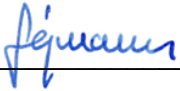


	Anlage 17.4 Wasserhaltungskonzept Rückbau 220-kV-Leitung Stade – Abbenfleth, LH-14-2146	Org.einheit: LPG-NH Name: T. Sälzer Datum: 14.07.2016 Seite: Deckblatt
	Projekt/Vorhaben: 380-kV-Leitung Stade – Landesbergen, Abschnitt: Stade – Sottrum, Teilabschnitt: Raum Stade, LH-14-3110	Telefon: 0921-50740-4332 Telefax: 0921-50740-4059 Projekt-Nr.: A 250

Aufgestellt: Bayreuth, den 14.07.2016   i.V. J. Siegmann i.A. T. Sälzer		Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren	
Prüfvermerk			
	Ersteller		
Datum			
Unterschrift			
Änderung(en):			
Datum			
Unterschrift			
Änderung(en):			
Rev.-Nr.	Datum	Erläuterung	
Anhänge: Anhang 1: Lagepläne mit Eintragungen zur Einleitstelle			

	Anlage 17.4 Wasserhaltungskonzept Rückbau	Org.einheit: LPG-NH Name: T. Sälzer Datum: 14.07.2016 Seite: 1 von 14
Projekt/Vorhaben:	380-kV-Leitung Stade – Landesbergen, Abschnitt: Stade – Sottrum, Teilabschnitt: Raum Stade, LH-14-3110	Telefon: 0921-50740-4332 Telefax: 0921-50740-4059 Projekt-Nr.: A 250

Anlage 17.4

Wasserhaltungskonzept Rückbau

220-kV-Leitung Stade – Abbenfleth, LH-14-2146

Mast 001 bis 019

Antrag auf Erteilung der wasserrechtlichen Erlaubnis für die Entnahme von Grundwasser und die Einleitung in ein Oberflächengewässer

1	Erforderlichkeit / Ziel	2
2	Maststandorte	2
3	Erforderliche Wasserhaltungsmaßnahmen	3
3.1	Voraussichtliche geologische und hydrogeologische Situation.....	3
3.2	Erforderliche Wasserhaltungsmaßnahmen für den Rückbau der Fundamente.....	3
3.3	Erforderliche Wasserhaltungsmaßnahmen für Arbeitsflächen/Baustraßen.....	6
4	Ergebnisse der Baugrunduntersuchung	6
4.1	Baugrundsichten und hydraulische Durchlässigkeiten.....	6
4.2	Grundwassersituation	7
5	Entnahme von Grundwasser.....	7
5.1	Methodik	8
5.2	Vorab-Dimensionierung der anfallenden Wassermengen	9
5.3	Mögliche Gefährdungen durch eine Grundwasserabsenkung	11
6	Oberflächenwassermanagement	11
6.1	Einleiten von anfallenden Wässern in oberirdische Gewässer	11
6.2	Stoffliche Zusammensetzung des zu fördernden Wassers.....	13
6.3	Aufbereitung des geförderten Grundwassers.....	13
7	Quellenverzeichnis.....	14

Anhang:

Anhang 1: Lagepläne mit Eintragungen zur Einleitstelle

1 Erforderlichkeit / Ziel

Für den Rückbau der Fundamente der 220-kV-Leitung Stade – Abbenfleth, LH-14-2146 ist es erforderlich, eine bauzeitliche Wasserhaltung bzw. ggf. eine bauzeitliche Grundwasserabsenkung durchzuführen, da die vorhandenen Fundamente bis zu einer Tiefe von 1,4 m unter GOK abgebrochen werden müssen und der hohe Grundwasserstand auch bei trockenem Wetter eine Verschlammung der Baugrube während der Demontage verursachen würde.

Die entsprechenden Arbeiten des Rückbaus sind im Anschluss an den Neubau der 380-kV-Leitung Stade – Landesbergen, Abschnitt: Stade – Sottrum, Teilabschnitt: Raum Stade, LH-14-3110 vorgesehen.

Die ggf. notwendige Installation und Inbetriebnahme der Grundwasserabsenkungsanlagen sowie das Ausheben der Baugrube und alle weiteren Maßnahmen zum Rückbau der Masten und der Fundamente sind pro Mast innerhalb von 30 Tagen abgeschlossen. Dabei werden an den Maststandorten, bei denen eine Grundwasserabsenkung erforderlich wird, während einer Bauzeit von ca. 5 Tagen, das Grundwasser abgesenkt und in entsprechende Einleitstellen geleitet. Voraussichtlich werden hierbei Wassermengen zwischen ca. 52 m³ und 63 m³ entnommen und in Oberflächengewässer, Gräben oder in die Entwässerungsgräben der Bundesautobahn A 26 eingeleitet bzw. über eine Flächenversickerung dem Grundwasser wieder zugeführt.

2 Maststandorte

Die betroffene Leitung verläuft vom Umspannwerk Stade bis Bützfleth. Angaben zur Lage der einzelnen Masten können Tabelle 1 entnommen werden. Ein Übersichtslageplan im Maßstab 1:25.000 mit Eintragung der Standorte ist in Anlage 2.1 der Antragsunterlagen einsehbar.

Tabelle 1: Lage der Maststandorte

Mast	Koordinaten (Gauß-Krüger Zone 3)		Gemeinde	Gemarkung	Flur	Flurstücks- nummer
	Rechtswert	Hochwert				
001	3534726	5943311	Hansestadt Stade	Stade	54	37/3, 40/3
002	3534330	5943183	Hansestadt Stade	Stade	56	48/6
003	3533946	5943060	Hansestadt Stade	Stade	56	143/1, 99/1, 64/1
004	3533532	5942926	Hansestadt Stade	Stade	55	4/1
005	3533310	5943121	Hansestadt Stade	Stade	20	45/16
006	3533054	5943346	Hansestadt Stade	Stade	20	45/156
007	3532797	5943666	Hansestadt Stade	Stade	20	13/3
008	3532535	5943991	Hansestadt Stade	Bützfleth	32	10/2
009	3532305	5944276	Hansestadt Stade	Bützfleth	32	27/4
010	3532181	5944660	Hansestadt Stade	Bützfleth	25	64/5

011	3532059	5945036	Hansestadt Stade	Bützfleth	25	37/10
012	3532055	5945418	Hansestadt Stade	Bützfleth	26	46/7, 46/8
013	3532050	5945827	Hansestadt Stade	Bützfleth	26	47/6
014	3532106	5946152	Hansestadt Stade	Bützfleth	22	112/1
015	3532152	5946417	Hansestadt Stade	Bützfleth	22	54/6, 91/8
016	3532212	5946760	Hansestadt Stade	Bützfleth	22	55/1
017	3532145	5947104	Hansestadt Stade	Bützfleth	4	32/1
018	3532232	5947460	Hansestadt Stade	Bützfleth	4	11/2, 162/4
019	3532400	5947524	Hansestadt Stade	Bützfleth	4	11/2

3 Erforderliche Wasserhaltungsmaßnahmen

Nachfolgend wird kurz die geologische und hydrogeologische Situation anhand vorhandener Datengrundlagen (Hydrogeologische Karten, Geologische Karten, GW-Messstellen) erläutert. Darauf aufbauend werden die erforderlichen Wasserhaltungsmaßnahmen, zum einen für die Fundamentdemontage und zum anderen für das Anlegen von Baustraßen und Arbeitsflächen, abgeleitet.

3.1 Voraussichtliche geologische und hydrogeologische Situation

Die Trasse der 220-kV-Leitung Stade – Abbenfleth, LH-14-2146 befindet sich im Hydrogeologischen Raum „Nord- und mitteldeutsches Lockergesteinsgebiet“. Alle Masten befinden sich in den Teilräumen „Marschen“ und „Elbmarsch“. Es sind hier sowohl Porengrundwasserleiter als auch Grundwassergeringleiter anzutreffen. Die gesamte Trasse befindet sich in der hydrogeologischen Einheit „Küstensedimente und fluviatile Gezeitenablagerungen“. Das Grundwasser kann im Bereich der Marsch gespannt vorliegen.

Die anstehenden Erdstoffe, die vermutlich im zu entwässernden Bereich (bis ca. 2 m u. GOK) anstehen, wurden aus der Geologischen Karte 1:50.000 abgeleitet. Gemäß Geologischer Karte sind im Bereich der Marsch oberflächennah (0-2 m u. GOK) sehr feinkörnige, und somit sehr gering durchlässige Sedimente zu erwarten.

3.2 Erforderliche Wasserhaltungsmaßnahmen für den Rückbau der Fundamente

Laut Hydrogeologischer Übersichtskarte 1:200.000 liegt die Grundwasseroberfläche im Bereich der Marsch zwischen 0 und 1 m u. GOK. Der Bemessungswasserstand wird somit für alle Masten gleich GOK festgesetzt. Das Grundwasser kann lokal gespannt vorliegen.

Für die geplanten Wasserhaltungsmaßnahmen des Rückbaus der bestehenden 220-kV-Leitung Stade – Abbenfleth, LH-14-2146 erfolgt, gemäß den oben angenommenen geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen, eine Unterteilung der Trasse in zwei Teilabschnitte. Diese Einteilung ist in Tabelle 2 zusammenfassend dargestellt. Auf Grundlage der in Tabelle 2 gemachten Annahmen ist eine Wasserhaltung notwendig. Gemäß den gegebenen Voraussetzungen sind für die einzelnen Teilabschnitte ggf. unterschiedliche Methoden der Wasserhaltung möglich.

Teilabschnitt 1 ist durch sehr gering durchlässige Erdstoffe gekennzeichnet. Hier ist, in Abhängigkeit der Wirtschaftlichkeit, zwischen offener und geschlossener (Vakuumbrunnen oder Elektroosmose, vgl. Kapitel 5.1) Wasserhaltung zu entscheiden.

In Teilabschnitt 2 werden die sehr gering durchlässigen Erdstoffe von anthropogenen Auffüllungen überlagert. Diese können bei der Abschätzung der anfallenden Wassermengen (Kapitel 5.2) nicht berücksichtigt werden, da die Durchlässigkeit aufgrund ihrer heterogenen Zusammensetzung stark schwanken kann.

Werden wider Erwarten Torfböden angetroffen, wird in diesen Bereichen eine offene Wasserhaltung in Verbindung mit einem wasserdichten Baugrubenverbau empfohlen, da zum einen die Entwässerung organischer Böden und insbesondere die darauffolgende Wiedervernässung sehr schwierig ist und zudem bei einem Wasserentzug in Bereichen mit organischen Böden diverse Gefahren (siehe auch Kapitel 5.3) auftreten.

Tabelle 2: Trasseneinteilung nach geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten und abgeleitete Empfehlung zu erforderlichen Wasserhaltungsmaßnahmen

Trasseneinteilung						
Teilabschnitt	Masten	GW-Hochstand an GW-Messstellen (m u. GOK)	Bemessungswasserstand (m u. GOK)	anstehende Erdstoffe (0 – 2 m u. GOK)	hydraulische Durchlässigkeit (m/s) ²⁾	empfohlene Wasserhaltung
1	001 - 006	ca. 0,57 - 0,07 ¹⁾	GOK	sehr gering durchlässige Lehm Böden	10 ⁻¹⁰ bis 10 ⁻⁶	geschlossen bzw. offen
2	007 - 019	ca. 0,57 - 0,07 ¹⁾	GOK	Auffüllungen ³⁾ über sehr gering durchlässige Lehm Böden	10 ⁻¹⁰ bis 10 ⁻⁶	geschlossen bzw. offen

1) Grundwassermessstelle Hollern I und Assel UE 123 FI

2) Erfahrungswerte

3) Für Auffüllungen kann aufgrund ihrer heterogenen Zusammensetzung keine hydraulische Durchlässigkeit angegeben werden.

Die Installation und Inbetriebnahme der ggf. erforderlichen Grundwasserabsenkungsanlagen sowie das Ausheben der Baugrube und alle weiteren Maßnahmen zum Rückbau der einzelnen Masten und Fundamente sind pro Maststandort innerhalb von 30 Tagen abgeschlossen. Im Falle einer Grundwasserabsenkung wird pro Standort eine Bauzeit von ca. 5 Tagen veranschlagt, in der die Absenkung des Grundwassers sowie die Einleitung z.B. in Oberflächengewässer erfolgt.

Alle Masten sind mittels Pfahlfundamenten gegründet. Angaben zu den Baugrubengrößen des Rückbaus sind in Tabelle 3 aufgelistet. Die Baugruben sollen ggf. mit Spundwänden gesichert werden.

Tabelle 3: Übersicht der Baugrubengröße

Mast	Tiefe des Fundamentrückbau (in m u. GOK / m ü. NHN)	Baugrubengröße (in m)
001	1,40 / 0,84	12,5x12,5
002	1,40 / 0,79	10,5x10,5
003	1,40 / 0,55	11,0x11,0
004	1,40 / 1,31	11,0x11,0
005	1,40 / 2,20	14,0x14,0
006	1,40 / 0,32	12,0x12,0
007	1,40 / 0,25	11,5x11,5
008	1,40 / 0,51	11,5x11,5
009	1,40 / 1,06	12,5x12,5
010	1,40 / 1,06	11,0x11,0
011	1,40 / 1,31	11,5x11,5
012	1,40 / 0,98	11,5x11,5
013	1,40 / 0,93	12,0x12,0
014	1,40 / 1,40	10,5x10,5
015	1,40 / 1,20	11,0x11,0
016	1,40 / 0,65	12,5x12,5
017	1,40 / 1,17	12,5x12,5
018	1,40 / 0,76	11,0x11,0
019	1,40 / 0,87	12,5x12,5

Im Falle einer offenen Wasserhaltung bei freigeböschten Baugruben (unter Beachtung der zulässigen Baugrubenböschungswinkel), bei denen die angelegten Entwässerungsgräben die anfallenden Wassermengen nicht aufnehmen können, können Spundwände eingebaut werden, um die anfallende Fördermenge zu reduzieren. Der Einsatz von Spundwänden in ggf. anzutreffenden Torfböden ist ebenfalls zu empfehlen. Er dient zum einen einer Reduktion des anfallenden Wassers und schützt den Torf weitestgehend vor Austrocknung und den damit verbundenen Folgen (siehe Kapitel 5.3). Bei nicht bis wenig zersetzten Torfen kann jedoch die Rammpbarkeit behindert sein.

Im Falle einer Grundwasserabsenkung (geschlossene Wasserhaltung) ist unter Berücksichtigung der ermittelten Absenkungstrichter und möglicher Folgen der Grundwasserabsenkung für z.B. die Natur und die Infrastruktur (vgl. Kapitel 5.3), die geplante Bauweise (z.B. wie viele Grundwasserabsenkungen und Einleitungen in Oberflächengewässer können gleichzeitig betrieben werden) festzulegen.

Bei einer offenen Wasserhaltung in Verbindung mit einem wasserdichten Baugrubenverbau ist keine Grundwasserabsenkung erforderlich. Demnach können, in Abhängigkeit der anfallenden Wassermengen (vgl. Kapitel 5.2) sowie der hydraulischen Leistungsfähigkeit der Einleitgewässer die Rückbaumaßnahmen ggf. parallel erfolgen.

3.3 Erforderliche Wasserhaltungsmaßnahmen für Arbeitsflächen/Baustraßen

Da die Erdstoffe unterhalb des Mutterbodens erfahrungsgemäß eine geringe Tragfähigkeit aufweisen, sind temporäre Baustraßen mit Lastverteilterplatten aus Holz, Stahl, Aluminium o.Ä. nicht immer zweckmäßig. Daher wird im Bereich der geplanten Zuwegungen und des geplanten Bohrplanums mit nicht ausreichender Tragfähigkeit wie folgt vorgegangen:

- Auf den Mutterboden mit einer intakten Grasnarbe ist ein Geovlies zu verlegen. Dies soll ein sekundäres Eindringen des Bodenpolsters in die darunter lagernden Lehm- und Torfböden verhindern. Gleichzeitig wird dadurch ein stabiles Auflager für das Bodenpolster geschaffen.
- Auf das Geovlies erfolgt der lagenweise, verdichtende Aufbau eines mindestens 0,5 m mächtigen Bodenpolsters aus einem gut verdichtbaren Mineralgemisch. Das Mineralgemisch wird lagenweise verdichtend eingebaut, wobei die einzelnen Lagen eine maximale Schütthöhe von 0,2 m aufweisen.
- Auf dem ordnungsgemäß hergestellten Bodenpolster bzw. auf den Straßenelementen (aus Holz, Stahl, o.Ä.) werden dann alle Arbeiten durchgeführt.

Für die Abführung der ggf. anfallenden Oberflächenwässer wird eine Tagwasserhaltung mittels Pumpensümpfen und Schmutzwasserpumpen, Drainagen etc. vorgehalten.

4 Ergebnisse der Baugrunduntersuchung

Nachfolgend werden die zu erwartenden Ergebnisse der durchzuführenden Baugrunderkundung dargelegt. Zum einen werden die voraussichtlich anzutreffenden Baugrundsituationen und die prognostizierten hydraulischen Durchlässigkeiten der zu entwässernden Schichten erläutert. Zum anderen wird kurz auf die eingeschätzte hydrogeologische Situation eingegangen.

4.1 Baugrundsichten und hydraulische Durchlässigkeiten

Ergebnisse der Baugrunduntersuchung liegen derzeit noch nicht vor. Die Prognose der Durchlässigkeitsbeiwerte basiert auf der im Kapitel 3.1 dargestellten hydrogeologischen Situation.

Insbesondere ist das eventuelle Vorhandensein von Torfböden in den zu entwässernden Tiefenbereichen zu beachten, da diese aufgrund ihrer Standortverhältnisse und Eigenschaften sowohl bei der Planung und Berechnung der Grundwasserabsenkung als auch bei der Betrachtung von Auswirkungen einer Absenkung (vgl. Kapitel 5.3) einbezogen werden müssen. In Tabelle 4 sind die aus der hydrogeologischen Situation prognostizierten Durchlässigkeitsbeiwerte mastspezifisch zusammengestellt.

Tabelle 4: Übersicht der aus der hydrogeologischen Situation prognostizierten Durchlässigkeitsbeiwerte der zu entwässernden Baugrundsichten

Mast	Durchlässigkeitsbeiwert k_f (in m/s)	Mast	Durchlässigkeitsbeiwert k_f (in m/s)
001	$1,0 \cdot 10^{-6}$	011	$1,0 \cdot 10^{-6}$
002	$1,0 \cdot 10^{-6}$	012	$1,0 \cdot 10^{-6}$
003	$1,0 \cdot 10^{-6}$	013	$1,0 \cdot 10^{-6}$
004	$1,0 \cdot 10^{-6}$	014	$1,0 \cdot 10^{-6}$
005	$1,0 \cdot 10^{-6}$	015	$1,0 \cdot 10^{-6}$
006	$1,0 \cdot 10^{-6}$	016	$1,0 \cdot 10^{-6}$
007	$1,0 \cdot 10^{-6}$	017	$1,0 \cdot 10^{-6}$
008	$1,0 \cdot 10^{-6}$	018	$1,0 \cdot 10^{-6}$
009	$1,0 \cdot 10^{-6}$	019	$1,0 \cdot 10^{-6}$
010	$1,0 \cdot 10^{-6}$		

4.2 Grundwassersituation

Im Bereich der Marsch sind Grundwasserstände zwischen 0,5 und 0,0 m u. GOK zu erwarten. Es muss ggf. mit gespannten Grundwasserverhältnissen gerechnet werden. Angaben zum angetroffenen und freien Grundwasserstand sind derzeit noch nicht möglich.

Im nachfolgenden Kapitel werden, unter Berücksichtigung der prognostizierten Ergebnisse der Baugrunderkundung, die Methodik der Grundwasserentnahme bzw. Wasserhaltung beschrieben und die geförderten Wassermengen, Reichweiten und die Absenkungstrichter vorab ermittelt.

5 Entnahme von Grundwasser

Um den Baugrund trocken zu legen wird an den bestehenden Fundamenten eine Wasserhaltung betrieben. Wird Grundwasser abgesenkt, handelt es sich um eine Entnahme von Grundwasser gemäß § 46 WHG über ein Pumpsystem. Nachfolgend werden die verschiedenen Methoden der Wasserhaltung, die in Abhängigkeit von den vorgefundenen Untergrundverhältnissen Anwendung finden können, erläutert.

Für alle Methoden der Grundwasserabsenkung gilt: Sind die Wasserhaltungsmaßnahmen für die Baumaßnahme nicht mehr erforderlich, werden die PVC-Verrohrungen gezogen und das verbleibende Bohrloch schichtgerecht mit Kies- und Sandgemischen wieder verfüllt. Bindige Bereiche sowie die oberen 1-2 m werden mit Quelltonen abgedichtet um die natürlichen hydrologischen Verhältnisse wieder herzustellen.

Aufgrund der oberhalb der grundwasserführenden Schichten anstehenden bindigen Sedimente liegt das Grundwasser lokal gespannt vor. Um einem hydraulischen Grundbruch im Zuge der Aushubarbeiten entgegen zu wirken, werden in diesen Bereichen an jeder Ecke der Baugrube entsprechend tiefe Pumpensämpfe, dem Aushub vorausseilend, hergestellt. Über diese wird das

Grundwasser mittels leistungsstarker Schmutzwasser-Tauchpumpen abgesenkt/entspannt. Wird eine geschlossene Wasserhaltung betrieben, sind diese Maßnahmen hinfällig.

Bei der Baugrubenrückverfüllung werden die Baugruben in diesen Bereichen nach unten hin abgedichtet, um die natürlichen hydrogeologischen Verhältnisse wieder herzustellen.

5.1 Methodik

Sind Wasserhaltungs- bzw. Grundwasserabsenkungsmaßnahmen erforderlich, kommen in Abhängigkeit der angetroffenen Untergrundverhältnisse verschiedenen Methoden zur Anwendung. Generell erfolgen sämtliche Wasserhaltungsmaßnahmen filterstabil.

Schwerkraftentwässerung

Zur Schwerkraftentwässerung zählen die offene Wasserhaltung und die Grundwasserabsenkung mittels Brunnen.

Bei der **offenen Wasserhaltung** erfolgt die Entwässerung gleichzeitig mit dem Baugrubenaushub. Das entlang von angelegten Gräben und Rinnen fließende Wasser wird in Pumpensümpfe geleitet und kann dort ständig oder zeitweise abgepumpt werden. In bindigen und geschichteten Böden kann eine offene Wasserhaltung ergänzend zu Grundwasserabsenkungen eingesetzt werden.

Eine Schwerkraftentwässerung mittels **vertikaler Brunnen** findet vorwiegend in kohäsionslosen Böden Anwendung. Dafür werden im Vorfeld je nach Absenkziel um die Baugrube herum mehrere Filterlanzen eingebracht. In jedes Bohrloch wird eine PVC-Verrohrung eingebracht, die am unteren Ende auf ca. 1,0 m Länge geschlitzt ist. Der Ringraum zwischen Verrohrung und Bohrlochwand wird mit einem Filterkies verfüllt, sodass im Zuge der Wasserhaltungsmaßnahmen keine Ausspülungen auftreten und demnach eine filterstabile Wasserhaltung gewährleistet wird. Das Wasser fließt dem Brunnen auf Grund der Wirkung der Schwerkraft zu und kann aus dem Brunnen mit einem System aus Schlauch und Pumpe abgepumpt werden. Wird mehr Wasser abgepumpt als dem System zufließt, wird der Grundwasserspiegel abgesenkt.

Eine offene Wasserhaltung (Entnahme von Oberflächen- und Sickerwasser) findet beim Anlegen der Baustraßen und Arbeitsflächen Anwendung. Für ggf. anfallendes Oberflächen- und Sickerwasser werden entsprechende Rückhaltemaßnahmen vorgehalten. Ebenfalls kann eine offene Wasserhaltung an den Maststandorten angewendet werden, an denen rollige Erdstoffe bzw. geschichteten und/oder bindigen Böden oberflächennah anstehen.

Eine Entwässerung mittels Brunnen kann aufgrund der Durchlässigkeitsbeiwerte in Bereichen mit rolligen, gut durchlässigen Böden erfolgen.

Unterdruckentwässerung

Die Entwässerung mit Unterdruck wird vorwiegend in gering durchlässigen, also schluffigen und feinsandigen Böden (Durchlässigkeitsbeiwerte $k_f \approx 0,5 \cdot 10^{-6}$ bis 10^{-4}), die das Grundwasser durch kapillare Kräfte binden, angewendet. Dafür werden im Vorfeld je nach Absenkziel um die Baugrube herum mehrere Filterlanzen eingebracht. In jedes Bohrloch wird eine PVC-Verrohrung eingesetzt, die am unteren Ende auf ca. 1,0 m Länge geschlitzt ist. Der Ringraum zwischen Verrohrung und Bohrlochwand wird mit einem Filterkies verfüllt, sodass im Zuge der Wasserhaltungsmaßnahmen keine Ausspülungen auftreten und demnach eine filterstabile Wasserhaltung gewährleistet wird. In die PVC-Rohre werden Vakuumpülfilterlanzen eingebracht, die mit PVC-Saugschläuchen an einer Ringleitung angebunden sind. Durch den von einer Vakuumpumpe erzeugten Unterdruck erfolgt die Entwässerung des Untergrundes.

Diese Art der Grundwasserabsenkung kann an den Masten mit bindigen, gering durchlässigen Erdstoffen angewendet werden.

Elektroosmose

Das Verfahren der Elektroosmose zur Trockenlegung von Baugruben kommt bei sehr feinkörnigen, tonigen Böden zur Anwendung, bei denen die elektrostatischen Bindungskräfte zwischen den Tonteilchen und den Wassermolekülen so groß sind, dass die oben beschriebenen Verfahren (Schwerkraft, Vakuum) nicht ausreichen. Hierbei werden durch das Anlegen einer Gleichspannung an zwei in den Boden eingebrachten Stahlträgern (Anode und Kathode) die freien, ungebundenen Wasserteilchen angeregt, sich von der Anode zur Kathode zu bewegen. Die Kathode ist zu einem Brunnen ausgebaut, aus dem das diffundierende Wasser abgepumpt wird.

Gemäß den durchgeführten Erkundungen kann das Verfahren der Elektroosmose, alternativ zu einer offenen Wasserhaltung, an den Masten mit bindigen Erdstoffen Anwendung finden.

5.2 Vorab-Dimensionierung der anfallenden Wassermengen

Die Berechnung des Wasserandrangs und somit der zu erwartenden Wasserfördermengen bei einer **offenen Wasserhaltung** erfolgte nach Davidenkoff, mittels folgender Formel:

$$Q = k * H^2 * \left[\left(1 + \frac{t}{H} \right) * m + \frac{L_1}{R} * \left(1 + \frac{t}{H} * n \right) \right]$$

mit Q=Wasserandrang in der Baugrube [m³/s]
 k=Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]
 H= Abstand GW-Spiegel zu Baugrubensohle [m]
 t=Tiefe der für den Zufluss wirksamen Zone
 m=Beiwert aus L_2/R
 n=Beiwert aus t/R
 L₁=Länge der Baugrube [m]
 L₂=Breite der Baugrube [m]
 R=Reichweite nach Sichardt [m]

Die Ergebnisse der Berechnung sind auch in Tabelle 5 enthalten.

Werden wider Erwarten während der Baugrunderkundung sandigen oder kiesigen Bereichen der Marsch angetroffen, kann eine **Grundwasserabsenkung** mittels Schwerkraftbrunnen Anwendung finden. In diesem Fall werden die Maßnahmen mit der Software GGU-Drawdown vordimensioniert. Dafür notwendige Kennwerte, die zu erwartende geförderte Wassermenge sowie der Radius des jeweiligen Absenkungstrichters können erst nach den durchgeführten Feld- und Laborversuchen ermittelt werden.

Tabelle 5: Berechnung des Wasserandrangs nach Davidenkoff bei offener Wasserhaltung

Mast	Bemes- sungs- wasser- stand in m u. GOK / m ü. NHN	Absenk- ziel in m (=BGS)	k _r -Wert in m/s	Geförderte Wassermenge				Reichweite nach SICHARDT in m
				l/s	m³/h	m³/d	m³/Bauzeit*	
001	0	1,4	1,0*10 ⁻⁶	0,14	0,49	11,76	ca. 59	13,28
002	0	1,4	1,0*10 ⁻⁶	0,12	0,43	10,32	ca. 52	13,28
003	0	1,4	1,0*10 ⁻⁶	0,12	0,44	10,49	ca. 53	13,28
004	0	1,4	1,0*10 ⁻⁶	0,12	0,44	10,49	ca. 53	13,28
005	0	1,4	1,0*10 ⁻⁶	0,15	0,53	12,68	ca. 63	13,28
006	0	1,4	1,0*10 ⁻⁶	0,13	0,48	11,60	ca. 58	13,28
007**	0	1,4	1,0*10 ⁻⁶	0,13	0,47	11,34	ca. 57	13,28
008**	0	1,4	1,0*10 ⁻⁶	0,13	0,47	11,34	ca. 57	13,28
009**	0	1,4	1,0*10 ⁻⁶	0,14	0,49	11,76	ca. 59	13,28
010**	0	1,4	1,0*10 ⁻⁶	0,12	0,44	10,49	ca. 53	13,28
011**	0	1,4	1,0*10 ⁻⁶	0,13	0,47	11,34	ca. 57	13,28
012**	0	1,4	1,0*10 ⁻⁶	0,13	0,47	11,34	ca. 57	13,28
013**	0	1,4	1,0*10 ⁻⁶	0,13	0,48	11,60	ca. 58	13,28
014**	0	1,4	1,0*10 ⁻⁶	0,12	0,43	10,32	ca. 52	13,28
015**	0	1,4	1,0*10 ⁻⁶	0,12	0,44	10,49	ca. 53	13,28
016**	0	1,4	1,0*10 ⁻⁶	0,14	0,49	11,76	ca. 59	13,28
017**	0	1,4	1,0*10 ⁻⁶	0,14	0,49	11,76	ca. 59	13,28
018**	0	1,4	1,0*10 ⁻⁶	0,12	0,44	10,49	ca. 53	13,28
019**	0	1,4	1,0*10 ⁻⁶	0,14	0,49	11,76	ca. 59	13,28

* Bauzeit: ca. 5 Tage

** Die Berechnung erfolgt ohne Berücksichtigung der vermutlich anstehenden Auffüllung, da hier die Durchlässigkeit aufgrund der Heterogenität stark schwanken kann.

5.3 Mögliche Gefährdungen durch eine Grundwasserabsenkung

Die Form des Absenkungstrichters entspricht einer Hyperbel und flacht somit mit zunehmender Entfernung vom Ort der Absenkung stark ab. Daher sind die direkten Auswirkungen einer Grundwasserabsenkung räumlich stark begrenzt. Zudem ist der natürliche Grundwasserspiegel jahreszeitlichen Schwankungen unterlegen, die sich im Rahmen von bis zu ca. 1,0 m bewegen können. Auch die künstliche Regulierung der Grundwasserstände im Untersuchungsgebiet mittels angelegter Gräben trägt zu einer Schwankung des Grundwasserspiegels bei. Aus diesen Gründen sowie aufgrund des geringen Absenkziels und der kurzen Dauer der Absenkung ist eine relevante Gefährdung von Gebäuden, Verkehrswegen und der Vegetation aus aktuellem Kenntnisstand wenig wahrscheinlich.

Anhand des Absenkungstrichters können gemäß derzeitigem Kenntnisstand negative Folgen auf Vegetation, Infrastruktur und Altablagerungen nahezu ausgeschlossen werden.

Im Untersuchungsgebiet können ggf. auch empfindliche Böden (organische Böden) angetroffen werden. Diese Böden reagieren auf eine Entwässerung mit Volumenveränderungen und ziehen hierdurch negative Folgen nach sich. Im Bereich organischer Böden ist bei Wasserentzug und einer gleichzeitigen Belüftung der Torfböden mit Sackungen, Schrumpfung sowie CO₂-Emissionen und Volumenverlusten durch Mineralisation zu rechnen.

Sulfatsaure und potentiell sulfatsaure Böden sind, nach der Analyse des vorhandenen Kartenmaterials, im Untersuchungsgebiet nicht zu erwarten.

6 Oberflächenwassermanagement

Im folgenden Kapitel werden Aspekte des Oberflächenwassermanagements beschrieben.

Aufgrund des geringen Eingriffs an der Erdoberfläche bei der Herstellung der temporären Baustraßen und Arbeitsflächen ist mit entsprechend geringen Wassermengen (überwiegend Oberflächen-, Sickerwasser) während der Baumaßnahme zu rechnen. Daher sind die ggf. anfallenden Oberflächenwässer und im untergeordneten Maße Grund-/Schichtwässer mit einer offenen Wasserhaltung gut beherrschbar.

Für die Abführung der ggf. anfallenden Oberflächenwässer wird eine Tagwasserhaltung mittels Pumpensämpfen und Schmutzwasserpumpen, Drainagen etc. vorgehalten.

6.1 Einleiten von anfallenden Wässern in oberirdische Gewässer

Für die rückzubauenden Maststandorte wird das geförderte Wasser über temporäre Leitungen in nahe gelegene Oberflächengewässer und Gräben (Einleiten von Grundwasser gemäß § 25 WHG i.V.m. § 32 NWG, an keine weiteren Auflagen gebunden) eingeleitet. Da aufgrund der Untergrundverhältnisse (gering durchlässige Lehmböden) und der hohen Grundwasserstände im Bereich der Marsch keine Flächenversickerung möglich ist, muss das geförderte Wasser, sofern sich kein geeigneter Graben in unmittelbarer Nähe befindet, zum nächstgelegenen Graben bzw. zur nächsten Vorflut transportiert und eingeleitet werden.

Eine Übersicht der möglichen Einleitstellen, die sich in der näheren Umgebung des jeweiligen Mastes befinden, ist in Tabelle 6 enthalten. Anhang 1 enthält Pläne der potentiellen Einleitstellen.

Die hydraulische Leistungsfähigkeit der Gräben ist neben dem Gewässerquerschnitt und dem Gefälle auch von zum Zeitpunkt der Einleitung saisonal schwankenden Witterungs- und somit Abflussbedingungen abhängig.

Hierbei spielen beispielsweise auch der Rückstau durch hohe Abflussmengen der nächsten Vorflut sowie ggf. vorhandene Anlagen zur Hochwasserregulierung eine Rolle.

Tabelle 6: Übersicht der mastbezogenen Einleitstellen für die Leitung Stade – Abbenfleth, LH-2146

Mast	Einleitstelle	Entfernung in m	Bemerkungen
001	Bassenflether Wettern	ca. 18	-
002	Graben	ca. 94	-
003	Graben	ca. 5	-
004	Graben	ca. 53	-
005	Schwinge	ca. 25	-
006	Graben	ca. 73	Verrohrter Graben
007	Graben/Teiche	ca. 16	-
008	Graben	ca. 224	-
009	Graben	ca. 8	-
010	Graben	ca. 68	-
011	Graben	ca. 39	-
012	Graben	ca. 4	-
013	Graben	ca. 61	-
014	Graben	ca. 68	-
015	Graben	ca. 146	-
016	Graben	ca. 129	-
017	Graben	ca. 30	-
018	Graben	ca. 49	-
019	Bützflether Süderelbe	ca. 10	-

6.2 Stoffliche Zusammensetzung des zu fördernden Wassers

Zur stofflichen Zusammensetzung des zu fördernden Wassers kann derzeit noch keine Aussage getroffen werden. Es ist jedoch damit zu rechnen, dass erhöhte Eisen- und Mangangehalte durch die noch ausstehenden chemischen Analysen der Grundwasserproben gemessen werden. Das geförderte Grundwasser neigt somit ggf. zur Ausfällung von Eisen und Mangan.

6.3 Aufbereitung des geförderten Grundwassers

Für ggf. vorhandene Schwebstoffe im einzuleitenden Wasser werden Absetzbecken und –gräben angelegt. Für die Aufbereitung der zu Eisen- und Manganausfällungen neigenden Wässer werden geeignete Filter (z.B. Kiesfilter, Strohballenfilter) eingesetzt, an denen diese Verbindung ausfallen und somit dem Wasser entzogen werden.

Sollten wider Erwarten durch die Baugrunduntersuchung Schadstoffeintragungen festgestellt werden, sollen im Rahmen der Planfeststellung entsprechende, aufgrund der Baugrunduntersuchung zu präzisierende Maßnahmen (z.B. Auffangen oder Reinigung des Wassers) festgelegt werden.

7 Quellenverzeichnis

- Buchholz+Partner GmbH: Geotechnischer Bericht Baugrundvorgutachten 380kV-Leitung Stade — Landesbergen, 15.10.2015
- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie: NIBIS® Kartenserver, Hannover 2016
- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie: NIBIS® Kartenserver: Arteser, Hannover 2016
- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie: NIBIS® Kartenserver: Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten 1:50.000, Hannover 2016
- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie: NIBIS® Kartenserver: Altlasten, Hannover 2016
- Geologische Karte von Niedersachsen 1:50.000, In: NIBIS® Kartenserver, Hannover, letzter Zugriff: 22.10.2015
- Hydrogeologische Übersichtskarte 1:200.000, In: NIBIS® Kartenserver, Hannover, letzter Zugriff: 07.03.2016
- Hydrogeologische Übersichtskarte 1:500.000, In: NIBIS® Kartenserver, Hannover, letzter Zugriff: 07.03.2016
- Schäfer, W. et al. (Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen): Geofakten 24, Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten; Hannover, 2010