Vosskanal ist nach Aussagen des WSA im betrachteten Bereich ungedichtet, womit gemäß DWA M-125 folgende Mindestüberdeckung einzuhalten ist.

- $2 \times D_a \leq h_{\min} \geq 3,0 \text{ m}$  (Rohrvortrieb)
- $10 \times D_a \leq h_{\min} \geq 5,0 \text{ m}$  (HDD-Verfahren)

Die Planung geht von einem Rohrvortrieb mit einer Überdeckung  $3 \times D_a = 7,2 \text{ m}$  ( $1 \times D_a$  Sicherheitsaufschlag) aus.

### 4.8.2.1 Offene Bauweise

Bei der offenen Bauweise wird das Dükerrohr vor dem Einbau vollständig fertiggestellt und anschließend mittels Hebetchnik in die vorbereitete Baugrube eingebaut. Ein Einbau des Dükers in „fließender Welle“ ist prinzipiell möglich. Im betrachteten Fall wird das zu querende Gewässer (Vosskanal) jedoch von Hochwasserschutzdeichen begrenzt, des Weiteren liegt der Wasserspiegel (WSP) des Vosskanals ca. 2 m oberhalb des WSP-Döllnfließ und ca. 3 m oberhalb des WSP-Schnelle Havel. Ein Einbau in „offener Bauweise“ wird somit von vornherein ausgeschlossen.

#### 4.8.2.2 Geschlossene Bauweise

Lassen die örtlichen Gegebenheiten eine „offene Bauweise“ nicht zu, muss eine geschlossene Bauweise gewählt werden. Hierbei wird das Dükerrohr je nach angewandtem Verfahren aus einer Startgrube mittels hydraulischer Vorrichtungen durch den Untergrund in die Zielgrube gepresst oder gezogen.

#### 4.8.2.3 Anzahl der Dükerrohre

Der Einbau eines einzelnen Dükerrohres ist nicht zwanghaft. Es besteht die Möglichkeit den Abfluss, auf mehrere kleinere Rohre aufzuteilen. Bei der Festlegung der Leitungsanzahl sind speziell bei der geforderten ökologischen Durchgängigkeit jedoch mehrere Faktoren zu beachten.

- Größe der Einbauten und somit Einengung des Fließquerschnittes
- Breite des benötigten Wanderkorridors (artenabhängig)
- Einhaltung der o.g. Planungsgrundsätze
- Gefahr der Verklausung steigt bei Verkleinerung des Querschnitts
- Finanzielle Einflussfaktoren
- Abstand der Einlaufbauwerke zueinander (Mindestabstand bei Vortrieb ist abhängig vom Bodentyp)

Die notwendigen Maße des geplanten Dükers werden im Abschnitt 6.1 ermittelt.

#### 4.8.3 Start / Zielgrube

##### 4.8.3.1 Startgrube

Nach Festlegung der Achse des geplanten Dükers wird die Startgrube errichtet, hierfür werden Spundwände in rechteckiger Form bis in die entsprechende Tiefe getrieben (ca. 3 m tiefer als Dükersohle). Das Erdreich wird anschließend mit konventioneller Hebetechnik gefördert und zwischengelagert. Durch die voraussichtlich große Tiefe der Baugrube wird es notwendig, die Spundwände zum Erreichen der Standsicherheit gegeneinander zu versteifen.

Die unmittelbare Nähe der Startgrube zu zwei Gewässern (Vosskanal, Döllnfließ) bedingt zwangsläufig den Eintritt von Grundwasser in die Baugrube, weshalb der größere Anteil des Erdreichs unter Wasser ausgehoben wird. Die Sohle der Baugrube muss aus Gründen der Auftriebssicherheit ausreichend dimensioniert werden. Sie wird aus Unterwasserbeton hergestellt und kann Materialstärken zwischen 1,0 und 2,5 m erreichen. Die notwendige Dicke der Sohle wird im Zuge der Genehmigungsplanung nach statischen Gesichtspunkten ermittelt und nachgewiesen. Zur Aufnahme der Schubkräfte, die beim Pressen des Dükerrohres auftreten, wird an der entgegengesetzten Seite der Baugrube ein Betonwiederlager hergestellt.

#### **4.8.3.2 Zielgrube**

In der Zielgrube wird der Bohrkopf geborgen und der Anschluss der Dükerleitung an das bestehende Gewässer hergestellt. Je nach Größe des Bohrkopfes wird zu dessen Bergung entsprechender Aufwand notwendig. Die Bohrköpfe sind in der Regel nicht zerlegbar und müssen unter Zuhilfenahme von Krantechnik geborgen werden. Ein Bohrkopf kann, je nach Dimension zwischen 17 und 30 Tonnen Gewicht aufweisen.

#### **4.8.4 Wasserhaltung**

Die Wasserhaltungsmaßnahmen beschränken sich auf das Abpumpen von Sickerwasser innerhalb der Baugruben (Start- und Zielgrube). Eine Grundwasserabsenkung im Baugrubenbereich ist aufgrund der unmittelbaren Gewässernähe nicht möglich. Die Standsicherheit des Deiches (Vosskanal) kann durch veränderte Grundwasserfließrichtungen beeinträchtigt werden. Dies ist im Zuge der Genehmigungsplanung sicher auszuschließen.

#### 4.8.5 Flächenbedarf

Während der Bauzeit kommt es zur Beanspruchung mehrerer Flurstücke im Projektbereich (s. Tabelle 7).

**Tabelle 7: Betroffene Flurstücke**

Landkreis	Gemeinde	Gemeindeschl.	Gemarkung	Flur	Flurnummer
OHV	Liebenwalde	12065193	Liebenwalde	103	1
OHV	Liebenwalde	12065193	Liebenwalde	103	2
OHV	Liebenwalde	12065193	Prötze 1	1	9
OHV	Liebenwalde	12065193	Prötze 1	1	10
OHV	Liebenwalde	12065193	Prötze 1	1	11
OHV	Liebenwalde	12065193	Prötze 1	1	16
OHV	Liebenwalde	12065193	Liebenwalde	103	17
OHV	Zehdenick	12065356	Krewelin	3	22
OHV	Liebenwalde	12065193	Prötze 1	2	27
OHV	Liebenwalde	12065193	Prötze 1	1	36
OHV	Liebenwalde	12065193	Prötze 1	1	37
OHV	Liebenwalde	12065193	Prötze 1	1	34/2
OHV	Liebenwalde	12065193	Prötze 1	1	35/2
OHV	Liebenwalde	12065193	Prötze 1	1	5/2

Die jeweiligen Eigentümer sind im Zuge, der Entwurfs- und Genehmigungsplanung zu ermitteln und zu beteiligen.

#### 4.8.6 Durchgängigkeit für Makroinvertebraten

Makroinvertebraten (z.B. Libellenlarven, Köcherfliegenlarven, etc.) benötigen eine durchgängige Substratschicht zum Aufwandern, diese ist in herkömmlichen Dükeranlagen nicht gegeben. Zwar bilden akkumulierende Sande im Tiefpunkt der Düker eine Substratschicht, diese wird jedoch in der Regel bedingt durch die Bauform des Dükers bei höheren Abflussverhältnissen wieder ausgespült und ist somit nicht permanent vorhanden. Diesbezüglich schlägt die Planung den Einbau von Borsten besetzten Matten ähnlich Kunstrasen und/oder den Einbauten von Borstenfischpässen vor (s. Abbildung 15).

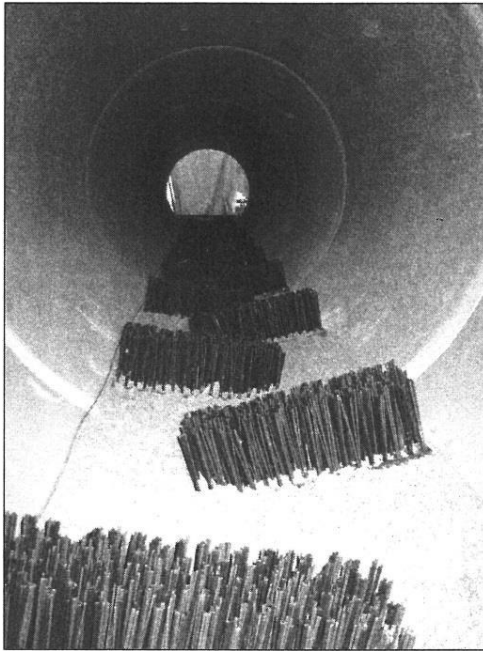


**Abbildung 15: Bsp.: für Kunstrasen und Borstenfischpasseinbauten**

Diese Matten werden im Düker im Bereich zwischen den Einbauten (Borsten; Ankersteine) angeordnet und im Ein- und Auslaufbereich in die Sohle geführt um einen nahtlosen Übergang an die Sohle der beiden Gewässer zu schaffen. Durch die eng anliegenden Borsten entstehen Strömungsverhältnisse ähnlich denen in der Gewässersohle. Durch die Materialwahl sowie die Wahl der Dicke und Länge der Borsten können Strukturen ausgebildet werden die bei niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten aufrecht stehen und so eine große Fläche zum Durchwandern bieten. Bei größeren Strömungsgeschwindigkeiten flachen sich diese ab und geben dadurch einen größeren Fließquerschnitt frei. Die Strömungsgeschwindigkeit verringert sich.



#### 4.8.7 Einbauten in der Dükersohle



**Abbildung 16: Borsten in einem Grundablassstollen**

Quelle: [14]

Die Strömungscharakteristik innerhalb eines Dükers lässt sich am einfachsten als homogen beschreiben. Diese Homogenität, die durch eine gleichmäßige Fließgeschwindigkeit und durch das Fehlen einer Substratschicht gekennzeichnet ist, bietet keinerlei Ruhezone für aufwandernde Fische. Aufgrund der geringen Fließgeschwindigkeiten ist im Bereich des geplanten Dükers auch nicht mit erhöhtem Sedimenttransport zu rechnen, wodurch die Ausbildung einer „natürlichen“ Substratschicht innerhalb des Dükers unwahrscheinlich wird bzw. dessen Aufbau sehr langwierig ist. In dem geneigten Bereichen des Dükers würde sich zudem kein Material anlagern. Die Planung sieht den Einbau von Borstenelementen, ähnlich wie in Abbildung 16 dargestellt oder den Einbau von Ankersteinen vor. Die Borsten/Steine erzeugen einen Strömungsschatten und bilden so Ruhezone hinter den Borstenelementen.

Im Vergleich zur herkömmlichen Lösung mit Steinen können folgende Vorteile der Borstenelemente angeführt werden [14]:

- Dimensionierung und Ausführung nach den lokal maßgebenden Bedingungen
- einfache Montage, da mit Menschenkraft leicht zu transportieren
- flacher Aufbau
- einfache Unterhaltung durch Auswechseln der Elemente
- relativ geringe Kosten

Die Einbauten dienen der Ausbildung von Ruhezone in einem relativ homogenen Strömungsbereich, sie dienen nicht dem Aufstau. Die Länge der Borsten bzw. der Einbauten muss somit geringer wie z.B. in Fischpässen gewählt werden. Die Planung sieht zur Ausbildung geeigneter Ruhezone eine Höhe von ca. 30 cm vor. Die Einbauten werden wechselseitig, in einem Abstand von 1,5 m in die Sohle eingebaut.

Nachteil der Borsten ist das Material, aus dem diese bestehen. Kunststoffe geben im Laufe der Zeit die für die Biegsamkeit notwendigen Weichmacher ab, die Borsten werden spröde und können brechen bzw. geben bei höheren Fließgeschwindigkeiten nicht mehr nach. Es besteht auch die Möglichkeit feste Einbauten in Form von Ankersteinen zu installieren.

Im Vergleich zur o.g. Lösung mit Borsten können folgende Vorteile angeführt werden:

- Dimensionierung und Ausführung nach den lokal maßgebenden Bedingungen
- flacher Aufbau
- langlebig, da so gut wie kein Verschleiß

#### **4.8.8 Gestaltung des Einlaufbereiches**

Wie unter 4.7 bereits erwähnt, treten gerade bei geringen Abflüssen, durch den resultierenden niedrigen Wasserspiegel, Behinderungen im Ein- und Auslaufbereich des Dükers auf. Die sich einstellende Wassertiefe ist für sehr hochrückige Arten zu gering und die Strömungsgeschwindigkeiten für kleine Arten zu hoch. Zur Sicherstellung eines ausreichenden Wasserspiegels am Dükerober- und unterhaupt wird dem Düker jeweils ein Becken vor- und nachgeschaltet. Über einen definierten Spaltenabfluss kann so eine ausreichende Wassertiefe in den Becken gewährleistet werden. Die Dimensionierung der Spaltenbreite richtet sich, wie die Dimensionierung der Sohlgleite, nach der vorkommenden Fischfauna. Gemäß [15] befindet sich das Döllnfließ in der Brachsenregion, wodurch sich spezifische Wassertiefen, Strömungsgeschwindigkeiten und Leistungsdichten innerhalb von Fischaufstiegsanlagen ergeben (s. DWA-M506). Eine Dimensionierung sowie die hydraulische Berechnung erfolgen im Zuge der Entwurfs- und Genehmigungsplanung, überschlägliche Rechnungen ergeben eine Spaltbreite von 50 cm bei einer Wassertiefe von ca. 50 cm in den Becken.

#### **4.9 Wehr Höpen**

Das Wehr Höpen dient zur Regulierung der Wasserspiegellagen im Döllnfließ. Wie bereits unter 3.6 beschrieben wird es momentan nur sporadisch gesteuert und ist im Normalfall geschlossen. Seit dem Hochwasser 2011 ist es dauerhaft geöffnet. Durch den Bau eines Dükers im Oberwasser des Wehres ergeben sich mehr Möglichkeiten der weiteren Verwendung des Wehres.

Die nachfolgend erläuterten Nutzungsmöglichkeiten machen den Verschluss der Fischaufstiegshilfe notwendig.

##### **4.9.1 Notüberlauf**

Im Falle eines extremen Hochwasserereignisses, das nicht über den geplanten Düker abgeführt werden soll oder bei dem, der Rückstauereffekt in das Döllnfließ zu groß wird, kann das Wehr „Höpen“ geöffnet und der bestehende Verlauf als Vorflut verwendet werden.

Bei Störungen im Betrieb des Dükers (z.B. Verklüftung) und einem daraus resultierenden Wasserstau im Oberwasser, kann das Wehr ebenfalls als Notüberlauf dienen.

##### **4.9.2 Wartungsvorflut**

Dükeranlagen sind gemäß DIN 19661-1 in regelmäßigen Abständen zu inspizieren und wenn notwendig zu warten. Für den Fall einer notwendigen Trockenlegung des Dükers kann das bestehende Bachbett als Vorflut genutzt werden.

### **4.9.3 Erhalt des ökologischen Systems**

Der bestehende Verlauf des Döllnfließes ist ab dem Wehr Höpen künstlich hergestellt und somit nicht zwangsläufig schützenswert. Im Laufe der Zeit haben sich durch Totholzeinlagerungen biologische Nischen gebildet. Die Erhaltungswürdigkeit ist zu prüfen.

Alle hier vorgeschlagenen Varianten beinhalten den Erhalt des bestehenden Gewässerbettes und des Wehres.

Bei Bau des Dükers sieht die Planung vor, das ankommende Wasser des Döllnfließes vollständig über diesen abzuleiten. Es ist somit sicherzustellen, dass kein nennenswerter Wasserverlust am Wehr Höpen auftritt.

Prinzipiell ergeben sich mehrere Möglichkeiten zum Absperren des Döllnfließes.

### **4.9.4 Nutzung des Wehres Höpen**

Der in das Wehr Höpen integrierte Fischaufstieg wird vollständig verschlossen und die Wehrtafel wird gesetzt. Die zu erreichenden Wasserspiegellagen sind im Zuge der Entwurfs- und Genehmigungsplanung in Abstimmung mit den entsprechenden Behörden festzulegen. Die Geometrie der Wehrtafel ist in diesem Zuge gegebenenfalls anzupassen (evtl. Erhöhung). Das Wehr wäre somit ein wesentlicher Bestandteil des Konzeptes. Bei Erhalt des Wehres Höpen ist die Standsicherheit des Wehres sicherzustellen. Das Bauwerk sollte einer Bauwerksprüfung unterzogen werden, um eine evtl. Sanierungsbedürftigkeit zu prüfen. Wird das Wehr als sanierungsbedürftig eingestuft, ist eine Sanierung vor Beginn der Bauarbeiten am Düker durchzuführen.

### **4.9.5 Bau eines Abschlussbauwerks**

Die einfachste Möglichkeit zum Wasserrückhalt ist die Errichtung eines Abschlussbauwerks in Form eines Dammes im direkten Oberwasser des Wehres Höpen. Ein Damm stellt die günstigste Variante dar. Der Damm würde mit einer Überlaufschwelle zur Einhaltung eines festzulegenden Wasserspiegels und mit einem Grundablass zum Absenken des Wasserspiegels ausgestattet werden. Der Verbleib des Wehres Höpen wäre im Zuge der Entwurfs- und Genehmigungsplanung zu prüfen, bei einem vollständigen Rückbau ist zusätzlich mit Kosten für den Abbruch und die Entsorgung des Wehres zu rechnen. Die genaue Dimensionierung des Dammes erfolgt im Zuge der Entwurfs- und Genehmigungsplanung.

## 5 BAUWERKUNTERHALTUNG

### 5.1 Grundlagen/Zuständigkeiten

Die rechtliche Grundlage für die Unterhaltung ist durch die §§ 28-30 WHG, § 39 WHG, §100 Satz 1 WHG sowie §§78-86 BbgWG gegeben. Des Weiteren wird in der DIN 19661-1 der prinzipielle Ablauf für eine Instandhaltung aufgezeigt. Das Döllnfließ ist ein Gewässer 1. Ordnung, dessen Pflege und Entwicklung dem Land Brandenburg unterliegt. In der Stellungnahme des Wasser- und Bodenverbandes „Schnelle Havel“ wird darauf hingewiesen, das vor einem Anschluss die Schnelle Havel als ein Gewässer 1. Ordnung festzusetzen ist. Die endgültigen Zuständigkeiten sowie Wartungs- und Inspektionspläne sind im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung und anhand der Beteiligungen der zuständigen Behörden/Zweckverbände festzulegen.

### 5.2 Unterhaltungsumfang

Die Maßnahme am und im Gewässerbett des Döllnfließes stellt einen Eingriff in das bestehende Abflussprofil dar, wodurch auch dessen Unterhaltung beeinflusst wird. Eine Beeinflussung der bestehenden Unterhaltungsmaßnahmen ist in erster Linie im störungsfreien „Transport“ von Treibgut zu sehen. Dieses treibt im Zuge der Gewässermahd bis zum geplanten Düker. Einbauten und Veränderungen des Profils können ein Hindernis für treibendes Mahtgut darstellen. Auch die Einbauten selbst müssen unterhalten werden.

Die folgende Tabelle gibt in Anlehnung an das „Amtsblatt für Brandenburg“ [19] eine Übersicht der Inspektionen am Düker wieder.

**Tabelle 8: Art, Umfang und Häufigkeit der Selbstüberwachung von Dükeranlagen**

Prüfgegenstand	Art der Prüfung	Häufigkeit
Feststellung von Ablagerungen und Schwimmstoffen am Ein- und Auslaufbauwerk	Inaugenscheinnahme	bei Bedarf oder Störung, sonst jährlich
Überprüfung der Funktionsfähigkeit von Schmutzfang, Mess- und Steuereinrichtungen		bei Bedarf oder Störung, sonst jährlich
Überprüfung der Leistungsfähigkeit, Rückstauverhalten	Plausibilitätskontrolle, z.B. Druckhöhenverluste zwischen Ein- und Auslaufbauwerk	nach Störung, sonst in Abhängigkeit von der Bedeutung des Dükers und der technischen Durchführbarkeit
Feststellung sichtbarer Schäden	Optische Inspektion bzw. Inaugenscheinnahme	in Abhängigkeit von der Bedeutung des Dükers und der technischen Durchführbarkeit
Überprüfung der Wasserdichtigkeit	Strang- oder Muffenprüfung oder vergleichbare Prüfmethode	nach Störungen, sonst alle 5 Jahre

Die Inspektionen des Dükerrohres sind, sofern nicht anders notwendig, in gefülltem Zustand, durch Einsatz von Tauchern oder Kamerabefahrungen durchzuführen. Der Sohlbereich des Dükers ist nach ökologischen Belangen (durchgehende Wanderzone), wenn für eine ordnungsgemäße Inspektion nicht nötig, in dem vorgefundenen Zustand zu belassen. Ein verbindlicher Wartungsplan ist im Zuge der Entwurfs- und Genehmigungsplanung, in Abstimmung mit den zuständigen Behörden zu erarbeiten.

ENTWURF



## 6 HYDRAULISCHE BERECHNUNG

### 6.1 Dükerdimensionierung

Die hydraulische Berechnung der erforderlichen Düker-Abmessungen erfolgt durch Anwendung des universellen Fließgesetzes der Rohrströmung.

$$v = -2\sqrt{2gI_E d} \cdot \log\left(\frac{2,51v}{d\sqrt{2gI_E d}} + \frac{k_b}{3,71d_{hy}}\right)$$

Als Grundlage dienen die unter Punkt 3.7.2 genannten Durchflüsse, wobei der mittlere Abfluss (MQ) als maßgeblich für die Dimensionierung des Dükers angesetzt wird. Eine Dimensionierung gemäß DWA Regelwerk nach Q<sub>30</sub>-Q<sub>330</sub>-Regel ist aufgrund lückenhafter Abflussmessungen nicht möglich.

Bezüglich der Dimensionierung und Gestaltung eines ökologisch durchgängigen Dükers wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass für eine solche Maßnahme keinerlei Referenz zur Verfügung steht! Demzufolge kann für eine auf dieser Planung beruhende Umsetzung kein Erfolg garantiert werden! Die notwendigen Randbedingungen werden aus entsprechenden Regelwerken wie z.B. dem DWA-Merkblatt 509 entnommen. Alle Annahmen und Berechnungen beruhen auf Grundlagen anerkannter Regeln der Technik.

#### 6.1.1 Wandrauigkeiten

Wasser, das in einem Rohr (Düker) fließt, erzeugt an dessen Wandungen Reibung. Je rauer dabei die Wandung ist, desto größer sind die dadurch auftretenden Energieverluste. Die Wandrauigkeit ist ein Maß für die Rauigkeit und wird in mm angegeben. Da die Wandungen des Dükers teilweise durch „Einbauten“ verändert werden, wird bei der Berechnung eine gemittelte Wandrauigkeit angesetzt. Neue Stahlbetonrohre weisen eine Rauigkeit zwischen 0,1-0,25 mm auf. Für den Bereich der Einbauten wird eine Wandrauheit von 600 mm angenommen, dies entspricht einer Sohle mit groben Steinen oder Geröll. Für eine genauere Näherung werden die angenommenen Wandrauheiten gemittelt. Bei einer prozentualen Wichtung und der Annahme, dass ein 30 cm hoher Bereich der Sohle mit Einbauten versehen ist, ergibt sich für die Dimensionierung des Dükers eine gemittelte Wandrauheit von 161 mm bei DN 1800.

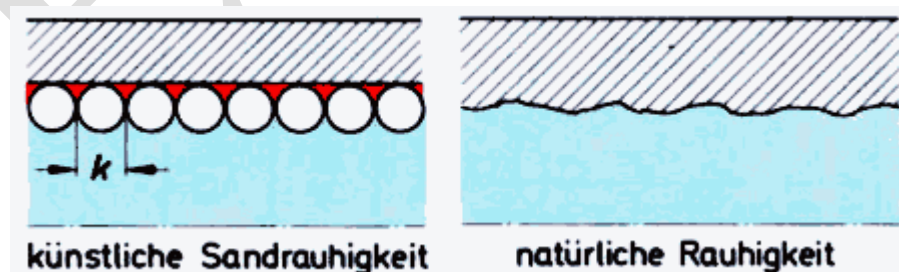


Abbildung 17: graphische Darstellung der Wandrauigkeit [14]

### 6.1.2 Reynoldszahl

Die Reynolds-Kennzahl gibt das Verhältnis der an die Wasserteilchen angreifenden Kräfte (Trägheit, Reibung) an. Die Reynoldszahl ist dimensionslos und man kann aus ihr die auftretenden Strömungszustände (laminar/turbulent) ableiten. Die kritische Reynoldszahl kann nur empirisch ermittelt werden und ist z.B. bei der Strömung in einem glatten Rohr ca. 2300.

### 6.1.3 Rohrreibungszahl

Die Rohrreibungszahl  $\lambda$  ist eine Kennzahl, die zur Berechnung der Druckverluste aufgrund von Rohrreibung dient. Die Rohrreibungszahl ist eine dimensionslose Größe. Zur Bestimmung der Rohrreibungszahl wird die Reynoldszahl benötigt.

### 6.1.4 Hydraulische Berechnungen Dükerleitung

Bedingt durch die örtlichen Gegebenheiten erhält der Düker folgende Merkmale:

#### Eingangsdaten:

Gewählte max. zulässige Fließgeschwindigkeit bei MQ:	$v = 0,45 \text{ m/s}$
Niedrigwasserabfluss:	$MNQ = 0,232 \text{ m}^3/\text{s}$
Mittelwasserabfluss:	$MQ = 0,566 \text{ m}^3/\text{s}$
Hochwasserabfluss:	$MHQ = 1,05 \text{ m}^3/\text{s}$
Höchstes Hochwasser:	$HHQ = 2,4 \text{ m}^3/\text{s}$
Dimensionierungsabfluss:	MQ
Gerinneform:	Kreisquerschnitt
Dükerlänge:	$l = \text{ca. } 100,0 \text{ m}$
Einleitverluste:	$\xi_e = 0,3$
Austrittsverluste:	$\xi_a = 0,2$
Verluste durch Biegungen:	$\xi_B = 0,8$
lichter Umfang:	$l_u$
hydraulische Durchmesser:	$d_{hy}$
Geschwindigkeit:	$v$
Kinematische Zähigkeit:	$\nu_i$
Reynoldszahl:	Re
Gemittelte Rohrwandrauigkeit	$R_b = 161 \text{ mm}$
Energieliniengefälle (Gefälle):	$I_E$
Rohrreibungszahl (Verlustbeiwert):	$\lambda$ (Lambda)

Die Dimensionierung erfolgt über die maximal zulässige Fließgeschwindigkeit bei Mittelwasserabfluss, überschlägige Berechnungen ergaben einen notwendigen Durchmesser von ca. 1,5 m. Aufgrund der Einbauten und einzuhaltender technischer Richtwerte (Durchmesser) empfiehlt die Planung einen Innendurchmesser von 1,8 m (DN 1800).

Hydraulische Durchmesser  $d_{hy}$ :

$$d_{hy} = \frac{4A}{l_u} = 1,8m$$

Reynoldszahl:

$$Re = \frac{v \cdot d_{hy}}{n_{\ddot{u}}} = 366745$$

Verlustbeiwert:

$$\lambda = \left[ -2 \log \left( \frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} \right) + \frac{k_b}{3,71 d_{hy}} \right]^2 = 0,0547$$

Verlusthöhe:

$$h_v = \left( \frac{\lambda L_{Düker}}{d} + \sum \xi \right) \cdot \frac{v^2}{2g} = 0,019m$$

Somit muss der Auslauf des Dükers unter Annahme einer sehr rauen Wandung ( $R_b=161$  mm) bei Mittelwasserabfluss um 1,9 cm bzw. 0,019 m tiefer als der Einlauf angelegt werden. Der Reibungsverlust ist maßgeblich von der auftretenden Fließgeschwindigkeit und damit vom auftretenden Durchfluss abhängig.

**Tabelle 9: Verlusthöhe**

	MNQ	MQ	MHQ
Verlusthöhe $v_h$ [m]	0,003	0,019	0,064

Die Tabelle zeigt die auftretenden Reibungsverluste bei den verschiedenen Durchflüssen. Das im Unterwasser des Dükers befindliche Becken muss somit einen Schwankungsbereich von 6,1 cm ausgleichen.

Mittl. Geschwindigkeit:

$$v = \frac{Q}{A} d^2 = 0,25 \text{ m/s}$$

Analoge Betrachtungen für die unter Punkt 4.8.2.3 beschriebene Anzahl der Dükerrohre ergaben die Möglichkeit des Baus von 2 Dükerrohren mit einem Nenndurchmesser von DN 1200 anstelle eines einzelnen DN 1800 Rohres.

**Tabelle 10: Gegenüberstellung der berechneten Fließgeschwindigkeiten bei gegebenen Abflüssen mit denen in [5] unteruchten**

	MNQ	MQ	MHQ
v [m/s] Planung DN 1800	0,09	0,22	0,41
v [m/s] Planung 2x DN 1200	0,10	0,25	0,46
v [m/s] Aller	k.A.	0,07	k.A.
v [m/s] Schunter	k.A.	0,24	k.A.
v [m/s] Neetzekanal	k.A.	0,30	k.A.

Die mittleren Fließgeschwindigkeiten innerhalb des geplanten Dükers liegen bei MQ-Abflüssen im unteren Bereich der „gesteigerten Geschwindigkeit“ des Bitterlings, wie unter Punkt 4.6 beschrieben. Für die angegebene obere Grenze der „gesteigerten Geschwindigkeit“ des Bitterlings ergibt sich ein Durchfluss von ca. 1150 l/s (>MHQ). Im Vergleich zu denen in [5] untersuchten Dükern zeigen sich annähernd gleiche Fließgeschwindigkeiten.

Bei der Unterscheidung zwischen einem DN 1800 Rohr und 2x DN 1200 Rohren ergeben sich annähernd gleiche Fließbedingungen. In Bezug auf eine ökologische Durchgängigkeit sind beide Bauweisen möglich.

Die Durchgängigkeit für Fische, in Abhängigkeit von der Fließgeschwindigkeit innerhalb des Dükers, sollte für den Abflussbereich zwischen 0,232-1,15 m<sup>3</sup>/s gegeben sein.

### 6.1.5 Länge des Dükers

Die Länge des Dükers richtet sich in erster Linie nach den örtlichen Gegebenheiten, den technischen Vorschriften (DWA-A125) sowie nach den technischen Anforderungen der gewählten Bauweise. Die vorliegende Planung sieht einen Sicherheitsabstand von 20 m zum Fuß des Vosskanal-Deiches vor. Dieser Sicherheitsabstand ist zwar gemäß DWA A-125 nur für Wasserstraßen mit gedichteter Sohle zwingend, wird aber aufgrund der Planungssicherheit vorgesehen. Die tatsächliche Länge des Dükers wird im Zuge der Entwurfs- und Genehmigungsplanung festgelegt. Aufgrund der Sicherheit von 20 m je Seite ist damit zu rechnen, dass sich die Gesamtlänge gegebenenfalls verringert, jedoch nicht weiter vergrößert. Die vorliegende Planung beruht auf einer Länge des Dükers von 100 m.

### 6.2 Sohlgleite in Beckenbauweise

Wie unter Punkt 4.8.8 bereits erwähnt, ist zum Ausgleich der Wasserspiegellagendifferenz im Oberwasser des Dükeroberhauptes eine Sohlgleite in Beckenbauweise zu errichten. Diese sichert einen festen Wasserspiegel im Döllnfließ und baut die Differenz in den Wasserspiegellagen des Döllnfließes und der Schnellen Havel ab. Die maßgebenden Wasserspiegellagen sind im Zuge bzw. vor den Planungen zur Entwurfs- und Genehmigungsplanung und unter Berücksichtigung etwaiger Planungen zum GEK Döllnfließ, oberhalb des Wehres Höpen festzulegen. Die Dimensionierung der Sohlgleite gemäß DWA-M509 erfolgt ebenfalls in der Entwurfs- und genehmigungsplanung. Als Grundlage für die Dimensionierung der Fischaufstiegshilfe dient aufgrund fehlender Ganglinien der ermittelte mittlere Niedrigwasserabfluss von 0,232 m<sup>3</sup>/s. Bezüglich des Baus einer Fischaufstiegshilfe ist festzuhalten, dass die Regulierbarkeit des Wasserspiegels oberhalb des Wehres Höpen nicht mehr möglich sein wird.

Die Planung schlägt als festzulegende Wasserspiegellage im direkten Oberwasser des Dükers den mittleren Wasserspiegel der vorliegenden Messreihe (Jahre 1995-2011) vor. Der mittlere Wasserspiegel beträgt 40,38 m NHN. Das Jahr 2011 bleibt dabei unberücksichtigt (Wehr Höpen in diesem Jahr geöffnet).



## 7 ABSCHÄTZUNG DER AUSWIRKUNGEN

### 7.1 Sperrwirkung

Die Literaturrecherche zum Thema der Durchgängigkeit von Dükeranlagen zeigte diesbezüglich einen erheblichen Untersuchungsbedarf. Ein Großteil der Literatur, so auch das DWA-Merkblatt M-509, sieht Düker aufgrund ihrer technischen Funktionsweise und daraus resultierenden hohen Fließgeschwindigkeiten als Hindernis an.

Das Niedersächsische Landesamt für Ökologie veröffentlichte 2003 die Untersuchungen „Zur Sperrwirkung großer Dükeranlagen auf Fischwanderungen“, in der an drei großen Dükern die Fischdurchgängigkeit untersucht wurde. Die Untersuchung beinhaltete Düker in der Aller, der Schunter und dem Neetzekanal, wobei der Düker im Neetzekanal dem in der Planung vorgesehenen Düker, gemessen an den Fließgeschwindigkeiten und der Länge, am meisten ähnelte. Die Studie zeigte, dass die untersuchten Düker zumindest als partielle Fischwechselhindernisse zu bewerten sind. Die Passierbarkeit hängt dabei maßgeblich von den auftretenden Fließgeschwindigkeiten im Düker ab. Konventionelle Dükeranlagen wirken sowohl gröbenselektiv als auch artenselektiv.

- artenselektiv (Kleinfischarten)
- gröbenselektiv (Jungfische)
- zeitweilige Sperrwirkung (Hochwasser)

Gesicherten Aussagen für eine Übertragung der Untersuchungsergebnisse auf Düker mit vertikalen Ein- und Auslaufschächten können nicht getroffen werden. Generell wird für eine ökologische Durchgängigkeit von diesem Bauprinzip abgeraten.

Gemäß Meyers Auswertungen hat die absolute Dunkelheit nur geringe Auswirkungen auf das Wanderverhalten der Fische, da viele Fischarten bevorzugt die Dämmerung für den Aufstieg nutzen. Benthale Wirbellose wandern ohnehin bevorzugt im Dunkel des Interstitials (Sohlsubstrat) (Haller 1993) [9].

Trotz der geplanten Einbauten kann durch den großen Durchmesser des geplanten Dükers von einer relativ turbulenzarmen Strömung ausgegangen werden. „Es scheint eine zusätzliche visuelle Orientierung der Fische in der Druckröhre nicht erforderlich zu sein, wie in SCHIEMENZ (1957, 1959) „Untersuchungen zur Orientierung in Fischpässen mit turbulenter Durchströmung“ beobachtet wurde [5].“ Demzufolge scheint die Dunkelheit kein Grund für ein Wanderhindernis dazustellen. Des Weiteren wird über den Aufstieg mehrerer Arten durch mehrere Hundert Meter lange Röhren berichtet. Im Zuge der Untersuchungen [5] konnte eine Passierbarkeit von 18 Arten durch die untersuchten Düker ermittelt werden, zu denen auch solch kleine Arten wie die Bachschmerle (8-12 cm), der Gründling (ca. 10 cm) und Rundmäuler zählen. In der nachfolgenden Tabelle 11 sind weitere nachweislich aufgestiegene Fischarten dokumentiert.

Gemäß [18] sollte der Übergang von Licht auf Dunkelheit jedoch nicht abrupt geschehen. Eine Lösung für einen langsamen Übergang könnten Lichtschächte im Bereich des Ufers bilden. Die genaue Anbindung an das Dükerrohr ist im Zuge der Entwurfs- und Genehmigungsplanung zu prüfen.

**Tabelle 11: nachweislich aufgewanderte Fischarten [5]**

	Aller (70 m)	Schunter (80 m)	Neetzekanal (123 m)	Neetze (154 m)	Vehne (58 m)	Niederlande (58 - 96 m)
Meerneunaige <i>P. marinus</i>			x			
Flußneunaige <i>L. fluviatilis</i>			x			
Meerforelle <i>S. trutta trutta</i>			x			
Äsche <i>Thymallus thymallus</i>			x			
Stint <i>Osmerus eperlanus</i>				x		
Rotauge <i>Rutilus rutilus</i>	x	x		x	x	x
Hasel <i>Leuciscus leuciscus</i>		x			x	
Döbel <i>Leuciscus cephalus</i>	x	x	x			
Aland <i>Leuciscus idus</i>			x	x		
Rotfeder <i>S. erythrophthalmus</i>						x
Rapfen <i>Aspius aspius</i>				x		
Schleie <i>Tinca tinca</i>						x
Gründling <i>Gobio gobio</i>		x				x
Ukelei <i>Alburnus alburnus</i>			x			
Güster <i>Blicca bjoerkna</i>	x	x	x	x		x
Brassen <i>Abramis brama</i>	x	x	x	x	x	x
Karpfen <i>Cyprinus carpio</i>					x	
Aal <i>Anguilla anguilla</i>	x		x <sup>1)</sup>	x	x <sup>2)</sup>	
Hecht <i>Esox lucius</i>		x			x	x
Flußbarsch <i>P. fluviatilis</i>		x				x
Kaulbarsch <i>G. cernuus</i>			x			
Flunder <i>Pleuronectes flesus</i>			x			
Quappe <i>Lota lota</i>			x	x		

Die untersuchten Düker stellen somit hinsichtlich ihrer Artenselektivität diadromer Fische nur ein geringes Wanderhindernis dar.

## 7.2 Gewässerbelastung

Der Bereich des Döllnfließes unterhalb des Wehres Höpen dient zukünftig nur noch zur Entwässerung der angeschlossenen Gräben sowie der unter Punkt 4.9 erwähnten Not- bzw. Wartungsvorflut. Diesbezüglich ist bei einer temporären Nutzung des Grabensystems mit einer erhöhten Schadstofffracht (Pflanzenreste; Totholz; evtl. Verschmutzung, etc.) in den Vosskanal zu rechnen.

## 7.3 Wechselwirkungen

Wie bereits im Punkt 4.8 beschrieben, funktioniert ein Düker nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren. Die Wasserspiegel des jeweiligen Ein- bzw. Auslaufes beeinflussen den Wasserspiegel des jeweils anderen. Dies bedeutet, dass sich der Wasserspiegel bei einem Hochwasserereignis im Unterwasser auch auf den Wasserspiegel im Oberwasser des Dükers auswirkt. Durch die unter Punkt 6.2 erwähnte Vorschaltung einer Sohlgleite, begrenzt sich die Beeinflussung des Wasserspiegels auf den Bereich der Sohlgleite. Eine Beeinflussung der Wasserspiegellage des Döllnfließes durch den Wasserspiegel der Schnellen Havel tritt erst bei Anstieg des Wasserspiegels bis auf das Höhen-Niveau des obersten Riegels auf.

#### **7.4 Flächennutzung**

Die Auswirkungen auf die Nutzung der angrenzenden Flurstücke werden als vernachlässigbar gering eingeschätzt, lediglich der Bereich des Ein- und Auslaufbauwerkes wird dauerhaft in Anspruch genommen.

#### **7.5 Nutzungsdauer**

Ergänzend zur DIN 1045 und DIN EN 206-1 ist für Wasserbauwerke gemäß ZTV-W 215 Ausgabe Dezember 2008, nach heutigen Standards für Neubauten, von einer vorgesehenen Nutzungsdauer von 100 Jahren auszugehen. Letztendlich ist jedoch der Bauwerkszustand ausschlaggebend. Diesbezüglich wird nochmals auf die Einhaltung der notwendigen Wartungs- und Inspektionsintervalle hingewiesen.

## 8 ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

### 8.1 Zusammenfassung

Die hier vorgelegte Machbarkeitsstudie beschäftigt sich mit dem Bau eines ökologisch durchgängigen Dükers.

Die notwendige Technologie für den Bau eines Dükers ist grundsätzlich verfügbar und bewährt.

Es wurde anhand von Literaturrecherche, anwendungsbezogenen Berechnungen zur Hydraulik in Dükeranlagen und unter Voraussetzung spezieller Einbauten festgestellt, dass Düker in bestimmten Grenzen als durchgängig betrachtet werden können. Diesbezüglich sind insbesondere die auftretenden Fließgeschwindigkeiten innerhalb des Dükerrohres zu nennen.

Die notwendigen Berechnungen erfolgten unter der Vorgabe der Durchgängigkeit für aquatische Lebewesen. Der Durchmesser des Dükers wurde so gewählt, dass die Durchgängigkeit für einen möglichst großen Abflussbereich gegeben ist, d.h., dass die mittlere Fließgeschwindigkeit im Düker die gesteigerte Schwimmggeschwindigkeit (0,3-0,45 m/s) des kleinsten vorkommenden FFH-Fisches (Bitterling) im Abflussbereich zwischen MNQ = 0,232 m<sup>3</sup>/s und MHQ 1,05 m<sup>3</sup>/s nicht überschreitet. Weiterhin sieht die Planung Einbauten, ähnlich Störsteinen, im Sohlbereich des Dükers vor, wodurch sich strömungsberuhigte Bereiche einstellen. Die Sohle, speziell der geneigten Bereich des Dükerrohres, ist so zu gestalten, dass eine geschlossene Wanderzone für bodenwandernde Organismen (Makrozoobenthos) vom Einlauf bis zum Auslauf geschaffen wird. Die Planung sieht hier den Einbau von Matten ähnlich Kunstrasen vor (s. Punkt 4.8.6).

Das weitere Vorgehen zur Nutzung des Wehres Höpen ist im Zuge der weiteren Planungsphasen festzulegen. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit des Erhalts und der Nutzung zum Stau des Döllnfließes auf einen festgelegten Wasserspiegel und somit zur Sicherung des Wasserspiegels im Oberwasser des Dükers. Das Wehr würde hier nur noch zu Wartungszwecken des Dükers oder im Havarie-Fall geöffnet werden. Bei Erhalt des Wehres empfiehlt die Planung die Durchführung einer Bauwerksprüfung und eine evtl. notwendige Sanierung zur Sicherstellung der Standsicherheit. Ein Rückbau und Ersatz durch ein Absperrbauwerk (Damm) mit Bypassleitung ist ebenso möglich. Diesbezüglich stellt der Rückbau des Wehres und das Errichten eines Dammes voraussichtlich die günstigere Variante dar, da bei Feststellung einer Sanierungsbedürftigkeit des Wehres erfahrungsgemäß erhebliche Kosten anfallen können.

Durch die Wahl der Anzahl der Dükerrohre sind mehrere Aspekte zu berücksichtigen. Eine Auflistung der Vor- und Nachteile ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

**Tabelle 12: Entscheidungskriterien bei der Wahl der Dükerrohr Anzahl**

Variante	Vorteile	Nachteile	Baukosten[€ <sup>1</sup> ]
DN 1800	<ul style="list-style-type: none"> <li>• breiter Stromstrich für große Fischarten (z.B. Rapfen) durch großen Rohrdurchmesser</li> <li>• geringe Fließgeschwindigkeiten bei relativ großem Durchfluss (&gt;MHQ=1,05m<sup>3</sup>/s)</li> <li>• problemlose Wartung bei trocken gelegtem Dükerrohr möglich (begehbar)</li> <li>• Inspektion auch in gefülltem Zustand möglich (Tauchereinsatz)</li> <li>• Gefahr der Verblockung durch Treibgut relativ gering</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwierigere Bergung des Bohrkopfes im Vergleich zu kleineren Rohrdurchmessern</li> <li>• Durchgängigkeit während Wartungsarbeiten nicht gegeben</li> <li>• Betrachtungen zum Verbleib des Wehres Höpen notwendig (evtl. Sanierung bzw. Ersatzbauwerk)</li> </ul>	<b>1.026.000,00 netto</b>
2x D1200	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geringe Fließgeschwindigkeiten bei relativ großem Durchfluss durch Aufteilung des Abflussstromes (MHQ=1,05m<sup>3</sup>/s)</li> <li>• Durchgängigkeit auch bei Wartung oder Ausfall einer Röhre weiterhin gegeben</li> <li>• vollständiger Rückbau Wehr Höpen möglich (redundanter Betrieb)</li> <li>• einfachere Bergung des Bohrkopfes als bei größeren Durchmessern. (notwendige Krantechnik)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erschwerte Wartbarkeit durch die Kombination von Einbauten bei relativ kleinem Durchmesser</li> <li>• Gefahr der Verblockung generell höher als bei größeren Rohrdurchmessern</li> <li>• Sehr breite bzw. zwei Ein- und Auslaufbauwerke notwendig</li> <li>• Erhöhter Aufwand bei Herstellung der Start und Zielgruben (Abmaße)</li> <li>• Höhere Unterhaltungskosten (doppelte Wartung)</li> </ul>	<b>1.116.000,00 netto</b>



Der vorliegende Bericht zeigt, dass der Bau eines ökologisch durchgängigen Dükers prinzipiell möglich ist. Diesbezüglich sind die oben genannten Einflussfaktoren zu beachten und eine entsprechende Dimensionierung des Dükers vorzunehmen. Bei weiterführenden Planungen sind die Vorgaben des DWA Merkblattes M-125 sowie evtl. Forderungen des Wasserstraßenamtes maßgebliche Kriterien.

Aus ökologischen, wasserbaulichen und monetären Gründen empfiehlt die Planung den Bau eines Dükers mit einem einzelnen Dükerrohr der Dimension DN 1800 sowie den Rückbau des Wehres Höpen und den Ersatz durch ein geeignetes Sperrbauwerk mit Bypassleitung. Der technologische Aufwand für den Bau eines einzelnen Dükerrohres ist sehr viel geringer als der Bau zweier Leitungen. Die weitere Funktion des Wehres Höpen ist von den Ergebnissen einer notwendigen Bauwerksprüfung abhängig.

Eine endgültige Entscheidung sollte in Abstimmung mit dem Auftraggeber unter Berücksichtigung aller Betroffenen getroffen werden.

## 8 TRÄGER ÖFFENTLICHER BELANGE

Im Zuge der Vorplanung wurden folgende Rechtsträger von Versorgungsanlagen bzw. Träger öffentlicher Belange (TÖB) zur Stellungnahme aufgefordert:

**Tabelle 13: Stellungnahmen TÖB**

Versorgungsträger/TÖB	Schreiben vom	Auflagen
<b>Landkreis Oberhavel</b> Adolf-Dechert-Straße 1 16515 Oranienburg 03301 601-0 info@oberhavel.de	01.12.14	Keine Einwände; keine Altlastenverdachtsflächen
<b>Stadt Zehdenick</b> Falkenthaler Chaussee 1 16792 Zehdenick 03307 46840 stadtverwaltung@zehdenick.de	/	
<b>Stadt Liebenwalde</b> Marktplatz 20 16559 Liebenwalde 033054 80510 info@liebenwalde.de	02.12.14	Stellungnahme erst bei vollständiger Planung
<b>Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum</b> Wünsdorfer Platz 4-5 15806 Zossen, OT Wünsdorf 033702 72800	03.12.14	Keine Bodendenkmäler
<b>Staatlicher Munitionsbergungsdienst des Landes Brandenburg</b> Hauptallee 116/8 15806 Zossen, OT Wünsdorf 033702 214-0	24.11.14	Telefonat; keine Beteiligung notwendig
<b>Landesamt für Bauen und Verkehr</b> Lindenallee 51 15366 Hoppegarten 03342 4266 -0	/	
<b>Wasser- und Bodenverband Schnelle Havel</b> Mittelstraße 12 16559 Liebenwalde 03305420998-0	28.11.14	Festlegung der Schnellen Havel als Gewässer 1. Ordnung; Festlegung der zukünftigen Entwicklung des Unterlaufes des Döllnfließes
<b>E.DIS AG Netzregion Ost Brandenburg Standort Falkensee</b> Zum Erlenbruch 8 15366 Neuenhagen 033422449101 Kersin.wittchen@e-dis.de	08.12.14	Keine Einwände
<b>NBB Netzgesellschaft Berlin-Brandenburg mbH &amp; Co.KG</b> An der Spandauer Brücke 10 10178 Berlin 030 81876-0	08.12.14	Keine Einwände
<b>Deutsche Telekom AG Netzproduktion GmbH</b> Güterfelder Damm 87-91 14532 Stahnsdorf	/	

Versorgungsträger/TÖB	Schreiben vom	Auflagen
<b>Kabel Deutschland Vertrieb und Service GmbH&amp;Co. KG Region Berlin/Brandenburg</b> Germaniastraße 14-17 12099 Berlin Planauskunft1@kabeldeutschland.de	/	
<b>50Hertz Transmission GmbH TG Netzbetrieb</b> Eichenstraße 3A 12435 Berlin 030-5150-2068 <a href="mailto:leitungsauskunft@50hertz.com">leitungsauskunft@50hertz.com</a>	05.12.14	Keine Einwände
<b>EURAWASSER Aufbereitungs- und Entsorgungs GmbH</b> Lahnstraße 31 12055 Berlin 030 893853 0	/	
<b>GDMcom Gesellschaft für Dokumentation und Telekommunikation mbH</b> Maximilianallee 4 04129 Leipzig 0341 3504 461	01.12.14	Keine Einwände

Aufgestellt: Schwerin, 10.04.2015

Marko Starke, M.Eng.  
Planungsingenieur

## 9 LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS

1. [http://geoviewer.bgr.de/frames/index.php?PHPSESSID=53ko1uflalksgfr9932hrqtjm3&gui\\_id=bgr\\_geoviewer](http://geoviewer.bgr.de/frames/index.php?PHPSESSID=53ko1uflalksgfr9932hrqtjm3&gui_id=bgr_geoviewer)
2. Prowa (2012): Dokumentation zur Vorplanung „Schaffung der ökologischen Durchgängigkeit am Wehr Breetz/Löcknitz“
3. Rössert, R. (1999): Hydraulik im Wasserbau, R. Oldenburg Verlag, München
4. Strobl, T., Zunic, F. (2006): Wasserbau Aktuelle Grundlagen – Neue Entwicklungen, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg
5. L. Meyer (2003): Zur Sperrwirkung großer Dükeranlagen auf Fischwanderungen. Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Binnenfischerei in Niedersachsen
6. Storchenegger, I. (2008): Gewässerregulierung, Universität Rostock
7. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (2011): Fließgewässerstrukturgütekartierung in Mecklenburg-Vorpommern, Materialien zur Umwelt 2011, Heft 2, Güstrow
8. <http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.229302.de>, letzter Zugriff 13.05.2013
9. <http://www.geo.brandenburg.de/gk25>
10. DWA-Merkblatt DWA-M 509
11. [http://www.wsv.de/Wir\\_ueber\\_uns/gallery.php.html?file=../Grafiken/bildergalerie/bauwerke/buhnen\\_elbe.jpg&oid=71344&tsize=1](http://www.wsv.de/Wir_ueber_uns/gallery.php.html?file=../Grafiken/bildergalerie/bauwerke/buhnen_elbe.jpg&oid=71344&tsize=1), Zugriff: 19.02.2013
12. Ministerium für Infrastruktur und Raumordnung Oberste Straßenbaubehörde (01/2008) „Planung von Maßnahmen zum Schutz des Fischotters und Bibers an Straßen im Land Brandenburg“
13. GEK für das Teileinzugsgebiet Löcknitz Endfassung\_Stand 17.12.2013; biota-Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH und IHU
14. <http://peter-junglas.de/>
15. R. Hassinger (2006) Ökologische Durchgängigkeit von Hochwasserrückhaltebecken –Zusammenfassung der Vorträge-, Borstenelemente als Strömungsbremse in Durchlässen
16. M. Nelson (1998): Diplomarbeit, Naturschutzfachliche Zustandsanalyse eines ausgebauten und vormals fragmentierten Flachlandbaches
17. Prowa (1992): Entwurfs- und Ausführungsplanung, Fischrampe Wehr Höpen
18. <http://www.psw-knauf.de/download/Gewaesser-Rauheiten.pdf>
19. Durchgängigkeit von Fließgewässern, 4. Auflage, Bauhaus Universität Weimer in Kooperation mit dem DWA
20. Amtsblatt für Brandenburg, Nummer 5, Potsdam (05.02.2014)
21. DWA-Regelwerk Arbeitsblatt DWA-125, Rohrvortrieb und verwandte Verfahren, Dezember 2008

Anhang 1  
-  
Kostenschätzung

Entwurf



Anhang 2  
-  
Geotechnischer Bericht

ENTWURF

Anlage 3  
-  
UVP-Vorprüfung

Entwurf

Anlage 4  
-  
Planunterlagen

ENTWURF