

## INHALTSVERZEICHNIS:

1	AUFGABENSTELLUNG .....	3
2	BEDARF VON PROZESSWASSER.....	3
3	TECHNISCHE ANLAGEN IN DER ELBE .....	5
4	TECHNISCHE ANLAGEN BINNENSEITS DES DEICHES .....	7
4.1	Anmachbecken (Pos. 2 Prozesswasserkreislauf).....	8
4.2	Frischbetonitbecken (Pos. 3 Prozesswasserkreislauf) .....	9
4.3	Separationsanlage (Pos. 7 Prozesswasserkreislauf).....	11
4.4	Stützsuspension - Filterkuchen (Pos. 5 Prozesswasserkreislauf) .....	12
4.5	Altbentonitbecken (Pos. 8 Prozesswasserkreislauf) .....	13
4.6	Zentrifugen (Pos. 10 Prozesswasserkreislauf) .....	14
4.7	Absetzbecken (Pos. 11 Prozesswasserkreislauf) .....	15
4.8	Druckflotationsanlage .....	16
5	PROGNOSTIZIERTE BELASTUNGEN.....	17
5.1	Baugruben .....	17
5.2	Porenwasser .....	17
5.3	Tunnelvortrieb .....	18
6	PARAMETER DER ELBE .....	19
6.1	Parameter der OGewV Anlage 3 Nr. 3.2 allgemein physikalisch-chemische Qualitätskomponenten in Verbindung mit Anlage 7.....	20
6.1.1	Wassertemperatur .....	20
6.1.2	pH-Wert (zusätzlich zu Anlage 3) .....	21
6.1.3	Leitfähigkeit.....	21
6.1.4	Chlorid.....	22
6.1.5	Abfiltrierbare Stoffe (zusätzlich zur Anlage 3).....	23
6.1.6	Sauerstoff .....	23
6.1.7	Ammonium.....	23
6.1.8	Nitrit-N (zusätzlich zur Anlage 3) .....	26
6.1.9	Nitrat-N.....	26
6.1.10	Gesamt Stickstoff.....	26
6.1.11	Ortho-Phosphat-P .....	26
6.1.12	Gesamt Phosphor.....	27
6.2	Parameter der OGewV Anlage 6, Umweltqualitätsnormen für flussgebietspezifische Schadstoffe .....	27
6.2.1	Parameter, die erhöht werden .....	27
6.2.2	Parameter, die konstant bleiben .....	27

6.2.3	Parameter, die verringert werden .....	27
6.3	Parameter der OGewV Anlage 8, Umweltqualitätsnormen.....	28
6.3.1	Parameter, die erhöht werden .....	28
6.3.2	Parameter, die konstant bleiben .....	28
6.3.3	Parameter, die verringert werden .....	28
7	EINLEITWERTE .....	29
8	VERDÜNNUNGSEFEKTE.....	32

## 1 AUFGABENSTELLUNG

Beim Bauvorhaben der Elbquerung im Zuge der Gesamtmaßnahme A20 werden für die einzelnen Bauabschnitte zu verschiedenen Zeitpunkten unterschiedliche Mengen an Prozesswasser benötigt. Dieser Bericht soll den Bedarf, die Entnahme, Nutzung und die Rückleitung der vorübergehenden Nutzung des Elbwassers und zu geringen Teilen auch des Grundwassers beschreiben. Die Beschreibungen gelten ausschließlich für die temporäre Nutzung von Grund- und Elbwasser während der Herstellung des Bauwerkes.

## 2 BEDARF VON PROZESSWASSER

Im Wesentlichen kann die Baumaßnahme in Bezug auf den Bedarf von Prozesswasser in drei Teilbereiche unterteilt werden.

Baugruben:

Bei der Erstellung der Baugruben (Startbaugrube Tunnelvortrieb und Baugruben für die Tröge in offene Bauweise) wird zur Sicherung gegen hydraulischen Grundbruch über den Zeitraum von 21 Monaten Grundwasser in einem Volumen von 50.000 m<sup>3</sup> benötigt. Der Bodenaushub in den Baugruben erfolgt immer in einer mit Wasser gefüllten Baugrube. Erst wenn bei der Startbaugrube die nach unten dichtende Kleischicht abgetragen wird, versickert anteilig das eingefüllte Baugrubenwasser. Dieses versickernde Grundwasser wird über die Grundwasserbrunnen gefasst und wieder der Baugrube zugeführt. Nachdem bei der Startbaugrube die endgültige Tiefe erreicht wird und die Unterwasserbetonsole errichtet ist, wird ein weiteres Versickern des Baugrubenwassers verhindert. In der Startbaugrube befinden sich zu diesem Zeitpunkt ca. 50.000 m<sup>3</sup> Wasser.

Das erforderliche Wasser für den Aushub der Baugruben wird aus dem Grundwasserleiter, also aus den pleistozänen Sanden, entnommen. Die analytische Untersuchung der Beschaffenheit des Grundwassers liegt vor. Danach ist auf der Nordseite das Grundwasser für die Durchführung der Bauarbeiten geeignet.

Nach der Wasserentnahme und der Nutzung im Bereich der Startbaugrube wird das Wasser in das auf der Baustelleneinrichtungsfläche befindliche Pufferbecken gepumpt und später zur Herstellung der Baugruben sukzessiv wiederverwendet. Nach Ende der Nutzung wird das entnommene Grundwasser in der Wasserbehandlungsanlage aufbereitet und in die Elbe eingeleitet.

Die Grundwasserentnahme ist mit Herstellung der Unterwasserbetonsole im Start-

bauschacht beendet. Von diesem Startbauschacht aus beginnen später die beiden Tunnelbohrmaschinen mit dem Vortrieb der Tunnelröhren. Somit wird während des Tunnelvortriebs kein Grundwasser mehr entnommen.

#### Auflastbereiche und Straßendämme:

Durch das Aufbringen von Auflast und der Vorbelastung der Straßendämme werden Setzungen erzeugt. Die Setzungen werden durch das Auspressen von Porenwasser aus den weichen Kleiböden hervorgerufen. Das ausgepresste Porenwasser hat die Qualität von Grundwasser. Die Gesamtsumme des ausgepressten Porenwassers beträgt ca. 60.000 m<sup>3</sup>. Das Porenwasser wird seitlich der Auflastbereiche bzw. der Dämme in Gräben gefasst und zum Prozesswasserbecken geleitet. Das Volumen des Porenwassers tritt über einen längeren Zeitraum aus. Deshalb sollten das Prozesswasserbecken und die gesamte Anlage zwar schon funktionsbereit sein, aber nicht permanent betrieben werden.

#### Tunnelbau:

Während des Tunnelbaus - der über einen Zeitraum von ca. 25 Monaten erfolgt - wird Wasser zur Herstellung der Stützsuspension und als Brauchwasser (Kühlung, Reinigung) benötigt. Dieses Wasser soll dem Übergangsgewässer Elbe entnommen, aufbereitet und nach mehrmaligen Durchlaufen des Flüssigkeitskreislaufs über mehrere Reinigungsstufen wieder in die Elbe eingeleitet werden. Es ist eine maximale Elbwasserentnahme von 83 l/s (entspricht 300 m<sup>3</sup>/h) sowie eine maximale Einleitmenge in die Elbe von 100 l/s (entspricht 360 m<sup>3</sup>/h) festgelegt.

Der dargelegte Bedarf zeigt, dass zwar auch eine Trinkwasserversorgung der Baustelle möglich wäre, dieses aber sowohl aus ökologischen als auch aus ökonomischen Gründen nicht sinnvoll ist.

Die Prozesswasseraufbereitung wird über einen Zeitraum von ca. 5 Jahren vorgehalten, aber mit sehr unterschiedlicher Intensität betrieben. Während das Porenwasser aufbereitet werden muss wird die Anlage nur sporadisch eingesetzt, um gesammelte Mengen zu behandeln. Während der Baugrubenherstellung wird das Becken als Speicherbecken verwendet. Erst während des Tunnelvortriebs wird die Anlage bis an die Auslegungsgrenze betrieben.

### 3 TECHNISCHE ANLAGEN IN DER ELBE

Es ist vorgesehen einen Schwimmponton mit Festmacherdalben in die Elbe zu bauen. Am Schwimmponton wird die Entnahmepumpe installiert. Im Bereich zwischen Schwimmponton und Fahrwasser wird eine Rohrleitung mit mehreren Auslässen zur Rückgabe des Wassers installiert und gegen Eisgang geschützt.

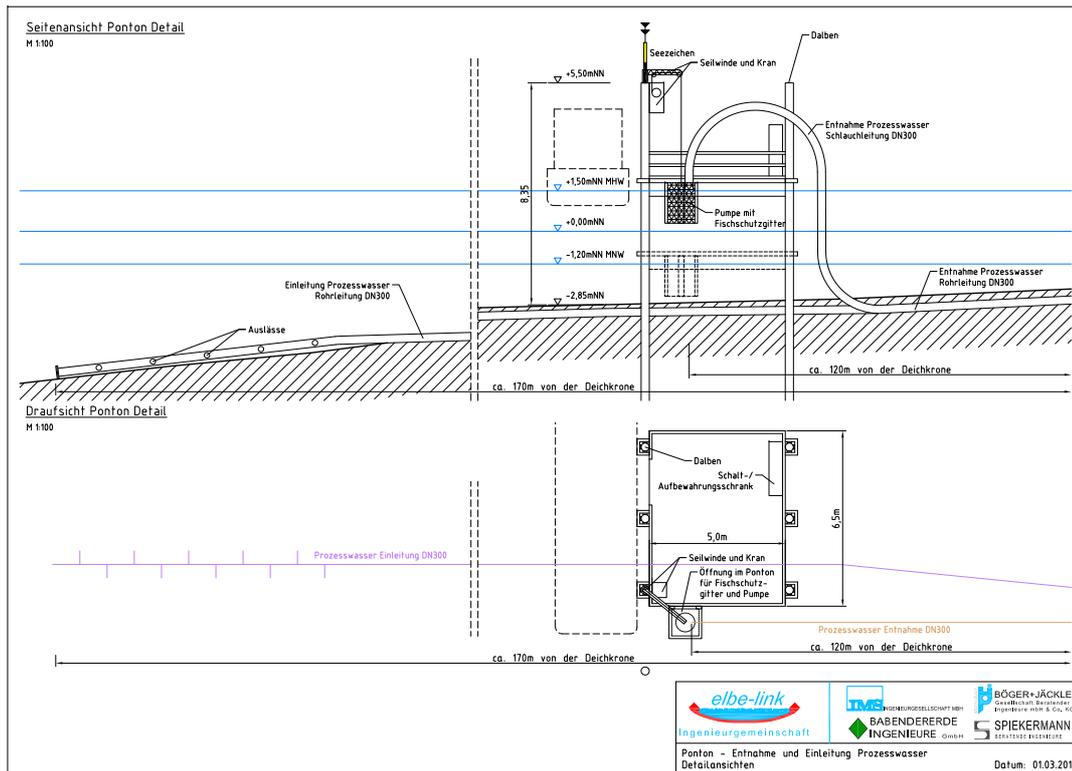


Abbildung 1: Möglicher Schwimmponton zur Wasserentnahme und -rückgabe

Die Pumpe wird mit Fischschutzgittern umgeben. Der Schwimmponton wird für Wartungszwecke begehbar ausgerüstet und gemäß schiffahrtspolizeilicher Anordnung markiert und gegen Anprall geschützt.

Die Herstellung der Pfähle (Festmacherdalben) wird nur eine sehr kurze Zeit in Anspruch nehmen. Diese werden im störungsärmeren Rüttelverfahren eingebracht.

Die Entnahme- und Rückgabeleitungen werden möglichst rechtwinklig unter dem Deichkörper hindurchgeführt, damit sie einer Deichverteidigung nicht im Wege sind und das Landschaftsbild nicht stören.



#### 4 TECHNISCHE ANLAGEN BINNENSEITS DES DEICHES

Binnenseits des Deiches werden die Entnahme- und Rückgabelungen frostfrei abgedeckt zur Baustelleneinrichtungsfläche geführt. Auf der Baustelleneinrichtungsfläche wird das Wasser in Abhängigkeit seiner chemisch-physikalischen Konstitution aufbereitet (Einmischen von Sodaasche, Anpassen des pH-Werts) und dann in einem Sammelbecken vorgehalten. Aus dem Sammelbecken wird das Wasser als Prozesswasser für Kühlwasser, für das Bentonit-Wassergemisch (Slurry) und ähnliches benutzt. Die Hauptmenge des Wassers wird in dem Bentonit-Wassergemisch, der sogenannten Slurry, verwendet.

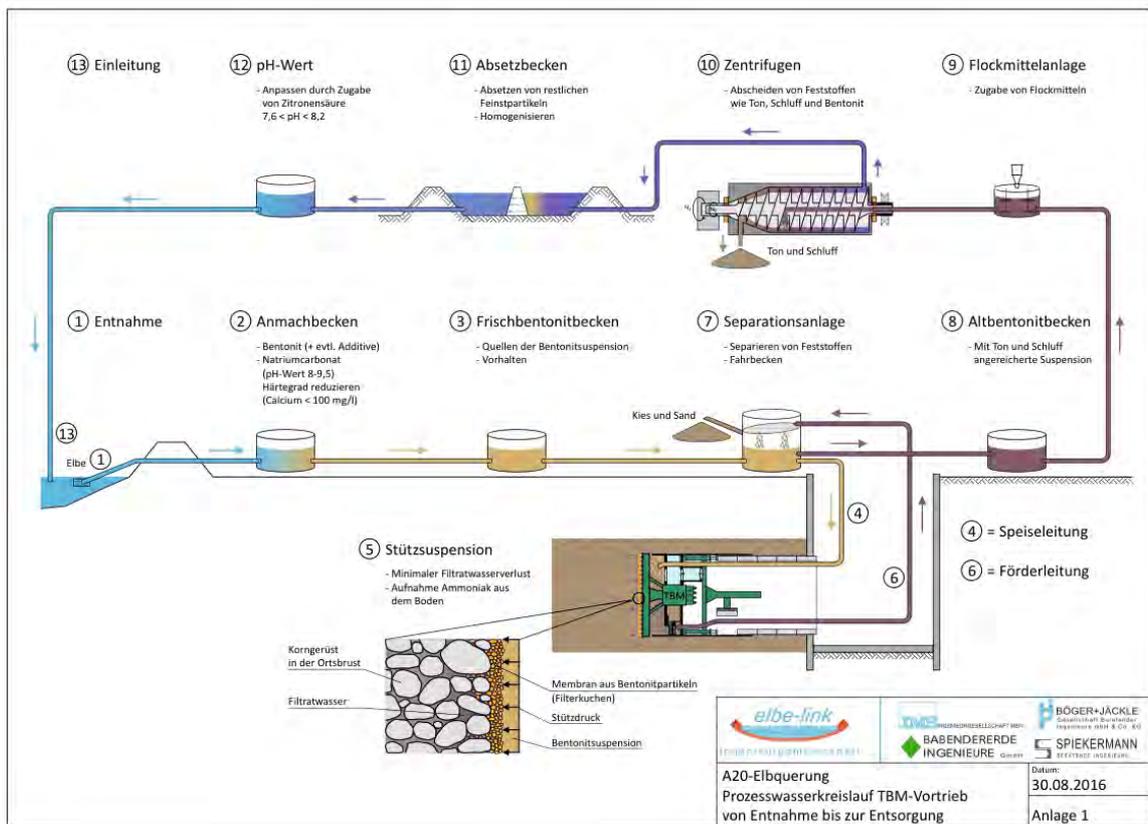


Abbildung 3: Schematische Darstellung Prozesswasserkreislauf

Im weiteren Abschnitt werden die einzelnen Stationen der Prozesswasserbenutzung – und –aufbereitung binnendeichs erläutert.

#### 4.1 Anmachbecken (Pos. 2 Prozesswasserkreislauf)



Bild 1: Becken mit Anmachwasser (Hintergrund)

Das Wasser wird auf seine Eigenschaften geprüft und mit Sodaasche oder Backpulver zur besseren Aufnahme von Bentonit vorbereitet. Zusätzlich wird der pH-Wert des Wassers in einen Bereich von 7,5 bis 9 eingestellt.

#### 4.2 Frischbetonitbecken (Pos. 3 Prozesswasserkreislauf)



Bild 2: Becken mit Frischbetonit und Bentonitmischanlagen

Beim Durchfließen durch die Bentonitmischanlage wird dem Prozesswasser Bentonit zugeführt. Die Menge der Zugabe wird den technischen Erfordernissen in Abhängigkeit der Geologie angepasst. Das Frischbetonit wird im Frischbetonitbecken bis zum Einsatz zwischengelagert.

Auf dem Bild sind im Vordergrund zwei Frischbetonitbecken zu sehen. Im Hintergrund befinden sich vier Bentonitsilos mit den zugehörigen Mischanlagen und das bereits erwähnte Becken mit Anmachwasser.

Bentonit selbst ist ein Ton, dessen Hauptbestandteil das Tonmineral Montmorillonit ist. Dieses Tonmineral kann Wasser in seine kristalline Struktur aufnehmen und quillt dadurch. Bentonit selbst ist im Wasser nicht löslich und liegt deshalb immer als Suspension, also fein verteilte Tonteilchen im Wasser gemischt vor. Diese Bentonitsuspension entwickelt eine eigene Stabilität, die durch Energieeintrag reduziert werden kann, die sogenannte Thixotropie. Dieses Phänomen wird ausgenutzt um mit der Bentonitsuspension an der Ortsbrust stabile Verhältnisse zu schaffen (Übertragung Stützdruck) und mit der Suspension als Transportmedium den abgebauten Boden zu fördern.

In der Lebensmittel- und Getränkeindustrie wird Bentonit auch als Klär- und Fällmittel benutzt. Diese Eigenschaft rührt insbesondere von der sehr hohen Aufnahmefähigkeit des Bentonits. So hat ein Gramm Bentonit eine innere Oberfläche von 400 m<sup>2</sup> bis 600 m<sup>2</sup>. Beim Kontakt mit Bentonit werden deshalb viele Verschmutzungen aufgenommen und an das Bentonit gebunden.

In der Abwasserbehandlung wird Bentonit gleichfalls eingesetzt. Die negativ geladenen Bentonitteilchen binden positive geladene Teilchen (z.B. Schwermetalle), was zur Agglomeration und Ausflockung führt. (Quelle: bentonit.de)

Dieser Effekt wird auch bei dem Einsatz im Prozesswasser (Elbwasser) zu einer deutlichen Reduktion einiger Fremdstoffe wie z.B. Schwermetalle führen. Die Auswirkungen auf die einzelnen in der OGeV aufgelisteten Parameter wird in den folgenden Kapiteln ausgeführt.

### 4.3 Separationsanlage (Pos. 7 Prozesswasserkreislauf)



Bild 3: Separationsanlage (Hydrozyklone oben, Siebe im Mitteldeck, Bentonitbecken unten)

In der Separationsanlage wird die zur Stützung und zum Transport des ausgehobenen Bodens verwendete Bentonitsuspension gereinigt und für den nächsten Einsatz vorgehalten. Dafür wird die Bentonitsuspension über Siebe unterschiedlicher Größe geleitet und anschließend die feineren Bodenteilchen in den Hydrozyklonen (auf dem Bild ganz oben) entwässert. Die Bodenteilchen werden über die Siebe abgetrennt und über Förderbänder abtransportiert. Die gereinigte Bentonitsuspension verbleibt in den Tanks unterhalb der Siebe und steht für die Wiederverwendung im Kreislauf zur Verfügung.

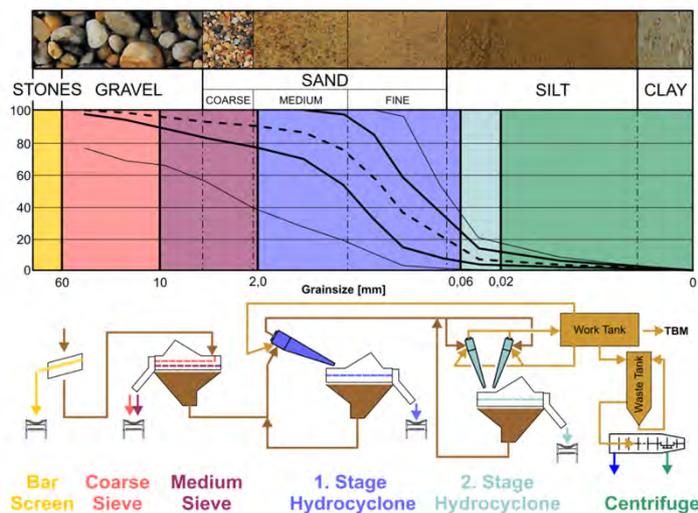


Abbildung 4: Darstellung der unterschiedlichen Komponenten der Separation und die zugeordneten Bodenbestandteile

#### 4.4 Stützsuspension - Filterkuchen (Pos. 5 Prozesswasserkreislauf)



Bild 4: Ortsbrust durch das Schneidrad fotografiert. Bentonitfilterkuchen mit Werkzeugspuren und eine Fehlstelle zur Entnahme einer Bodenprobe

Die Bentonitsuspension wird in die Abbaukammer der Tunnelbohrmaschine (TBM) gepumpt und dort unter einem vorausgerechneten Stützdruck gehalten. Dadurch wirkt die Bentonitsuspension an der Ortsbrust (die Fläche des Bodens direkt vor dem Schneidrad) und stützt den Boden. Dies ist die wichtigste Funktion der Bentonitsuspension.

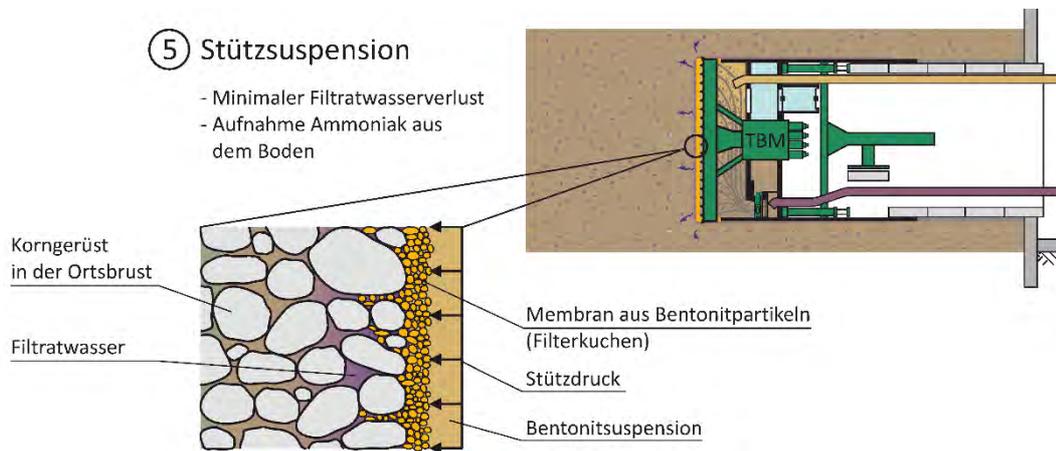


Abbildung 5: Stützsuspension und Filterkuchen einer TBM

Zusätzlich transportiert die Bentonitsuspension auch den abgebauten Boden aus der TBM heraus zur Separationsanlage. Dort findet der oben beschriebene Reinigungsprozess statt und die Bentonitsuspension wird wieder zur TBM gepumpt.

#### 4.5 Altbentonitbecken (Pos. 8 Prozesswasserkreislauf)



Bild 5: Altbentonit zur Aufbereitung gesammelt im Altbentonitbecken

Die Bentonitsuspension wird während des Kreislaufes durch TBM und Separationsanlage zunehmend mit Ton-, Schluff- und Sandpartikeln verschmutzt. Diese lassen sich in der Separation nicht mehr herauslösen, dadurch steigt die Wichte (Verhältnis der Gewichtskraft zum Volumen) der Suspension. Aus technischen Gründen wird die verschmutzte Bentonitsuspension bei einer Wichte oberhalb von ca.  $1,3 \text{ t/m}^3$  ausgeschieden und in das Altbentonitbecken gepumpt.

#### 4.6 Zentrifugen (Pos. 10 Prozesswasserkreislauf)

Vom Altbentonitbecken wird die Suspension zu den Zentrifugen gepumpt. Dabei wird ein Flockungshilfsmittel zugegeben. Diese Flockungshilfsmittel sind langkettige Polymere, die die Reinigung in der Zentrifuge durch Verkettung der Schmutzpartikel unterstützen. Die zusammengeketteten Schmutzpartikel (Schluff, Ton, Bentonit, etc.) erhöhen die Wichte und lassen sich dadurch, bei der sehr schnell drehenden Zentrifuge besser zur Außenseite beschleunigen und dort als Schlamm beseitigen.

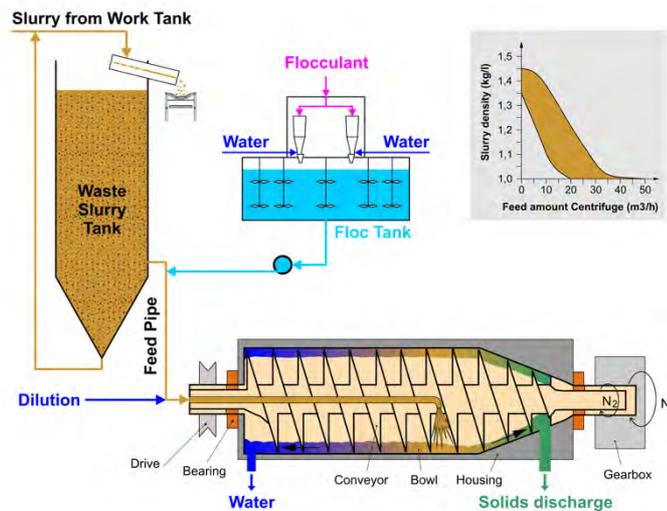


Abbildung 6: Altbentonitbecken, Flockmittelanlage und Zentrifuge

Durch den Austrag des Bentonits werden auch die restlichen unlöslichen Inhaltsstoffe überwiegend ausgetragen und über die Schlämmbeseitigung entfernt. Hierbei werden nicht nur das Bentonit selbst, sondern auch die am Bentonit anhaftenden bzw. vom Bentonit eingelagerten Stoffe aus dem Prozesswasser entfernt. Dabei kommt es zur Reinigung vieler Stoffe, insbesondere Metalle und Schwermetalle werden mit dem Bentonit ausgetragen.

Der Schlamm liegt stichfest zur Abfuhr vor und kann gegebenenfalls mit Kalk oder Zement vermischt werden um die Konsistenz zu verfestigen.

#### 4.7 Absetzbecken (Pos. 11 Prozesswasserkreislauf)

Das Prozesswasser (Zentratwasser der Zentrifuge) geht zur weiteren Reinigung in das Absetzbecken. Vor der Rückgabe des Wassers in die Elbe werden der pH-Wert und die Ammoniumkonzentration angepasst (weitere Erläuterung zu chemisch und physikalischen Auswirkungen siehe in den folgenden Kapiteln). Das Wasser durchströmt vor der Rückgabe mehrere große Absetzbecken und Bodenfilter. Das Prinzip der Bodenfilter wird auch in der Trinkwassergewinnung eingesetzt um Flusswasser zu Trinkwasser zu reinigen. Insbesondere in den Bodenfiltern bleiben sehr feine Stoffe hängen und das durchströmende Wasser ist überwiegend frei von trübenden Bestandteilen.



Bild 6: Beispiel eines Wasserabsetzbeckens

## 4.8 Druckflotationsanlage

Nach dem Ausscheiden auch der feinsten Schwimmpartikel wird das Wasser bei Bedarf durch die Druckflotationsanlage geschickt, um einen zu hohen Ammoniumanteil auszuschneiden. Bei der Druckflotation wird zuerst der pH-Wert angepasst, Tenside zugegeben und dann mittels des Einleitens von Druckluft das Ammonium dem Wasser entzogen. Nach erfolgreichem Reduzieren des Ammoniums wird der pH-Wert wieder in den Bereich des pH-Wertes der Elbe (pH-Wert Elbe liegt zwischen 7,6 und 8,2) eingestellt.

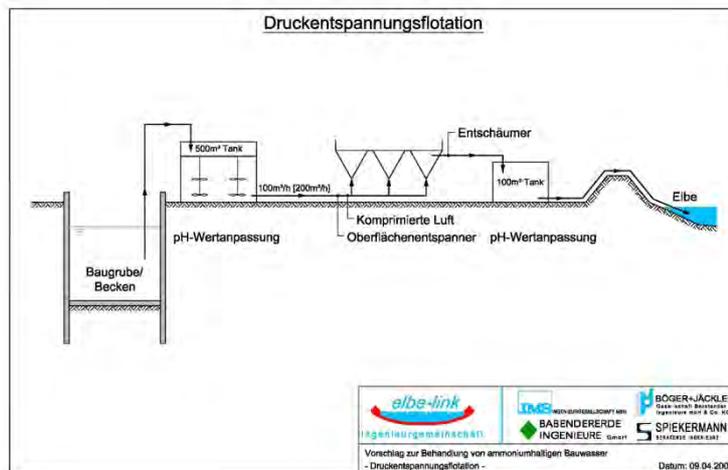


Abbildung 7: Druckflotationsanlage zur Reduzierung des Ammoniums

Nach dem Durchlaufen der Druckflotationsanlage wird das Wasser noch in einem Beprobungstank gesammelt und nach Messung der Einleitparameter in die Elbe zurückgegeben. Die Einleitstelle liegt näher zum Ufer in der Flucht zur Entnahmestelle.

## 5 PROGNOTIZIERTE BELASTUNGEN

### 5.1 Baugruben

Es ist geplant, die Baugruben mit Unterwasserbetonsohlen herzustellen. Der Aushub erfolgt nach Herstellung der seitlich wasserdichten Baugrubenwände im Unterwasseraushubverfahren. Dies bedeutet, dass die Baugrube ständig mit Wasser gefüllt ist, welches über Grundwasserbrunnen gewonnen werden soll. Diese Grundwasserbrunnen befinden sich direkt neben den Baugruben. Nach Installation einer Brunnenanlage mit vollständiger Ausfilterung über die Höhe des pleistozänen Grundwasserleiters wird das durch den Unterwasseraushub des Bodens aus der Baugrube entfernte Bodenvolumen durch die aushubbegleitende Einleitung von Grundwasser ausgeglichen. Nach Einbringen der Sohlpfähle wird die Baugrubensohle für die Durchführung der Unterwasserbetonarbeiten mit Taucherhilfe vorbereitet. Dabei wird der beim Aushub durch im Wasser schwebende Feinteile entstehende und sich auf der Baugrubensohle in einer Dicke von bis zu mehreren Dezimetern absetzende dünnflüssige Schlamm abgepumpt und in die erste Kammer des Absetzbeckens eingeleitet.

Bei diesem Verfahrensschritt wird das Baugrubenwasser mit zusätzlichen Schwebstoffe durchsetzt.

Zusätzlich kommt es mit dem Boden in Berührung, so dass das Wasser mit den im Boden bereits vorhandenen Schadstoffen belastet wird. Hier ist in erster Linie die deutlich erhöhte Konzentration von Ammonium zu nennen.

Durch die Betonage der Unterwassersohle kommt das Wasser mit Zement in Kontakt. Dadurch ist zu erwarten, dass ein höherer pH-Wert erzielt wird. Zur Vermeidung einer Lösung von Chrom(VI)-Verbindungen wird zur Betonage nur chromatarmer Beton verwendet. Das Baugrubenwasser wird nach seiner Verwendung in den Becken der Wasserbehandlung zwischengespeichert und beim Aushub der nächsten Baugrube wiederverwendet. Erst nach Aushub aller Baugruben wird das Prozesswasser über die Behandlung gereinigt und in die Elbe rückgeführt.

### 5.2 Porenwasser

Im Bereich der Aufschüttungen werden durch die aufgebrachte Auflasten im Zuge des Setzungsprozesses auf der gesamten Fläche ca. 60.000 m<sup>3</sup> Porenwasser ausgepresst. Dieser Porenwasseranfall wird gefasst und in das Prozesswasserbecken geleitet. Das ausgepresste Porenwasser hat die gleiche Qualität wie Grund-

wasser und ist dadurch minder stark mit Ammonium belastet als das Baugrubenwasser, welches häufiger durch den Baugrund gepresst wird und sich dadurch mit Ammonium anreichert (siehe auch Berechnung im Kap. 6.1.7). Im Prozesswasserbecken erfolgt die Behandlung entsprechend des gesamten Prozesswassers.

### 5.3 Tunnelvortrieb

In dem vorstehenden Kapitel wurde beschrieben, wie die technischen Anlagen (binnendeichs) ausgebildet werden.

Die Bentonitsuspension kommt, wie bereits das Baugrubenwasser, mit dem Boden in Kontakt. Demnach werden sich in der Suspension Schwebstoffe und Ammonium anreichern.

Restbestände von organischem Bentonit, Polymeren und Flockmittel sind zusätzlich wahrscheinlich. Diese Substanzen werden in der nachgeschalteten Behandlung soweit gereinigt, dass das Prozesswasser in die Elbe rückgeführt werden kann.

## 6 PARAMETER DER ELBE

Die Elbe ist gemäß Verordnung zum Schutz von Oberflächengewässer (OGewV) im Bereich der Baustelle ein Übergangsgewässer. In der OGewV sind Parameter zur Bewertung des Übergangsgewässers in der Anlage 3, Anlage 6 und Anlage 8 enthalten. Hierbei handelt sich um Qualitätskomponenten bzw. um Grenzwerte zur Beurteilung der Gewässerqualität. Zur Beurteilung der Gewässerqualität im Bereich der Prozesswassereinleitstelle ist die zugehörige Messstelle des schleswig-holsteinischen Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) für dieses Übergangsgewässer maßgeblich. Diese befindet sich im Bereich von Brunsbüttel.

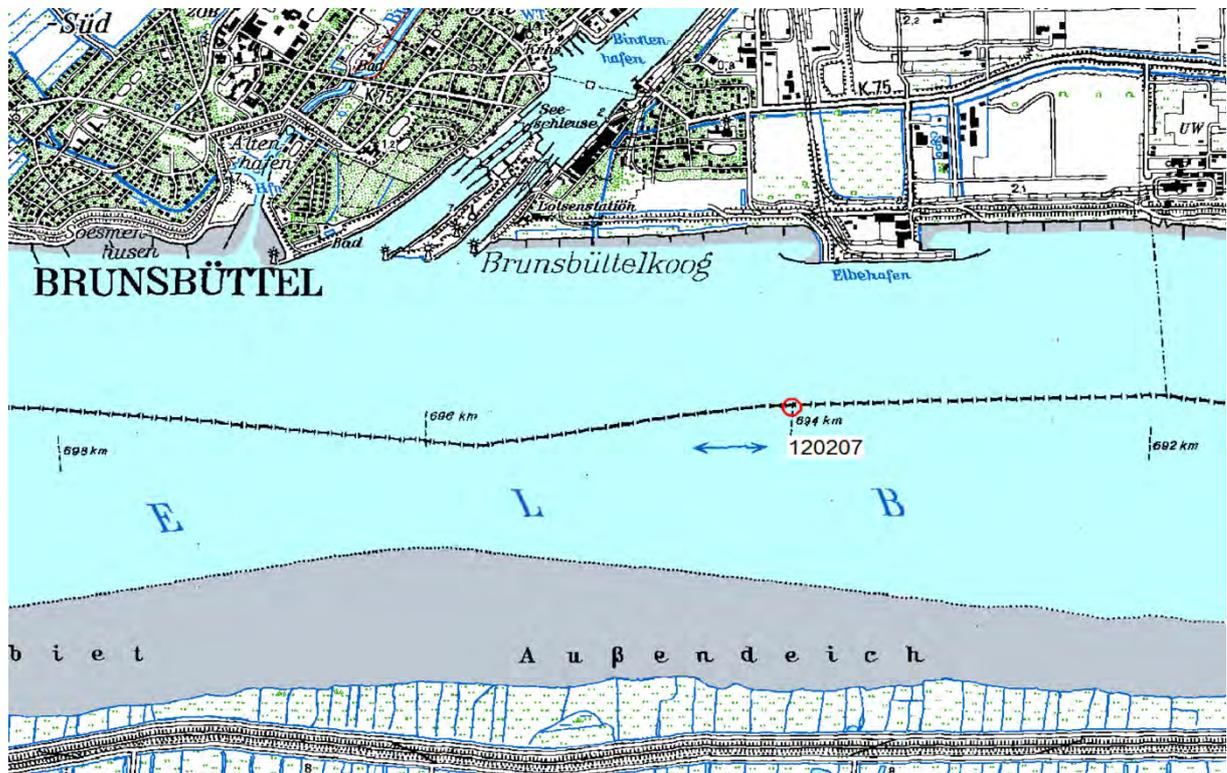


Bild 7: Lage der Messstelle im Übergangsgewässer Elbe für den Baustellenbereich

An dieser Messstelle werden überwiegend monatlich Proben entnommen und diese labor-technisch untersucht. Die Messwerte der Jahre 2005 bis 2015 wurden vom LLUR übergeben und ausgewertet. Der relevante und im weiteren zu betrachtende Bewirtschaftungszeitraum begann Dezember 2009 und endete November 2015. In diesen Jahren wurden insgesamt ca. 563 unterschiedliche Parameter in stark unterschiedlicher Häufigkeit gemessen. In der OGewV werden für ein Oberflächengewässer ca. 80 unterschiedliche relevante Parameter bzw. Qualitätskomponenten zur Bewertung des Gewässers herangezogen. Im Zuge dieser Stellungnahme wurden die ca. 80 relevanten Werte der OGewV aus dem Gesamtumfang der Messwerte herausgefiltert und einzeln bzw. der

chemischen Gruppe folgend bewertet, siehe Anlage 1. Dieses erfolgt erst über die Beeinflussung dieser Qualitätskomponente bzw. der Parameter im Zuge des Prozesswasserkreislaufs und anschließend sowohl in der Varianz der Parameter über die Jahre bzw. Monate und die Auswirkungen der Einleitmenge auf den Wasserkörper Elbe im Bereich der Prozesswassereinleitstelle.

## 6.1 Parameter der OGewV Anlage 3 Nr. 3.2 allgemein physikalisch-chemische Qualitätskomponenten in Verbindung mit Anlage 7

### 6.1.1 Wassertemperatur

Die Wassertemperatur der Elbe schwankt im genannten Untersuchungszeitraum zwischen minimal 1,0 °C und maximal 23,2 °C. Während der Nutzung als Prozesswasser wird sich die Temperatur erhöhen, aber während des Aufenthaltes im Absetzbecken werden sich Temperaturen in dem Wertebereich einstellen.

Die Veränderung der Rückgabetemperatur wird durch die Aufenthaltsdauer in den Prozesswasserbecken (ca. 1 Woche) und die vorherrschenden Klimabedingungen (Sonneneinstrahlung, Niederschlag und Außentemperatur) in der Elbmarsch beeinflusst. Eine Beeinflussung der Rückgabetemperatur durch den Bauprozess ist ausgeschlossen.

Die Einleitungsbedingungen entsprechen also nicht den Grundlagen des „Wärmelastplan für die Tideelbe“ (Sonderaufgabenbereich der Länder Hamburg, Niedersachsen, Schleswig-Holstein mit der Wassergütestelle Elbe, Dezember 2008). Der Wärmelastplan gilt für Emittenten, die das Elbwasser als Kühlwasser benutzen und erhebliche Temperatur eintragen. Das Prozesswasser wird diesen Einfluss nicht haben, sondern wie jeder natürliche Zufluss seine Temperatur den klimatischen Randbedingungen anpassen.

Zur Vermeidung von Schädigungen der Lebewesen in der Elbe ist ein oberer Grenzwert für die Rückgabetemperatur, trotz der rein klimatischen Beeinflussung, festzulegen. Aus biologischer Sicht wird deshalb die Rückgabe unter 30°C gefordert.

### 6.1.2 pH-Wert (zusätzlich zu Anlage 3)

Der pH-Wert in der Elbe schwankt über die Jahre zwischen 7,6 und 8,2. Im Zuge der Nutzung als Prozesswasser wird der pH-Wert durch Kontakt zu unterschiedlichen Materialien, wie Unterwasserbeton, Sodaasche zur Vorbereitung als Stützsuspension, Druckflotation, etc. verändert. Bei der Nutzung des Prozesswassers als Anmachwasser für die Bentonitsuspension wird ein pH-Wert um die 8,5 angestrebt. Nach der Nutzung und Reinigung des Prozesswassers wird vor dem Einleiten des Wassers in die Elbe der pH-Wert an den natürlichen Schwankungsbereich der Elbe angepasst.

### 6.1.3 Leitfähigkeit

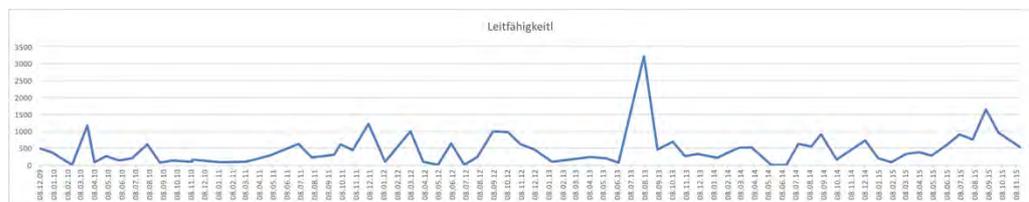


Abbildung 8: Verlauf Messung Leitfähigkeit

Die Leitfähigkeit schwankt im Untersuchungsbereich zwischen 73 mS/m und 3.220 mS/m, wobei der Mittelwert aller Werte um 495 mS/m liegt. Im Zuge der Bearbeitung im Prozess wird das Wasser eine höhere Leitfähigkeit erhalten, die sich auf ca. 50% über der Entnahmeleitfähigkeit einpendeln wird. Da der Mittelwert der unbeeinflussten Leitfähigkeit bei nur 15% des unbeeinflussten Maximalwertes liegt und die mittlere Verweildauer des Wassers im Prozess ca. 7 Tage beträgt, ist nicht mit einer Überschreitung der im Untersuchungszeitraum gemessenen maximalen Leitfähigkeit zu rechnen.

Zur Ermittlung der tatsächlichen Beeinflussung des Gewässers wird folgende Berechnung auf der sicheren Seite liegend herangezogen:

Dauer der Tunnelvortriebe:

24 Monate + 1 Monat Versatz zwischen beiden Röhren = 25 Monate

25 Monate entsprechen 750 Tagen entsprechen **18.000 h**.

Erhöhung der mittleren Leitfähigkeit des Prozesswassers um 50%:

Jahresmittel der Leitfähigkeit beträgt 495 mS/m.

Erhöhung um 50 %:  $495 \text{ mS/m} \times 1,5 = \mathbf{743 \text{ mS/m}}$

Folglich erhöht sich durch die Nutzung des Prozesswassers die mittlere Leitfähigkeit in der Leitung zur Einleitstelle auf 743 mS/m anstelle von 495 mS/m. Dies betrifft einen Zeitraum von 25 Monaten.

#### 6.1.4 Chlorid

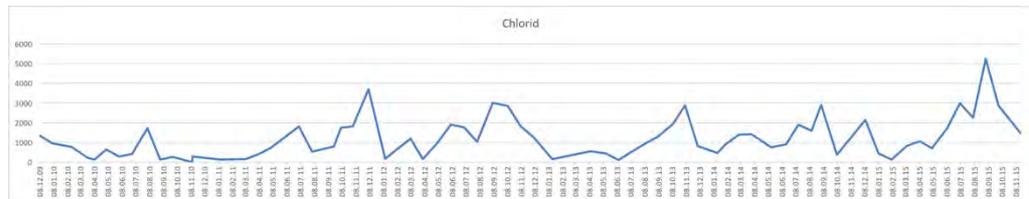


Abbildung 9: Verlauf Messung Chlorid

Der Chlorid-Wert in der Elbe schwankt über die Jahre zwischen 104 mg/l und 5225 mg/l. Im Zuge der Nutzung als Prozesswasser wird der Chlorid-Wert durch Kontakt zu unterschiedlichen Materialien, wie Flockmittel, Säuren, etc. erhöht um bis zu 20% erhöht. Da der Mittelwert des unbeeinflussten Chloridgehalts (1.224 mg/l) bei ca. 24% des unbeeinflussten Maximalwertes liegt und die mittlere Verweildauer des Wassers im Prozess ca. 7 Tage beträgt, ist nicht mit einer Überschreitung der im Untersuchungszeitraum gemessenen maximalen Chloridwertes zu rechnen.

Zur Ermittlung der tatsächlichen Beeinflussung des Gewässers wird folgende Berechnung (wie oben) auf der sicheren Seite liegend herangezogen:

Dauer der Tunnelvortriebe:

24 Monate + 1 Monat Versatz zwischen beiden Röhren = 25 Monate

25 Monate entsprechen 750 Tagen entsprechen **18.000 h**.

Erhöhung der mittleren Chloridgehalt des Prozesswassers um 20%:

Jahresmittel des Chloridgehaltes beträgt 1.224 mg/l.

Erhöhung um 20 %:  $1.224 \text{ mg/l} \times 1,2 = \mathbf{1.469 \text{ mg/l}}$

Folglich erhöht sich durch die Nutzung des Prozesswassers der mittlere Chloridgehalt in der Leitung zur Einleitstelle auf 1.469 mg/l anstelle von 1.224 mg/l. Dies betrifft einen Zeitraum von 25 Monaten.

#### 6.1.5 Abfiltrierbare Stoffe (zusätzlich zur Anlage 3)

Der Anteil der abfiltrierbare Stoffe der Elbe schwankt im genannten Untersuchungszeitraum zwischen minimal 1 mg/l und maximal 570 mg/l. Während der Nutzung als Prozesswasser werden diese Stoffe überwiegend reduziert und über die unterschiedlichen Reinigungsstufen ausgeschieden. Die Rückführung erfolgt am unteren Ende des natürlichen Schwankungsbereichs.

#### 6.1.6 Sauerstoff

Der Sauerstoffgehalt der Elbe schwankt im Untersuchungszeitraum zwischen minimal 4,9 mg/l und maximal 13,3 mg/l. Durch die vielen Prozesse (Separation, Kühlturm, Druckflotation, Belüftung beim Überpumpen in das Absetzbecken etc.) wird viel Sauerstoff aus der Umgebungsluft in das Prozesswasser eingetragen. Die Rückführung erfolgt im oberen Bereich der natürlichen Schwankungsbreite.

#### 6.1.7 Ammonium

Der Ammoniumgehalt der Elbe schwankt im Untersuchungszeitraum zwischen minimal 0,01 mg/l und maximal 0,28 mg/l.

Bei der Nutzung des ammoniumhaltigen Grundwassers im Bereich der Startbaugrube und der Baugruben für die Tunnel in offener Herstellung wird Ammonium aus dem Baugrund bzw. aus dem Grundwasser in das Prozesswasser eingetragen. Gleiches gilt auch für die Tunnelherstellung in Bereichen von im Baugrund befindlichem Ammonium.

Als erstes wird das Grundwasser im Bereich der Baugrube gefördert und als Wasserauflast für den Unterwasseraushub genutzt. Das Grundwasser auf der schleswig-holsteinischen Seite hat eine Ammonium-Belastung von ca. 24 mg/l (Steinfeld & Partner, Analyse 08/2016). Dieser Anteil an Ammonium wird noch weiter durch den Aushub von Ammonium belasteten Baugrund angereichert. Auch wenn nicht mit reißenden oder aufmischenden Greifern gearbeitet wird. Trotzdem lässt sich die Lösung weiterer Ammoniumanteile nicht vollständig unterbinden. Im Feststoff des schleswig-holsteinischen Baugrund befinden sich 12,6 mg Ammonium in ca. 100g Feststoff. Der ammoniumhaltige Klei besitzt einen durchschnittlichen Wassergehalt von 70%. Daraus ergibt sich ein ungefähre Ammoniumanteil von 7,4 mg/l Baugrund. Dieser Anteil wird nur teilweise gelöst, da durch einen Aushub mit großen

Greifern nicht jedes Teilchen Baugrund mit dem Prozesswasser in Berührung kommt. Zur weiteren Ermittlung wird mit einer Rate zur Lösung von 25% ausgegangen. Das heißt ein Viertel des im Baugrund befindlichen Ammoniums geht in Lösung und belastet damit zusätzlich das Prozesswasser. Es ergibt sich somit die höchste Ammonium-Konzentration des Prozesswassers nach dem Aushub der Baugruben, also vor dem Tunnelvortrieb. Unter Berücksichtigung der o.g. Randbedingungen ist von einer Ammonium Konzentration nach Aushub der Baugruben von:

Grundbelastung Grundwasser: 24 mg/l

Anzahl der Einsätze des Baugrubenwassers während des Aushubes: 6-fach

Max. Belastung des Baugrubenwassers während der Erstellung der Baugruben:  $24 \text{ mg/l} + 6 \times 0,25 \times 7,4 \text{ mg/l} = 35,1 \text{ mg/l}$

Die maximale Belastung während des Tunnelvortriebes resultiert aus der geringeren Vorbelastung des Prozesswassers aus der Elbe mit maximal 0,3 mg/l Ammonium und der anschließenden Durchmischung des aufgefahrenen Baugrundes in der Stützsuspension. Obwohl die Zugabe von Bentonit die Aufnahme von Ammonium reduziert, wird in der folgenden Betrachtung dieser eigentlich positive Effekt nicht beachtet. Auf der sicheren Seite liegend wird vom Löseverhalten in Wasser ausgegangen.

Die ammoniumhaltigen Böden befinden sich oberflächennah, also sowohl auf schleswig-holsteinscher als auch auf niedersächsischer Seite. Der Gehalt an Ammonium in den Böden ist in Niedersachsen (12,0 mg/100g Trockenmasse) geringer als in Schleswig-Holstein (12,6 mg/100g Trockenmasse). Aufgrund dessen wird in der weiteren Betrachtung der höhere Wert aus Schleswig-Holstein betrachtet.

Grundbelastung Elbwasser: 0,3 mg/l (aufgerundet)

Durchfluss während eines Vortriebszykluses:  $2.800 \text{ m}^3/\text{h}$

Dauer eines Vortriebes:  $2000 \text{ mm} / 25 \text{ mm/min} = 80 \text{ min}$

Die angenommene Länge eines Vortriebes (Vorschub der TBM) von 2000 mm ist die Standardlänge der Tübbingringe für einen Verkehrstunnel.

Das gepumpte Volumen der Bentonitsuspension während der Vorschubzeit,

ergibt die Suspensionsmenge die in Kontakt mit dem Baugrund kommt:

$$2.800 \text{ m}^3/\text{h} \times 80 \text{ min} / 60 \text{ min/h} = 3.733 \text{ m}^3$$

Das Volumen des, in diesem Zeitraum gelösten Bodens beträgt: 304 m<sup>3</sup>

$$\text{Verhältnis Boden zu Umlaufvolumen: } 304 \text{ m}^3 / 3733 \text{ m}^3 = 0,08$$

Ammonium Anteil der in Lösung geht:  $0,25 \times 7,4 \text{ mg/l} = 1,85 \text{ mg/l}$

Ammonium Anteil je Vortrieb zusätzlich im Prozesswasser:

$$0,08 \times 1,85 \text{ mg} = 0,15 \text{ mg/l}$$

Anzahl der Einsätze des Prozesswassers während des Vortriebes: 6-fach

Max. Belastung des Prozesswassers während der Erstellung der Baugruben:  $0,3 \text{ mg/l} + 6 \times 0,15 \text{ mg/l} = 1,2 \text{ mg/l}$

Zusammenfassung: Während des Aushubs der Baugruben erfolgt die maximale Belastung des Prozesswassers mit Ammonium. Während des Tunnelbaus erhöht sich die Belastung des Prozesswassers mit Ammonium von 0,28 mg/l auf 1,2 mg/l. Dies entspricht einer Vervierfachung des Ammoniumwertes.

Im Bericht zur Flotation von elbe-link (27.03.2009) wurden die Versuche der Reduzierung des Ammoniums im Prozesswasser dargelegt. Es wurde versuchstechnisch nachgewiesen, dass mithilfe einer Druckflotation der Ammoniumgehalt unter die erforderlichen 5 mg/l möglich ist. Die oben dargelegte Berechnung der maximalen Belastung durch Ammonium ergab 35,1 mg/l während des Aushubs der Baugruben und 1,2 mg/l während des Tunnelvortriebes.

Folglich ist eine Reduzierung des Ammoniumanteils durch eine Druckflotation insbesondere während des Baugrubenaushubs vorzusehen.

Gesamtwirkung auf die Elbe:

Es ist zu bedenken, dass auch ohne Bautätigkeiten das Ammonium-belastete Grundwasser durch die hydraulische Verbindung in die Elbe gelangt. Dieser „Ammonium-Zufluss“ ist in den derzeitigen Messungen der Ammonium-Belastung der Elbe bereits enthalten. Durch die Baumaßnahme kommt darüber hinaus kein zusätzliches Ammonium in das Gewässer. Lediglich wird das Grundwasser als Prozesswasser benutzt und nach der Reduzierung des Ammoniumanteils in die Elbe eingeleitet.

Die Durchführung der Flotation ist im Kreislauf des Prozesswassers vorgesehen und wird den Eintrag an Ammonium in die Elbe im Vergleich zum Zustand ohne Baumaßnahme verringern.

#### 6.1.8 Nitrit-N (zusätzlich zur Anlage 3)

Der Nitritgehalt der Elbe schwankt im Untersuchungszeitraum zwischen minimal 0,00 mg/l und maximal 0,06 mg/l. Um die Rückführung innerhalb des natürlichen Schwankungsbereichs zu gewährleisten, wird das Prozesswasser bei den Überpumpvorgängen in das Prozesswasserbecken als Fontäne bzw. Wasserfall übergeleitet.

#### 6.1.9 Nitrat-N

Der Nitratgehalt der Elbe schwankt im Untersuchungszeitraum zwischen minimal 1,2 mg/l und maximal 6,3 mg/l. Dieser Parameter wird durch die Nutzung als Prozesswasser nicht verändert, die Rückführung erfolgt innerhalb des natürlichen Schwankungsbereichs.

#### 6.1.10 Gesamt Stickstoff

Der Gehalt an Stickstoff der Elbe schwankt im Untersuchungszeitraum zwischen minimal 1,9 mg/l und maximal 7,6 mg/l. Dieser Parameter wird durch die Nutzung als Prozesswasser um den löslichen Anteil im Boden erhöht. Definitionsgemäß folgt er den Maßgaben der unter 6.1.7 bis 6.1.9 beschriebenen Einzelbestandteile der Gesamt Stickstoff Zusammensetzung.

#### 6.1.11 Ortho-Phosphat-P

Der Gehalt an Ortho-Phosphat-Phosphor in der Elbe schwankt im Untersuchungszeitraum zwischen minimal 0,04 mg/l und maximal 0,12 mg/l. Dieser Parameter wird durch die Nutzung als Prozesswasser nicht verändert, die Rückführung erfolgt innerhalb des natürlichen Schwankungsbereichs.

### 6.1.12 Gesamt Phosphor

Der Gehalt an Gesamt Phosphor in der Elbe schwankt im Untersuchungszeitraum zwischen minimal 0,11 mg/l und maximal 1,10 mg/l. Dieser Parameter wird durch die Nutzung als Prozesswasser nicht verändert, die Rückführung erfolgt innerhalb des natürlichen Schwankungsbereichs.

## 6.2 Parameter der OGewV Anlage 6, Umweltqualitätsnormen für flussgebietspezifische Schadstoffe

Anstelle der Einzelbewertung jedes Parameters, der an der Referenzstelle gemessen wurde und dessen Vergleich mit den in der Anlage 6 festgelegten Jahresdurchschnittswerten (JD-UQN) bzw. der zulässigen Höchstkonzentration (ZHK-UQN) erfolgt in diesem Bericht eine qualitative Bewertung der Beeinflussung des jeweiligen Parameters in Gruppen.

### 6.2.1 Parameter, die erhöht werden

Kein Parameter, der in der Anlage 6 genannt wird, erfährt eine Erhöhung durch die Nutzung als Prozesswasser. Durch die Nutzung im Kreislauf des Prozesswassers werden diese Stoffe nicht zusätzlich eingebracht, sondern durch die Reinigung bzw. durch das eingesetzte Bentonit aus dem, als Prozesswasser eingesetzten, Elbwasser herausgefiltert.

### 6.2.2 Parameter, die konstant bleiben

Alle der in Anlage 6 genannten Parameter, bis auf Arsen, Kupfer und Thallium, bleiben durch die Nutzung als Prozesswasser konstant. Die Rückführung erfolgt innerhalb des natürlichen Schwankungsbereichs.

### 6.2.3 Parameter, die verringert werden

Arsen, Kupfer und Thallium werden durch die Nutzung des Elbwassers als Prozesswasser verringert. Die Reduzierung erfolgt zum einen durch das eingesetzte Bentonit und zum anderen durch die Ausscheidung während des Reinigungsprozesses der Bentonitsuspension. Die Rückführung erfolgt innerhalb oder unterhalb des natürlichen Schwankungsbereichs.

### 6.3 Parameter der OGewV Anlage 8, Umweltqualitätsnormen

Anstelle der Einzelbewertung jedes Parameters, der an der Referenzstelle gemessen wurde und dessen Vergleich mit den in der Anlage 8 festgelegten Jahresdurchschnittswerten (JD-UQN) bzw. der zulässigen Höchstkonzentration (ZHK-UQN) erfolgt in diesem Bericht eine qualitative Bewertung der Beeinflussung des jeweiligen Parameters in Gruppen.

#### 6.3.1 Parameter, die erhöht werden

Kein Parameter, der in der Anlage 8 genannt wird, erfährt eine Erhöhung durch die Nutzung als Prozesswasser.

#### 6.3.2 Parameter, die konstant bleiben

Alle der in Anlage 8 genannten Parameter, bis auf Blei, Cadmium, Quecksilber, Trichlormethan, cis-Heptachlorepoxyd und Benzo(*b*)fluoranthen, bleiben durch die Nutzung als Prozesswasser konstant. Die Rückführung erfolgt innerhalb des natürlichen Schwankungsbereichs.

#### 6.3.3 Parameter, die verringert werden

Blei, Cadmium, Quecksilber, Trichlormethan, cis-Heptachlorepoxyd und Benzo(*b*)fluoranthen werden durch die Nutzung des Elbwassers als Prozesswasser verringert. Die Reduzierung erfolgt durch das eingesetzte Bentonit, durch die Ausscheidung der Feststoffe während des Reinigungsprozesses der Bentonitsuspension und durch die Belüftung im nachlaufendem Reinigungsprozess. Die Rückführung erfolgt innerhalb oder unterhalb des natürlichen Schwankungsbereichs.

## 7 EINLEITWERTE

Da die Einleitwerte immer in Abhängigkeit der Entnahmewerte stehen, sind auch Schwankungen der Einleitwerte unvermeidbar. Dabei ist insbesondere die Verweilzeit des Prozesswassers im Baubereich zu berücksichtigen.

Die oben dargelegten zu erwartenden Auswirkungen des Prozesses auf das entnommene Elbwasser sind dabei als obere Grenzwerte festzulegen.

Wichtig für die gesamte Bewertung der Nutzung des Prozesswassers ist die Tatsache, dass für den Bauprozess selbstverständlich auch Trinkwasser benutzt werden könnte. Dieses Wasser würde nach der Nutzung zur Kläranlage abgeschlagen werden und dort nach der Reinigung in die Elbe gelangen. Dabei würde nicht nur wertvolles Trinkwasser verbraucht werden, sondern zusätzlich unnötige Energie aufgebracht und vernichtet werden. Zuerst müsste Grundwasser zu Trinkwasser aufbereitet werden, dann wird es im Bauprozess mit Fremdstoffen durchmischt und anschließend wieder gereinigt und abgeleitet. Bei der gewählten Methode das Brauchwasser aus der Elbe zu entnehmen, entfällt die anfängliche Reinigung auf Trinkwasser-Niveau und somit werden erheblich Ressourcen eingespart.

Außerdem gelangen alle Stoffe, die sich im Boden und dem Grundwasser befinden auch ohne den Baubetrieb in die Elbe. Jegliches Grundwasser gelangt mit seinen Inhaltsstoffen über die bestehende hydraulische Verbindung zur Elbe. Somit ist die in diesem Bauprozess integrierte Prozesswasserbehandlung eine zusätzliche Reinigung des Elbwassers.

Die in der nachfolgenden Tabelle dargelegten Parameter sind im Zuge der Prozesswasserentnahme und –rückgabe zu messen und zu dokumentieren. Beide Messpunkte liegen auf der Baustellenfläche, die Entnahmeparameter werden im Anmachbecken (Kap. 4.1 oder Pos. 2 der schematischen Darstellung des Prozesswasserlaufs) ermittelt. Die Messungen vor Rückgabe erfolgen nach der temporär notwendigen Druckflotation im Bereich des letzten Homogenisierungsbeckens (Kap. 4.8 ).

Dabei werden:

- die grau hinterlegten Parameter permanent,
- die orange hinterlegten Parameter wöchentlich und
- die nicht hinterlegten werden monatlich gemessen.

Parameter	Einheit	Schwankungsbereich Elbe 12'09 - 11'15	Veränderung	Einleitparameter
Wassertemperatur (Prozesswasser)	°C	1,0 – 23,2	klimatisch	< 30°C
pH-Wert		7,6 – 8,2	keine	7,6 – 8,2
Leitfähigkeit	mS/m	73 – 3.220	+ 50%	≤ 3.220
Chlorid	mg/l	104 – 5.225	+ 20%	≤ 5.225
Sauerstoff Sonde	mg/l	4,9 – 13,3	+	≥ 7
Ammonium-N	mg/l	0,01 – 0,28	+ 25% Bodengehalt	≤ 5
Nitrit-N	mg/l	0,001 – 0,063	keine	≤ 0,063
Nitrat-N	mg/l	1,22 – 6,28	keine	≤ 6,28
Ges. Stickstoff	mg/l	1,9 – 7,6	+ 25% Bodengehalt	≤ 10
ortho-Phosphat-Phosphor	mg/l	0,04 – 0,12	keine	≤ 0,12
Ges. Phosphor	mg/l	0,11 – 1,10	keine	≤ 1,10

Tabelle 1: Einzuhaltende Einleitparameter

Die Beprobung hat mit genormten Nachweisverfahren zu erfolgen. Im Einzelnen sind das:

Wassertemperatur	DIN 38404-C4
pH-Wert (vor Ort)	DIN EN ISO 10523
Leitfähigkeit	DIN EN 27888 (C8)
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1/-2 (D19/20)
Sauerstoffgehalt	DIN EN 25814 (G22)
Ammonium-N	DIN EN ISO 11732 (E23)
Nitrit-N	DIN EN ISO 10304-1/-2 (D19/20)
Nitrat-N	DIN EN ISO 13395 (D28)
Ges. Stickstoff	DIN EN ISO 11905-1 (H36)
Ortho-Phosphat-Phosphor	DIN EN ISO 15681-2 (D46)
Ges. Phosphor	DIN EN ISO 11885 (E22)

## 8 VERDÜNNUNGSEFEKTE

### Verdünnung in der Elbe

Die Überprüfung der Veränderungen der Wasserqualität erfolgt an der Messstelle für diesen Bereich des Oberflächengewässers Elbe, die LLUR Messstelle Brunsbüttel. Die Benutzung des Prozesswassers ist mit den Auswirkungen auf den gesamten Wasserkörper zu vergleichen. Die Einleitmenge des Prozesswassers mit  $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$  in die Elbe ist erheblich kleiner als der Oberflächenwasserabfluss der Elbe. Die Elbe hat im Bereich der Einleitstelle ein Oberflächenfließvolumen von ca.  $799 \text{ m}^3/\text{s}$ . Hierbei ist das zusätzliche Fließvolumen durch den Tidenhub auf der sicheren Seite liegend nicht berücksichtigt worden. Der Volumenstrom der Prozesswassereinleitung beträgt mit maximal  $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$  also nur  $0,0125 \%$  des Gesamtgewässerstromes. Somit wird jede Erhöhung von einzelnen Parametern mit dem Divisor 7990 verringert.

Die in diesem Bericht dargelegten technischen Sachverhalte entsprechen den bisherigen Planungen, die auch im Vergleich zur Planfeststellung nicht verändert wurden.

Bad Schwartau, den 25.11.2016

BABENDERERDE ENGINEERS

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Tim Babendererde', written in a cursive style.

Tim Babendererde

- Anlagen: 1. Schematische Darstellung Prozesswasserkreislauf  
2. Datentabelle Inhaltstoffe Elbe, Bewirtschaftungszeitraum (Dez 09 – Nov 15)  
mit Grenzwerten und Veränderungen im Bauprozess