

## **Höchstspannungsleitungen**

### **BBPIG Vorhaben Nr. 1 – A-Nord**

(Emden Ost – Osterath)

### **BBPIG Vorhaben Nr. 78 – DoIWin4**

(Grenzkorridor II – Hanekenfähr)

[Bestandteil Emden – Wietmarschen/ Geeste]

### **BBPIG Vorhaben Nr. 79 – BorWin4**

(Grenzkorridor II – Hanekenfähr)

[Bestandteil Emden – Wietmarschen/ Geeste]

## **Plan und Unterlagen nach § 21 NABEG sowie nach § 26 S. 2 NABEG**

### **7. Planänderung**

Teil H – Mitzuentscheidende Genehmigungen, Zulassungen und Befreiungen

H1.2 – Antragsunterlagen zur Durchführung einer Grundwasserhaltung

und Einleitung in oberirdische Gewässer

**Ergänzungen in den Kapiteln 1, 8.1, 8.2 und 8.4**

Planfeststellungsabschnitt NDS1

„Niedersachsen Nord“

von Emden Ost (NVP) bis zur Landkreisgrenze Leer/ Emsland



## Vorhabenträgerin



### **Amprion GmbH**

Robert-Schuman-Straße 7  
44263 Dortmund



### **Amprion Offshore GmbH**

Robert-Schuman-Straße 7  
44263 Dortmund

### **Ansprechpartner**

Carsten Stiens  
Gleichstrom-Netzprojekte  
Projekt A-Nord  
Tel. 0231-5849-16088

## Auftragnehmer



### **Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH**

Gewerbepark Brand 48  
52078 Aachen



### **Björnsen Beratene Ingenieure GmbH**

Maria Trost 3  
56070 Koblenz



## Inhalt

<b>1</b>	<b>Antragsgegenstand.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Hydrogeologische Verhältnisse .....</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>Übersicht zur bauzeitlichen Wasserhaltung.....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>Ermittlung der Förderwassermengen und der Reichweiten .....</b>	<b>16</b>
4.1	Vordimensionierung zur bauzeitlichen Wasserhaltung .....	16
4.2	Modellansatz für die Vordimensionierung der Wasserhaltung .....	16
<b>5</b>	<b>Wiedereinleitung des geförderten Grundwassers .....</b>	<b>19</b>
5.1	Hinweise zur beantragten Einleitung .....	19
5.2	Hinweise zur alternativen Förderwasserverwendung.....	20
5.3	Einschätzung zur hydraulischen Leistungsfähigkeit der Einleitgewässer.....	21
5.4	Abgleich Einleitmengen - Gewässerleistungsfähigkeit.....	21
<b>6</b>	<b>Einschätzung der hydrochemischen Qualität der Einleitwässer .....</b>	<b>23</b>
6.1	Allgemeines .....	23
6.2	Altlasten .....	24
<b>7</b>	<b>Auswirkungen auf die Umwelt und den Wasserhaushalt.....</b>	<b>25</b>
<b>8</b>	<b>Zusammenstellung der Antragsmengen .....</b>	<b>26</b>
8.1	Wasseranfall offene Wasserhaltung, freie Strecken .....	27
8.2	Wasseranfall offene Wasserhaltung, Querungen .....	30
8.3	Wasseranfall Muffen- und sonstige Baugruben .....	31
8.4	Einleitungen .....	34

## **Abbildungsverzeichnis**

Abb. 5-1: Regeldarstellung der temporären Gewässersicherung an Einleitstellen .....20

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1-1: Aufgliederung des Antragsumfangs.....	11
Tab. 1-2: Antragsdaten zum Abschnitt NDS1, der kreisfreien Stadt Emden und des Landkreises Leer.....	12
Tab. 6-1: Ergebnisse der erstmaligen Beprobung der Grundwassermessstellen im PFA- Abschnitt NDS1 .....	24
Tab. 8-1: Grundwasseranfall in den offenen Baugruben, Wasserhaltung durch Dränstränge .....	27
Tab. 8-2: Grundwasseranfall in den offenen Querungen, Wasserhaltung durch Dränstränge .....	30
Tab. 8-3: Grundwasseranfall in den Muffen- und sonst. Baugruben, Wasserhaltung durch Brunnen .....	31
Tab. 8-4: Einleitmengen .....	34

## Plananlage

H1.6	Übersichtsplan Bauwasserhaltung und Querungen, NDS1	1 : 25.000
H1.6	Detailpläne Bauwasserhaltung und Querungen, NDS1	1 : 2.000



## Anhang

H1.7 Einleitgrenzwerte Stadt Emden, Landkreis Leer

H1.8 Dokumentation der Grundwasseranalytik

## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
dgl.	dergleichen
d. h.	das heißt
Drän.	Dränage
beids.	beidseitig
GFS	Geringfügigkeitsschwellen
ggf.	gegebenenfalls
GOK	Gewässeroberkante
GW	Grundwasser
GWS	Grundwasserstufe
HQ	Abflussmenge bei Hochwasser
i. d. R.	in der Regel
i. Abh.	in Abhängigkeit
lfd.	laufend
Mittelw.	Mittelwert
NABEG	Netzbaubeschleunigungsgesetz
Naph.	Naphthalin
NAS	Netzanbindungssysteme
NVP	Netzverknüpfungspunkt
nKG	nicht klassifiziertes Gewässer
o.	oder
PAK	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe
Rwsp.	Ruhewasserspiegel
spez.	spezifisch
Tab.	Tabelle
UTM	Universale Transversale Mercator
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
v. a.	vor allem
Vorentw.	Vorentwässerung
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
zzgl.	zuzüglich
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil

## 1 Antragsgegenstand

Die Herstellung der erdverlegten Erdkabelsysteme A-Nord und Offshore-Netzanbindungssysteme (NAS) DoWin4 und BorWin4 erfordert entlang der offenen Bauweise der Kabelgräben sowie an den lokalen Muffen- und sonstigen Baugruben die bauzeitliche Absenkung des Grundwassers unter die jeweiligen Baugrubensohlen. Hierzu wird das Grundwasser über geeignete Fassungsanlagen mittels Pumpen entnommen und in die nahegelegenen Vorfluter abgeleitet. Bei beiden Maßnahmen der Entnahme und der Wiedereinleitung handelt es sich um erlaubnispflichtige Gewässerbenutzungen im Sinne des § 9 Abs. 1 Nr. 4 und 5 sowie Abs. 2 Nr. 1 des WHG. Mit vorliegender Unterlage H1.2 werden die wasserrechtlichen Erlaubnisse und Bewilligungen nach § 8 WHG für die bauzeitliche Entnahme von Grundwasser zwecks Wasserfreihaltung der Baugruben für die Erdkabelsysteme A-Nord und die beiden oben genannten Offshore-NAS im Planfeststellungsabschnitt Niedersachsen 1 (NDS1) sowie die Wiedereinleitung des geförderten Grundwassers in nahegelegene Vorfluter beantragt. Die erforderlichen wasserrechtlichen Erlaubnisse bzw. Bewilligungen nach § 8 WHG werden mit den vorliegenden Planfeststellungsunterlagen nach § 21 NABEG mitbeantragt. Die Zuständigkeit der Planfeststellungsbehörde für die Erteilung dieser Erlaubnisse bzw. Bewilligungen ergibt sich aus § 19 Abs. 1 WHG.

Die Antragstellung erfolgt übergreifend für Flächen im Zuständigkeitsbereich der kreisfreien Stadt Emden und des Landkreises Leer.

Der Antrag umfasst den 32,2 km langen, nördlichen Planfeststellungsabschnitt NDS1 der Kabelanlagen zwischen Emden bis zur südlichen Kreisgrenze Landkreis Leer, Gemeinde Bunde. Der Bauwasserhaltungs-Umfang innerhalb des Planfeststellungsabschnittes NDS1 ist in nachstehender Tab. 1-1 zusammengefasst.

Tab. 1-1: Aufgliederung des Antragsumfangs

Landkreis/kreisfreie Stadt	Trassenlänge gesamt	davon Trassenlänge offene Baugruben/offene Querungen	Muffen- und sonstige Baugruben	Einleitstellen
Emden, Stadt	ca. 5,6 km (ohne Ems)	ca. 0,88 km <del>ca. 0,90 km</del>	6 Stück	10 Stück
Landkreis Leer	ca. 26,6 km (ohne Ems)	ca. 18,4 km	25 Stück	49 Stück
Umfang PFA NDS1	ca. 32,2 km (ohne Ems)	ca. 19,3 km	31 Stück	59 Stück

Beantragt im Rahmen der vorliegenden Unterlage nach § 8 WHG werden folgenden Entnahmen- und Einleitmengen der Bauwasserhaltung:

Tab. 1-2 sind die aufgegliederten Wasserhaltungs-Antragsmengen auf die Zuständigkeitsbereiche der kreisfreien Stadt Emden sowie des Landkreises Leer aufgeschlüsselt. Beantragt im Rahmen der vorliegenden Unterlage nach § 8 WHG werden folgenden Entnahmen- und Einleitmengen der Bauwasserhaltung:

Tab. 1-2: Antragsdaten zum Abschnitt NDS1, der kreisfreien Stadt Emden und des Landkreises Leer.

	kreisfreie Stadt Emden	Landkreis Leer	NDS1 gesamt
Gesamt (ohne Ems)	5,6 km	26,5 km	32,1 km
Länge der offenen Baugruben mit Wasserhaltung	0,88 km <del>0,90 km</del>	18,4 km	19,18 km <del>19,20 km</del>
Anzahl Wasserhaltungsabschnitte inkl. Querungen	8 Stück <del>9 Stück</del>	56 Stück	64 Stück <del>65 Stück</del>
Anzahl der Einzelbaugruben mit Wasserhaltung	8 Stück	50 Stück	58 Stück
Anzahl der Einleitungsgewässer			
Gesamt	10 Stück	49 Stück	59 Stück
davon naturnah	4 Stück	3 Stück	7 Stück
davon naturfern	6 Stück	46 Stück	52 Stück
Absenkung unter den Ruhewasserspiegel (Rwsp.):			
Minimal	2,0 m	2,3 m	2,0 m
Maximal	6,0 m	5,4 m	6,0 m
Grundwasserentnahme je Haltungsabschnitt/Baugrube (siehe Kapitel 8.1, 8.2, 8.3; effektive Einleitung)			
Minimal	2 l/s	3 l/s	2 l/s
Maximal	54 l/s <del>65 l/s</del>	193 l/s	193 l/s
Antragsvolumen Einleitung je Einleitstelle; zur Gewährleistung der hydraulisch-ökologischen Leistungsfähigkeit siehe Kapitel 8.4; Aufnahmepotenzial in Abhängigkeit von der Naturnähe			
offene Baugruben	545.000 m <sup>3</sup> <del>594.000 m<sup>3</sup></del>	14.984.000 m <sup>3</sup>	15.529.000 m <sup>3</sup> <del>15.578.000 m<sup>3</sup></del>
offene Baugruben Straßenquerung	<del>17.000 m<sup>3</sup></del>	104.000 m <sup>3</sup>	104.000 m <sup>3</sup> <del>121.000 m<sup>3</sup></del>
Muffen- und sonstige Baugruben	492.000 m <sup>3</sup>	1.958.000 m <sup>3</sup>	2.450.000 m <sup>3</sup>
Gesamt	1.054.000 m <sup>3</sup>	17.046.000 m <sup>3</sup>	18.083.000 m <sup>3</sup>

---

	1.103.000 m <sup>3</sup>		18.149.000 m <sup>3</sup>
--	--------------------------	--	---------------------------

Der Grundwasseranfall, die berechnete Gesamt-Entnahmemenge und die entsprechende Einleitung sind dem Kapitel 8 zu entnehmen. Die Einleitstellen, die nach derzeitigem Stand zugeordneten Wasserhaltungsabschnitte einschließlich der lokalen Baugruben, die Fläche der Absenkung ab den Wasserhaltungsdränagen und Brunnen nach außen sowie die Stellen von Gewässerquerungen mit temporären Verrohrungen sind in den Plananlagen H1.6 (Übersichtsplan und Detailpläne) dargestellt. In den Lageplänen H-1.6 sind die einzelnen Wasserhaltungsabschnitte zusammenhängend so ausgewiesen, dass sie mit den zwischengeschalteten Strecken der grabenlosen Verlegung (i. d. R. HDD-Abschnitte) die komplette Kabeltrasse abdecken. Die Wasserhaltungsabschnitte der offenen Verlegung können Teilstrecken mitumfassen, in denen aufgrund der örtlich tieferliegenden Grundwasseroberfläche keine Wasserhaltung erforderlich wird. Diese sind nicht gesondert gekennzeichnet, aber durch den Entfall des Absenktrichters zu lokalisieren. In der Aufstellung der Wasserentnahmen und -wiedereinleitungen sind die Teilstrecken ohne Bauwasserhaltungserfordernis berücksichtigt. Die Lagekoordinaten der Einleitstellen sind in UTM Koordinaten (WGS 84, Zone 32 N) angegeben (vgl. Kap. 8.4).

## 2 Hydrogeologische Verhältnisse

Das niedersächsische Flachland im Verlauf des Trassenabschnitts gehört zum Großraum des nord- und mitteldeutschen Lockergesteinsgebietes. Im Bereich des Planfeststellungsabschnitts NDS1 verläuft die Trasse hauptsächlich im Raum der den Nordseemarschen zugehörigen Ostfriesischen Marsch. Im Übergang zum südlich anschließenden Planfeststellungsabschnitt NDS2 werden die Ausläufer der Niederungen im nord- und mitteldeutschen Lockergesteinsgebietes erreicht.

Typisches Merkmal der, im Planfeststellungsabschnitt NDS1 anstehenden Marschböden, ist die mehrere Meter mächtige Wechselfolge aus Torf und Darg sowie den schluffig-tonigen, organogenen Kleiböden. Die Torfhorizonte sind hierbei als Basaltorfe über den pleistozänen, klastischen, sandigen Sedimenten als auch als schwimmende Linsen innerhalb der Kleiböden ausgebildet.

Charakteristisch für den Planfeststellungsabschnitt NDS1 sind geringe Grundwasserflurabstände von ca. 0,5 – 1,5 m. Die ruhende Grundwasseroberfläche liegt in den schluffig-humosen Klei- und Dargschichten und streckenweise in den Moorablagerungen, die sich durch geringe Wasserdurchlässigkeiten und eine geringe Grundwasserneubildungsrate von 100 mm/a auszeichnen.

Im Übergang zu den südlichen Niederungen stehen oberflächennah vermehrt sandige Substrate mit höheren Wasserdurchlässigkeiten und einer gebietsweise höheren Grundwasserneubildungsrate von 100 bis 200 mm/a an.

Die geotechnische Trassenerkundung hat überwiegend flurnahe Grundwasserstände ergeben. In der Regel liegen die Baugruben zumindest im tieferen Bereich unterhalb des ruhenden Grundwasserspiegels. Für die Verlegung der Schutzrohre in offener Bauweise wird somit die Ausführung geeigneter Grundwasserabsenkungsmaßnahmen erforderlich.

Angaben zu den hydrogeologischen Verhältnissen sind insbesondere dem Streckengutachten zum Baugrund aus der Unterlage J2 sowie dem hydrogeologischen Fachgutachten aus Unterlage J4 zu entnehmen.

### 3 Übersicht zur bauzeitlichen Wasserhaltung

Die Verlegung der Kabelschutzrohranlage bzw. der Kabelanlage erfolgt in Abhängigkeit der örtlichen Situation vorzugsweise in offener Bauweise. Hierzu sind Kabelgräben vorgesehen und zusätzlich lokale Einzelbaugruben zur Herstellung von Muffen- sowie Start-/Zielgruben grabenloser Verlegeverfahren. Für das fachgerechte Auffahren der offenen Baugruben einschließlich der ordnungsgemäßen Verlegung der Kabelschutzrohranlage bis zur qualifizierten Wiederverfüllung der Baugruben ist es notwendig, die Baugruben während der Bauphase bis zu einem gewissen Sicherheitsabstand des abgesenkten Grundwasserspiegels unter die Baugrubensohle grundwasserfrei zu halten. Überall dort, wo die Kabelgräben bzw. Baugruben in das Grundwasser einschneiden, ist deshalb die temporäre Absenkung des Grundwasserspiegels bis ca. 1,0 m unter die Baugrubensohle erforderlich.

Bei grabenlosen Bauverfahren beschränkt sich die Grundwasserhaltung im Regelfall auf die vorgenannten Start- und Zielgruben. Für die grabenlose Verlegung ist darüber hinaus keine weitere Grundwasserhaltung erforderlich.

Angaben zur technischen Ausführung (offene Wasserhaltung, geschlossene Wasserhaltung mit Horizontaldränagen, Spülfiltern, Brunnen) sind der Unterlage A-2.1 zu entnehmen.

Das Grundwasser wird dabei zunächst in einer Vorlaufphase, in der sich der eigentliche Absenktrichter bildet und anschließend über die Bauzeit je Abschnitt bzw. Baugrube unter die Baugrubensohle abgesenkt. In der Vorlaufphase wird bis zum Erreichen eines quasi stationären Beharrungszustandes eine um 20 % erhöhte Förderung angesetzt. Die Dauer der Grundwasserabsenkung ist bis zur Wiederverfüllung der Kabelgräben und Baugruben ausgelegt.

Nachfolgend werden die durchgeführten geohydraulische Berechnungen zur Ermittlung der im Regelfall zu erwartenden Grundwasserentnahmemengen und Absenkungreichweiten zusammengefasst. Für die einzelnen Einleitstellen wird eine Abschätzung der hydraulisch und ökologisch vertretbaren Zusatzbeaufschlagung durch das abzuleitende Grundwasser dargestellt.

## **4 Ermittlung der Förderwassermengen und der Reichweiten**

### **4.1 Vordimensionierung zur bauzeitlichen Wasserhaltung**

Die erforderlichen Absenkbeträge unter den ruhenden Grundwasserspiegel, die zu erwartenden und zur Grundwasserhaltung der Baugruben erforderlichen Pumpmengen und die hiermit verbundene flächige Grundwasserabsenkung in Form der Absenktichter wurden in Form von Prognosen und Bandbreitenbetrachtungen eingegrenzt und quantifiziert. Die jeweils baubedingten Wasserhaltungsmaßnahmen und deren Einwirkungsbereiche hängen maßgeblich sowohl von den örtlichen geohydraulischen Rahmenbedingungen als auch den jeweiligen Ausführungsdetails und den bauzeitlichen Witterungslagen ab. Diese unterliegen damit einer erheblichen Schwankungsbreite.

Für das geplante Linienbauwerk einschließlich der Einzelbaugruben wurde die Grundwasserhaltung auf Basis einer modelltechnischen Datenauswertung (Vordimensionierung der Wasserhaltung) vorgenommen. Für Abschnitte mit geschlossener Bauweise ist, mit Ausnahme der in den Grundberechnungen integrierten Start- und Zielgruben, keine Wasserhaltung und damit keine Berechnung notwendig. Für Abschnitte in Grabenbauweise wird eine Grundwasserabsenkung mittels Tiefendränagen als offener Schlitz angenommen. Die Wasserhaltung für Muffen- und sonstige Baugruben wird rechnerisch von einer Mehrbrunnenanlage mit um den Baugrubenrand verteilten Brunnenbohrungen, beschrieben in Unterlage A2.1, ausgegangen. Die tatsächliche Ausführung der Wasserhaltung in der Bauphase kann von diesem Ausführungsansatz abweichen. Die Einflüsse auf die abschließende Wahl bestimmter Wasserhaltungsverfahren (Dränagen, Vakuum-Entwässerungslinien, ggf. offen Bauwasserhaltung) hängen u.a. von der Bauorganisation und den für den Auftragnehmer verfügbaren Anlagen ab und können zum Erhalt einer hohen Flexibilität noch nicht abschließend festgelegt werden. In der Regel kann davon ausgegangen werden, dass die vorliegenden Wassermengenabschätzungen auch den Einsatz entsprechender alternativer Grundwasserhaltungstechniken in gleichwertiger Form beschreiben.

### **4.2 Modellansatz für die Vordimensionierung der Wasserhaltung**

Modelltechnisch wurden die Tiefendränagen in den Berechnungen durch den Ansatz nach Chapman für den Zustrom zu vollkommenen und unvollkommenen Sickerschlitten (siehe HERTH/ARNDTS: Theorie und Praxis der Grundwasserabsenkung, 3. Auflage) abgebildet. Der Unterschied liegt in der Lage des unterlagernden Grundwasser-Geringleiters bzw. des Stauhorizontes. Liegt der Stauer unterhalb des Absenkziels, liegt ein unvollkommener Zustrom vor. Erfasst die Dränage dagegen die gesamte Wassermächtigkeit der Grundwasserstockwerks, besteht ein vollkommener Zustrom. Für Muffen- und Sonderbaugruben (z.B. Start-/Zielschächte) wurde aufgrund der im Vergleich zum Regelgraben größeren Baugrubenbreite von einer Wasserhaltung mittels Mehrbrunnenanlage mit Schwerkraftbrunnen ausgegangen. Die Brunnen sind hierbei um den Baugrubenrand verteilt angeordnet. Die Berechnungen erfolgen mittels der DUPUIT-THIEMSCHEN Brunnenformeln im Ersatzbrunnenverfahren.



Zur Absicherung von Prognoseunsicherheiten und zur Berücksichtigung etwaiger Detailanpassungen in der örtlichen Bauausführung wurde für die Quantifizierung der anfallenden Wassermengen, bei gleichzeitig möglichst realistischer Abschätzung über die jeweiligen Korridorsegmente konservative, aber keine ungünstigen Annahmen in Bezug auf die Durchlässigkeiten und Grundwasserstände getroffen. Durch die konservative Parameterwahl mit abschnittsbezogen gemittelten  $k_f$ -Werten, wurden folgende Ausführungsbedingungen berücksichtigt:

- Witterungsabhängige Schwankungen des örtlichen Grundwasserstandes,
- Örtliche kleinräumige Schwankungen der Bodenschichten und lokale Anisotropien der Wasserdurchlässigkeit (wechsellagernde Schichten),
- Örtlich erforderliche Vertiefung der Aushubsohle, z.B. bei erforderlichem Bodenaustausch infolge von nicht tragfähigen Schichten an der Baugrubensohle.

Folgende Vorgehensweise und Parameteransätze wurden gewählt:

Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass bei in unmittelbarer Nähe befindlichen Oberflächengewässern (z. B. bei der Querung von Gewässern) planerische oder konstruktive Maßnahmen zur Abschottung des Gewässers gegen die Baugrube zu ergreifen sind.

Die im vorliegenden Planungsabschnitt aus der Bodenkarte ableitbaren Grundwasserstufen entsprechen in der Regel den Grundwasserstufen GWS 4 bis 5, bei denen von Schwankungsbreiten in Höhe von maximal rund  $\pm 0,5$  m ausgegangen werden kann. Im Sinne eines konservativen Ansatzes wurde ein erhöhter mittlerer Grundwasserstand zzgl. 0,5 m unter Würdigung der maßgebenden Grundwasserschwankungsbreite berücksichtigt.

Das Absenkziel unter Baugrubensohle ist für die ungünstigste Stelle mit mind. 1,0 m unter Baugrubensohle festgelegt. Dieser Abstand wurde unter Berücksichtigung der für den PFA NDS1 im Bereich des Kabelgrabens typischen, teils bindigen Boden gewählt. Dieser Ansatz gewährleistet, dass eine Vernässung der Baugrubensohle durch kapillaren Grundwasseranstieg i.d.R. ausgeschlossen werden kann.

Der hydrogeologischen Datenauswertung/Vordimensionierung liegen folgende hydrogeologische Ansätze zugrunde:

- Das Grundwasser wird als Grundwasserkörper mit freier Oberfläche behandelt.
- Die Reichweite (Radius des Absenktrichters ab Drainageachse) wird gemäß der Formel von SICHARDT bestimmt. Bei entsprechend kleinen rechnerischen Reichweiten wird die Korrektur der Reichweite nach Weber und zur Berechnung der Zuflüsse die Näherung nach Weyrauch angesetzt. Es ist auch hier davon auszugehen, dass der gewählte Modellansatz eine realistisch-konservativen Abschätzung widerspiegelt und in der Baupraxis durch die Wahl anderer allgemein üblicher Wasserhaltungsmethoden keine signifikant größeren Zuflüsse oder Reichweiten zu erwarten sind. Die rechnerische Reichweite gilt bis zum Wiedererreichen der ungestörten Grundwasseroberfläche.

- Die aus den Bodeneigenschaften resultierenden Eingangsparameter (v. a. Durchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ -Wert)) wurden auf Basis der Bohrprofile aus der Baugrunduntersuchung empirisch abgeleitet und unter Zuhilfenahme ergänzender, stichprobenartiger Labor- und Feldversuche (z.B. Kornverteilungslinien, Durchlässigkeitsversuche, Auffüllversuche, Pumpversuche) verifiziert. Für jeden Berechnungsabschnitt wird ein Durchlässigkeitsbeiwert festgesetzt, der im Sinne einer konservativen Abschätzung jeweils die Schicht mit dem höchsten  $k_f$ -Wert im Bereich bis 5 m unter GOK widerspiegelt.
- Die verminderten vertikalen Durchlässigkeiten des Untergrunds auch in Bereichen ohne signifikante oberflächennahe, grundwasserstauende oder -hemmende Schichten (z. B. aufgrund von zwischengeschalteten geringmächtigen Lagen mit erhöhtem Fein- und Feinstkornanteil) wurden modelltechnisch durch die Annahme einer undurchlässigen Sperrschicht bei 15 m unter der Geländeoberkante berücksichtigt. In Bereichen, in denen geringdurchlässige Schichten von signifikanter Mächtigkeit in geringeren Tiefen angetroffen wurde, wurde die Oberkante der obersten geringdurchlässigen Schicht unterhalb der Grabensohle als undurchlässige Sperrschicht angenommen. Das Vorhandensein einer undurchlässigen Sperrschicht in geringen Tiefen führt im Allgemeinen zu geringeren Zuflussmengen aufgrund von verminderter vertikaler Zuströmung aus dem Grundwasserkörper.
- Zur ausreichenden Differenzierung unterschiedlicher Eingriffstiefen, der GW-Bemessungsstände und der geologisch-hydrogeologischen Kenndaten des Untergrundes wurde die Berechnung in einzelnen, i. d. R. 10 m langen Abschnitten ausgeführt.

Als relevanter Bauwasserhaltung-Kennwert als Grundlage der weiteren Berechnungen ergibt die Modellbetrachtung eine spezifische Förderrate in den einzelnen Segmenten mit  $Q_{\text{spez}}$  in  $\text{m}^3/\text{s}$  pro lfd. m Baugrube.

Die auf die einzelnen Wasserhaltungsabschnitte bzw. die Einzelbaugruben bezogene Förderate  $Q$  ergibt sich somit aus der ermittelten spezifischen Förderrate  $Q_{\text{spez}}$  und der Länge des Wasserhaltungsabschnittes bzw. der Gruben.

Die detaillierten Berechnungen der Anfallsmengen sind den Kapiteln 8.1 (freie Strecken), 8.2 (Querungen in offener Bauweise) und 8.3 (Einzelbaugruben) zu entnehmen.

## 5 Wiedereinleitung des geförderten Grundwassers

### 5.1 Hinweise zur beantragten Einleitung

Die Ableitung des geförderten Wassers aus der Bauwasserhaltung ist über eine direkte Wiedereinleitung in eine Vorflut vorgesehen.

Für die Direkteinleitung wurden sämtliche verfügbaren Einleitstellen im Nahbereich der Trasse recherchiert und kartiert. Die einzelnen Abschnitte in der offenen Verlegeweise (Linienbaugruben) werden durch größere Gewässer, Bahnlinien und Straßen begrenzt, welche nicht offen gequert werden können und mit grabenlosen Spezialtiefbauverfahren gequert werden. Daraus resultieren einzelne Wasserhaltungs-Teilabschnitte, welche nicht durchgängig verbunden sind. Die Durchgängigkeit der Baustelle ist hier im Regelfall nicht unmittelbar gegeben.

Die Zuweisung der Wasserhaltungsabschnitte und Baugruben zu den einzelnen Einleitstellen wurde nach folgenden Grundsätzen durchgeführt:

- Die offene Verlegung in geböschten oder verbauten Baugruben wird in unterschiedlichen Teillängen durch bauphysikalisch im Regelfall nicht durchgängige Restriktionen (größere Gewässer, Bahnlinien, Bundesstraßen und Bundesautobahnen) in einzelne Wasserhaltungs-Teilabschnitte gegliedert.
- Teilstücke mit mehreren Einleitstellen werden nach dem Grundsatz segmentiert, jeder der betroffenen Einleitstelle eine identische Wasserhaltungslänge und damit annähernd identische Wassermengen zuzuordnen.
- Damit besteht für jede Einleitstelle:
  - eine zugeordnete Länge der offenen Wasserhaltung
  - eine Zuordnung der Straßenquerungen in offener Bauweise (soweit im Andienungsbereich zur Einleitstelle vorhanden)
  - eine Zuordnung von Muffen- und sonstigen Baugruben (soweit im Andienungsbereich zur Einleitstelle vorhanden).

Weiterhin liegt den weiteren Berechnungen die Annahme zugrunde, dass zeitgleiches Arbeiten in benachbarten Abschnitten erfolgt. Davon ist in der Bauausführung i.d.R. nicht auszugehen, wird aber in der Form berücksichtigt werden, um zeitparallele Ausführung in benachbarten Abschnitten abzudecken.

Die Anfallsmengen sind den in Kapitel 8.1, 8.2 und 8.3 für das jeweilige Bauverfahren beigefügten Tabellen „Antragsmenge Wasseranfall“ jeweils für den Maximalwert der erhöhten Entnahme in der Vorentwässerungsphase zu entnehmen, da dies die für das Einleitgewässer zumindest vorübergehend in der Vorentwässerungsphase relevante Belastung darstellt.

Die Einleitstelle am Gewässer wird mit einem möglichst geringen Eingriff in die Gewässerböschungen und die Gewässersohle ausgeführt. Die Einleitung wird nach örtlicher Möglichkeit im spitzen Winkel zur Fließachse eingerichtet. Die Rohrsohle des einleitenden Endstückes wird möglichst mit geringem Abstand zum Mittelwasserspiegel des Gewässers hergestellt.

Je nach einzuleitender Wassermenge sowie Größe und Beschaffenheit des Gewässers werden dessen Sohle und erforderlichenfalls die Böschungen ausreichend gegen Erosion gesichert. Eine Regeldarstellung einer entsprechenden Gewässersicherung ist der nachstehenden Abb. 5-1 zu entnehmen.

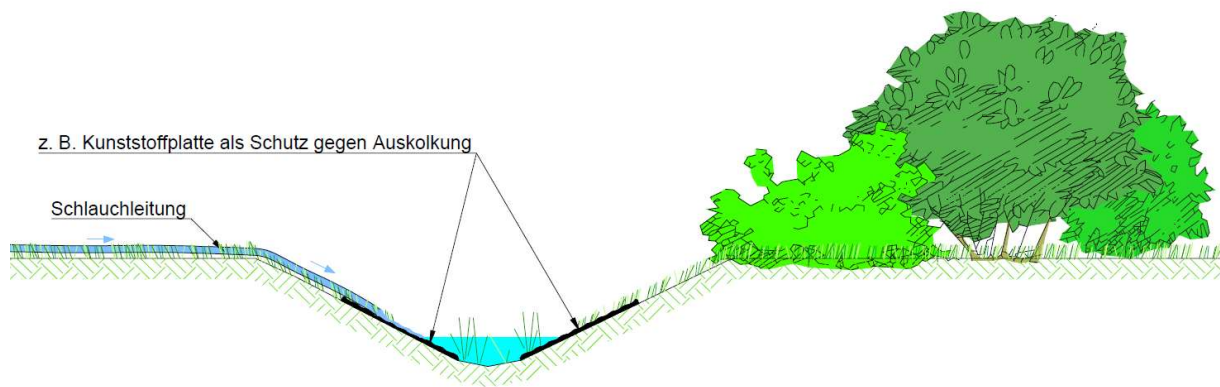


Abb. 5-1: Regeldarstellung der temporären Gewässersicherung an Einleitstellen

## 5.2 Hinweise zur alternativen Förderwasserverwendung

Insbesondere vor dem Hintergrund der zunehmenden sommerlichen Dürreperioden wäre als Alternative zur direkten Wiedereinleitung in die Gewässer, die Möglichkeit zur vollständigen oder teilweisen Wiederversickerung zu prüfen. Nachstehend wird gezeigt, dass aufgrund der begrenzten Flächenverfügbarkeit ein solches Versickerungsvorgehen nicht realisierbar ist.

Gegen eine Versickerung auf Randflächen der Baumaßnahme spricht der Flächenbedarf. Am Beispiel eines typischen Wasserhaltungsabschnitts beträgt die Entnahme/Einleitung bis zu ca. 50 l/s (= 180 m³/h; 4.300 m³/d). Es wird zunächst eine auch nach grundwasserchemischen Aspekten optimale Versickerung über die belebte Bodenzone betrachtet. Hierbei wird eine horizontale Durchlässigkeit  $k_{f,hor} = 10^{-6}$  m/s und eine reduzierte vertikale Durchlässigkeit  $k_{f,ver} = 5 \times 10^{-7}$  m/s angenommen. Mit dem vereinfachten Ansatz des hydraulischen Gradienten  $i=1$  wäre für den betrachteten Typus-Wasserhaltungsabschnitt eine Versickerungsfläche von 10 ha notwendig, die unter Berücksichtigung weiterer naturschutzfachlicher und planerischer Belange nicht zur Verfügung steht. Teilversickerungen nach dieser Methode sind ggf. unter Ausweitung der in Anspruch genommenen Flächen möglich, würden aber aufgrund der zu erwartenden geringen Versickerungsanteile an der Gesamtentnahme keine nachhaltige Stützung des Grundwasserdargebots hervorrufen. Eine Flächenversickerung kann zu einer unerwünschten Versalzung der beanspruchten Flächen infolge Verdunstungseffekten führen. Günstige Einflüsse der Versickerung über die belebte Bodenzone in Form eines Eisen-/Manganrückhaltes oder Adsorption sonstiger Wasserinhaltsstoffe sowie die Filterung von Trübstoffen werden durch bauzeitlich vorgehaltene und bedarfsweise eingesetzte Aufbereitungstechniken kompensiert und sind nicht relevant.

Eine direkte Infiltration in das flurnahe Porengrundwasserstockwerk in Form von Rigolensystemen, Mulden-Rigolensystemen und dgl. können den Grundwassereingriff innerhalb des relativ schmalen Streifens des Absenkttrichters kompensieren. Nachteilig ist hier die Rückströmung des reinfiltrierten Wassers zu den Fassungsrigolen, was zu einer energetisch ungünstigen Kreislauflührung des Grundwassers führt.

Nach Örtlichkeit, der begrenzten Flächenverfügbarkeit und der Möglichkeit zu einer ungünstigen Rückströmung des versickerten Wassers in Richtung der Bauwasserhaltungsanlagen sind Versickerungen nicht vorgesehen.

Die Stützung des flurnahen Grundwasserhaushaltes insbesondere im Einflussbereich der Wasserhaltungs-bedingten Absenkung kann durch bedarfsweise Feldberechnung mit den verbreitet eingesetzten landwirtschaftlichen Berechnungsanlagen erfolgen. Dazu können über eine bewässerungstechnisch abzustimmende Übergabearmatur Teile des geförderten Grundwasser vor Abschlag in die Vorflut entnommen und zu verregnet werden.

### **5.3           Einschätzung zur hydraulischen Leistungsfähigkeit der Einleitgewässer**

Für die Einleitgewässer bzw. die einzelnen Einleitstellen ist die ausreichende hydraulische und ökologische Leistungsfähigkeit zur gewässerverträglichen Aufnahme zu gewährleisten. Da im Bereich der Antragstrasse in Niedersachsen nur vereinzelt behördliche Abflusswerte zur Verfügung stehen, wurde hilfsweise eine Abschätzung der hydraulischen Leistungsfähigkeit mit Hilfe der Fließformel nach GAUCKLER-MANNING-STRICKLER durchgeführt. Unter Annahme eines gleichförmigen Trapezprofils wurde dabei ein lokales Gewässerprofil aus den vorliegenden Daten zur Profilbreite, Sohlbreite und Profiltiefe für alle Einleitgewässer abgeleitet. Die Berechnung erfolgte unter Ansatz eines Sohlgefälles von  $I = 0,2 ‰$  und eines Strickler-Beiwerts von  $k_{st} = 30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ . Zur Plausibilisierung wurden die so ermittelten Abflussleistungen durch schrittweise Anpassung des Freibords den wenigen verfügbaren Pegeldata für ein HQ5 angenähert. Der so für den stationären Zustand abgeschätzte Bemessungsabfluss ist in Kapitel 8 je Einleitstelle aufgeführt.

Die zusätzliche Beaufschlagung von 10 % des Bemessungsabflusses an naturnahen und 25 % des Bemessungsabflusses an naturfernen Gewässern wird unter Berücksichtigung der umweltfachlichen Vorgaben, siehe Unterlage F1, als verträglich angesetzt. In Einzelfällen kann bei besonderer naturschutzfachlichen Einschätzung davon abgewichen werden.

### **5.4           Abgleich Einleitmengen - Gewässerleistungsfähigkeit**

Der über das hydrogeologische Modell unter Berücksichtigung des Höhenbandes, der unterschiedlichen Baugrubentiefen, Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte und der wechselnden Grundwasserstände abgeschätzte Wasseranfall aus der Bauwasserhaltung wurde für jede Einleitstelle der vorstehend berechneten hydraulisch-ökologisch vertretbaren Beaufschlagung gegenübergestellt (siehe Kapitel 8.4, Spalte 13).

Es besteht der Bemessungsgrundsatz, dass diese rechnerisch ermittelte hydraulisch-ökologisch verträgliche Einleitungsmenge an keiner Einleitstelle überschritten wird. Überlastungen werden durch Umverteilung auf benachbarte Einleitstellen kompensiert.

Die Bauwasserhaltung erfolgt mittels Pumpen, so dass die Abgabe überschüssiger Teilmenngen an entferntere Einleitstellen über Schlauch- oder Rohrleitungen technisch einfach realisiert werden kann. Einzelne Wasserhaltungsabschnitte können eine unzureichende Gesamt-Aufnahmekapazität der Einleitgewässer für die Pumpmengen aufweisen. In diesen Fällen kann die Umverteilung in unmittelbar zugängliche Einleitstellen nicht zu der erforderlichen Kompensation führen. Für diese Einzelfälle ist es vorgesehen, vorab mittels HDD-Verfahren eingezogene Schutzrohre für die bauzeitliche Ableitung in entferntere Nachbarabschnitte mit höherem hydraulisch-ökologischem Aufnahmepotenzial zu nutzen, sofern diese durch kreuzende Infrastruktur getrennt sind.

In den beigefügten Tabellen ergeben sich die rechnerischen Einleitungsmengen bzw. die zugrundeliegenden Entnahmemengen aus der jeweiligen Zuordnung der einzelnen Wasserhaltungslängen unter Nutzung aller verfügbaren Einleitstellen. In der Bauausführung kann es z.B. durch die Bauorganisation oder die verfügbarere Wasserhaltungs-/Pumpentechnik des jeweiligen Bauunternehmens ggf. in einzelnen Abschnitten zu einer notwendigen Anpassung der vorliegend beschriebenen Abschnittsbildung kommen. Die Optimierung ggf. erforderlicher Aufbereitungstechniken auf semizentrale, aufbereitungstechnisch günstigere und wirtschaftlichere Aufbereitungsanlagen kann ebenfalls in Einzelfällen dazu führen, dass Einleitstellen stärker beaufschlagt werden. Lokale Änderungen an einzelnen Einleitstellen wirken sich auf die Einleitung (l/s), nicht aber auf die in Summe geförderten Wassermengen und nicht auf die Reichweite der Absenkung aus. Eine hydraulisch-ökologische Überlastung im Zuge der Bauausführung wird in jedem Fall durch entsprechende Regelungen ausgeschlossen. Diese sind in Kapitel 8 zusammengestellt.

## **6.2 Altlasten**

Eine nachteilige Veränderung der Grundwasserqualität gegenüber der ungestörten Ist-Situation kann dann entstehen, wenn der Absenktrichter eine Altlastverdachtsfläche erreicht. Durch den erhöhten Grundwasserdurchsatz und Mobilisierung von Schadstoffen können erhöhte Stoffkonzentrationen ausgewaschen und mit dem Pumpwasser in die Vorflut gelangen.

In den Plananlagen H1.6 sind die bei den Fachämtern recherchierten Altlastenverdachtsflächen eingetragen. Soweit verfügbar, sind die tatsächlichen Verdachtsflächen nach detaillierter Nacherkundung der Fachbehörde eingetragen.

Die Auswertung zeigt, dass keine der bekannten Verdachtsflächen innerhalb der Absenkreichweite liegt. Auf dieser Grundlage kann die baubedingte Freisetzung von Schadstoffen daher ausgeschlossen werden.