

Neubau der Bundesautobahn A 20

Von Bau-km **7+415,000** bis Bau-km **22+650,000**
von NK 2222 112-0,563 km nach NK 2123 027+0,926 km
Nächster Ort: **Glückstadt**
Baulänge: **15,235 km**

Planfeststellung

A 20 – Nord-West-Umfahrung Hamburg

Abschnitt
B 431 bis A 23

Porenwassergutachten

Das vorliegende Deckblatt
stellt eine neue Unterlage dar, die für die
3. Planänderung ausgearbeitet wurde.

<p>Aufgestellt:</p> <p>DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH</p> <p>gez. i.A. Dr.-Ing. Zierke</p> <p>Berlin, den 29.06.2020</p>	
<p>Bearbeitet:</p> <p>Sweco GmbH</p> <p>gez. i.V. Smidt</p> <p>Stade, den 26.06.2020</p>	

DECKBLATT - Unterlage 13.9

Neubau der BAB A 20 Abschnitt 7 (B431 bis A23) Dezentrale Porenwasserbehandlung

DEGES

Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH
Zimmerstraße 54
10117 Berlin

20.05.2020

Impressum

Auftraggeber:

DEGES

Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs-
und -bau GmbH
Herr Dr. Zierke – Projektteilung P3.5
Zimmerstraße 54
10117 Berlin

Auftragnehmer:

Sweco GmbH

Harburger Straße 25
21680 Stade

Bearbeitung:

Dipl.-Ing. Guido Majehrke

Bearbeitungszeitraum:

Juli 2017 – Mai 2020

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	1
2	Schilfbecken als dezentrale Behandlungsanlagen	2
2.1	Allgemeine Beschreibung	2
2.2	Aufbau und Funktion	4
2.2.1	Lage und Flächenbedarf	4
2.2.2	Funktionsweise	5
2.2.3	Bauliche Gestaltung	6
2.3	Betrieb und Reinigungsleistung	7
2.3.1	Chemische Qualität des Porenwassers	7
2.3.2	Reinigungsleistung der Schilfbecke	7
2.3.3	Winterbetrieb	8
2.3.4	Notfallplan	9
3	Bemessung der einzelnen Behandlungsanlagen	10
3.1	Porenwasseranfall	10
3.2	Transport des Porenwassers	11
3.3	Bemessung der Behandlungsanlagen	12
4	Zusammenfassung	14

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Blick über eine Porenwasserbehandlungsanlage an der A26, 3. BA	2
Abbildung 2: Lage der gepl. Schilfbecke entlang der Trasse	4
Abbildung 3: Transportleitung am Böschungsfuß	11

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Lage und Flächenbedarf der Porenwasserbehandlungsanlagen	5
Tabelle 2: Übersicht Porenwasseranfall	10
Tabelle 3: Bemessung der Schilfbecke EA 1 bis EA 5	13
Tabelle 4: Bemessung der Schilfbecke EA 6 bis EA 10	13

Literaturverzeichnis

- [1] IGB Ingenieurgesellschaft mbH: BAB A26, 3. Bauabschnitt – Gutachten-Auszüge in Bezug auf die Entwässerung von Porenwasser. Vergleich der Auswirkungen der alternativen Bauverfahren Überschütt- bzw. Konsolidierungsverfahren und Gründungsverfahren mit geokunststoffummantelten Sandsäulen. Im Auftrag der Niedersächsischen Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr, GB Stade (Hamburg, 03.02.2009).
- [2] IGB Ingenieurgesellschaft mbH: BAB A26, 5. Bauabschnitt – Konzept für die Entwässerung während des Baus und der Liegezeit des Vorbelastungsdamms im Bauabschnitt 5 der BAB A26 zwischen Drochtersen und der Anschlussstelle Stade. Im Auftrag der Niedersächsischen Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr, GB Stade (Hamburg, 23.05.2013).
- [3] IGB Ingenieurgesellschaft mbH: BAB A26, 4. Bauabschnitt – Erfahrungen aus Niedersachsen: Qualität und Aufbereitung von ausgepresstem Porenwasser, Ergebnisse des Monitorings A26, A20. Präsentation zu einer Planungsbesprechung mit der Genehmigungsbehörde bei der ReGe Hamburg (Hamburg, 10.12.2015).
- [4] Sweco GmbH: BAB A26, 4. Bauabschnitt – Planfeststellung / Planänderung. Unterlage 13.5.2, Wassertechnische Untersuchung – Entwässerung während der Bauzeit – Stat. 0+600 bis Landesgrenze: Schilfbecken. Im Auftrag der DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und –bau GmbH (Stade, 01.08.2018).
- [5] Grundbauingenieure Steinfeld und Partner GbR: A20, Nord-West-Umfahrung Hamburg, Abschnitt B431 - A23. 3. Bericht (1. Revision). Darstellung der Ergebnisse von Wasserstandsmessungen sowie Auswertung chemischer Wasseranalysen hinsichtlich des Umganges mit anfallendem Drainage- und Spülwasser (Hamburg 07.03.2014).
- [6] Obermeyer Planen + Beraten GmbH: A20, Nord-West-Umfahrung Hamburg, Abschnitt B431 - A23. Bauentwurf - Übersichtslagepläne zur Baudurchführung (Hamburg, 10/2016).

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

In Anbetracht des setzungsempfindlichen, weichen Baugrundes (organische Weichschichten aus Klei und Torf) sind für den Bau der A 20 im Abschnitt 7 von der B 431 bis zur A 23 umfangreiche Maßnahmen zur Setzungsvorwegnahme erforderlich. Dazu wird stufenweise ein Sanddamm aufgeschüttet, der die zu erwartenden Setzungen vorwegnimmt, indem im Boden vorhandenes Porenwasser durch die aufgebraute Auflast ausgepresst wird. Beschleunigt wird dieser Vorgang durch das Einbringen von Vertikaldränagen, die das Porenwasser schnell nach oben ableiten.

Das Grundwasser im Planungsraum – und damit auch das ausgepresste Porenwasser – zeichnet sich durch vergleichsweise hohe Eisen- und Ammoniumgehalte aus. Zur Einhaltung des Gewässerschutzes ist vor der Wiedereinleitung in die Vorflut eine Aufbereitung und Ableitung des anfallenden Porenwassers sicherzustellen.

Die Aufbereitung des ausgepressten Porenwassers soll in mehreren, dezentral entlang der Strecke verteilten „Schilfbecke“ erfolgen. Mit solchen dezentralen Anlagen, die nach dem Prinzip einer Pflanzenkläranlage wirken, hat man insbesondere beim Bau der A 26 in Niedersachsen gute Erfahrungen gemacht. Im Bereich des dortigen 2. und des 3. Bauabschnitts wurde eine Vielzahl von Schilfbecke hergestellt, deren Funktionalität sich im täglichen Betrieb bewährt hat. Angesichts der guten Erfahrungen werden in Niedersachsen und Hamburg weitere derartige Anlagen geplant, und zwar im 4. und 5. BA der BAB A 26 sowie auch im Verlauf der BAB A 20.

Nicht zuletzt um die Auswirkungen der bauzeitlichen Einleitungen des Porenwassers in die bestehenden Gewässer im Rahmen des Fachbeitrags zur Wasserrahmenrichtlinie objektiv bewerten zu können, sind vertiefende Betrachtungen zur Fassung, zum Transport und zur Behandlung des überschüssigen Porenwassers erforderlich.

Grundsätzlich ist dabei zu berücksichtigen, dass es sich beim Porenwasseranfall um ein zeitlich begrenztes Phänomen handelt, welches nur während der Herstellung und Liegezeit des Vorbelastungsdamms bzw. des Einbaus eines aufgeständerten Gründungspolsters auftritt. Folglich sind die Behandlungsanlagen nur als bauzeitliche Maßnahmen über einen begrenzten Zeitraum von rd. 3 Jahren erforderlich. Nach Abschluss der Arbeiten sollen die Anlagen vollständig zurückgebaut und die temporär in Anspruch genommenen Flächen an die Eigentümer zurückgegeben werden.

Obgleich temporäre Maßnahmen nicht planfestzustellen sind, soll in Ergänzung der vorliegenden Planungen eine nähere Betrachtung zum Porenwasseranfall und zur Porenwasserbehandlung erfolgen. Mit der vorliegenden Unterlage werden die geplanten dezentralen Porenwasserbehandlungsanlagen im Bereich des Abschnitts 7 von der B431 bis zur A23 dargestellt und erläutert.

2 Schilfbecken als dezentrale Behandlungsanlagen

2.1 Allgemeine Beschreibung

Aufgrund des gering tragfähigen Baugrundes im Planungsraum sind für den Bau der BAB A20 in weiten Teilbereichen baugrundverbessernde Maßnahmen vorgesehen.

Überwiegend kommt im Planungsabschnitt hierzu das Überschüttverfahren (ÜSV) mit Vertikaldräns zur Anwendung. Der Vorbelastungsdamm wird in mehreren Schüttstufen mit einer Gesamtliegezeit von bis zu drei Jahren aufgebaut. Infolge der Zusammendrückung (Setzung) der organischen Weichschichten aus Klei und Torf tritt im Zuge der Konsolidierung ausgepresstes Porenwasser über die Vertikaldräns nach oben im Sandkörper des Vorbelastungsdammes aus. Dort wird es mithilfe von Sickerrohrleitungen gesammelt und in die dafür vorgesehenen Behandlungsanlagen transportiert.

Außerdem ist in bestimmten Teilabschnitten der Einbau eines aufgeständerten Gründungspolsters (AGP) geplant, wie z.B. im Bereich der AS B 431 (Bau-km 7+415 bis Bau-km 7+750), der DB-Querung (Bau-km 11+000 bis Bau-km 12+100) oder auch auf freier Strecke zwischen Bau-km 18+100 und 20+100. Bei diesem Verfahren werden geotextilummantelte Sandsäulen in den Untergrund eingebracht, die bis in die unterhalb der Weichschichten anstehenden, tragfähigen Sande reichen. Auch bei diesem Gründungsverfahren tritt Porenwasser aus, allerdings aufgrund des geringeren Setzungsmaßes in deutlich geringeren Mengen.



Abbildung 1: Blick über eine Porenwasserbehandlungsanlage an der A26, 3. BA

Das Grundwasser im Planungsraum – und damit auch das ausgepresste Porenwasser – zeichnet sich geogen bedingt durch vergleichsweise hohe Eisen- und Ammoniumgehalte aus, die für die Gewässerbiologie unverträglich sind. Außerdem ist in Marschgebieten mit einem hohen Anteil an abfiltrierbaren

Stoffen zu rechnen, wie in Niedersachsen im Rahmen einer langjährigen Untersuchungskampagne belegt wurde [3]. Zur Einhaltung des Gewässerschutzes ist daher vor der Wiedereinleitung in die Vorflut eine Aufbereitung und Filtrierung des anfallenden Porenwassers sicherzustellen.

Beim Bau der BAB A 26 in Niedersachsen wurden zu diesem Zweck im Verlauf des 2. und 3. Bauabschnitts sogenannte Schilfbecke hergestellt, die nach dem Prinzip einer Pflanzenkläranlage wirken. Dazu wurden auf verfügbaren Restflächen neben der Autobahn mäandrierende Grabensysteme oder auch Teichsysteme angelegt, die mit Schilfpflanzen bewachsen sind.

Die Reinigungsleistung dieser Anlagen wurde durch Probenahmen am Ablauf des Grabensystems regelmäßig untersucht und dokumentiert. Aufgrund der guten Erfahrungen kommen Schilfbecke auch in den derzeit in der Planung befindlichen Bauabschnitten 4 und 5 der A 26 zum Einsatz [4].

Im Vergleich zu technischen Aufbereitungsanlagen sind diese Schilfbecke wirkungsvoll, wirtschaftlich, weniger bedienungs- und wartungsintensiv (vgl. [2], [3]). Durch eine naturnahe Gestaltung lassen sich solche dezentralen Anlagen in die spätere Entwicklung von Ausgleichs- und Ersatzflächen neben der Autobahn integrieren.

Der Unterhaltungsaufwand solcher Anlagen ist vergleichsweise gering. Ein Austausch des Pflanzenmaterials oder auch die Entschlammung der Absetzbereiche ist in der Regel nicht erforderlich, da die Funktion der Anlage dadurch gestört wird. Die Erfahrungen aus Niedersachsen zeigen, dass der Massenanteil an Eisenocker gering ist und - wenn überhaupt - eine einmalige Aufreinigung am Ende der Vorbelastungsphase ausreichend ist.

2.2 Aufbau und Funktion

2.2.1 Lage und Flächenbedarf

In Abhängigkeit von der Flächenverfügbarkeit wurden entlang des Planungsabschnitts insgesamt zehn mögliche Standorte für Porenwasserbehandlungsanlagen identifiziert (vgl. [6]). Die Flächen sind bauzeitlich verfügbar und stehen teilweise im Eigentum des Bundes. Wie die nachfolgende Abbildung zeigt, verteilen sich die Anlagen mehr oder weniger regelmäßig entlang der Strecke.

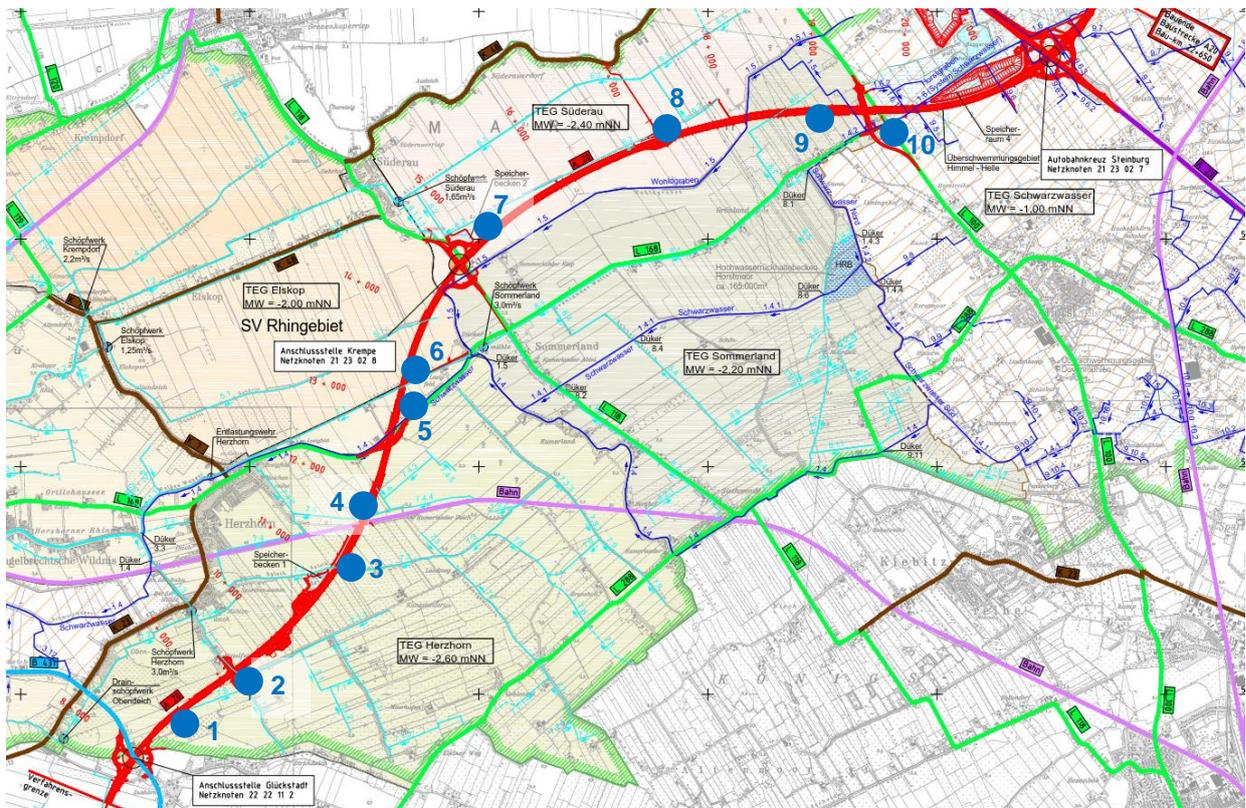


Abbildung 2: Lage der gepl. Schilfbecken entlang der Trasse

Um die Beschickung der Anlagen sicherzustellen, wurde bei der Anordnung darauf geachtet, dass in jedem durch Gewässer, Bahnstrecken oder Straßen „isolierten“ Teilabschnitt ein Anlagenstandort vorhanden ist.

Im Bereich der Geest, d.h. östlich der L 100 bis zum Ausbauende, ist aufgrund grundsätzlich anderer Bodenverhältnisse keine Porenwasserbehandlung notwendig.

Für die hydraulische Dimensionierung der Anlagen wurden auf dieser Grundlage zehn Entwässerungsabschnitte (EA) mit der dazugehörigen Streckenlänge gebildet.

Richtlinien zur Bemessung vergleichbarer dezentraler Reinigungsanlagen existieren nicht. Als Flächenbedarf wird eine durch IGB [3] definierte Größe von

$$\text{erf. } A = 3.000 \text{ m}^2$$

pro km Autobahnstrecke angesetzt, die sich aus empirisch ermittelten Erfahrungswerten ergibt.

Aus diesen Planungsvorgaben ergibt sich der in folgender Tabelle dargestellte Flächenbedarf:

Nr.	Standort der Anlage		EA		Flächenbedarf	Ist-Fläche
	Bau-km		von	bis		
EA1	9+000	Südseite, Restfläche am Vorfluter 7.6	7+415	9+444	6.090 m ²	7.380 m ²
EA2	9+550	Südseite, Restfläche Str. Mittelfeld	9+461	11+049	4.770 m ²	6.810 m ²
EA3	11+150	Südseite, Restfläche am Vorfluter 7.3	11+082	11+590	1.530 m ²	2.480 m ²
EA4	12+100	Nordseite, Dreiecksfläche Vorfluter 7.4	11+653	12+679	3.080 m ²	3.840 m ²
EA5	13+150	Südseite, Restfläche südl. Vorfluter 1.1	12+711	13+170	1.380 m ²	2.950 m ²
EA6	13+250	Südseite, Restfläche nördl. Vorfluter 1.1	13+192	14+480	3.870 m ²	5.390 m ²
EA7	15+350	Nordseite, Restfläche am Vorfluter 6.2	14+480	17+300	8.460 m ²	11.320 m ²
EA8	17+500	Nordseite, Restfläche am Vorfluter 6.3	17+300	18+253	2.860 m ²	3.830 m ²
EA9	18+270	Nordseite, Restfläche am Vorfluter 1.5	18+270	19+397	3.390 m ²	4.830 m ²
EA10	19+900	Südseite, Restfläche am Vorfluter 1.6	19+414	20+100	2.060 m ²	5.930 m ²

Tabelle 1: Lage und Flächenbedarf der Porenwasserbehandlungsanlagen

Nach dieser Einteilung sind auch die Entwässerungsabschnitte für die Auslegung der Transportelemente zur Ableitung des anfallenden Porenwassers definiert. Hierzu werden im Randbereich des Sanddamms Dränageleitungen bzw. Teilsickerrohre angeordnet.

2.2.2 Funktionsweise

Sowohl beim Überschüttverfahren als auch beim Einbau eines aufgeständerten Gründungspolsters wird eisen- und ammoniumhaltiges Grundwasser aus dem Untergrund ausgepresst. Das ausgepresste Porenwasser enthält vorrangig gelöstes Eisen (Eisen-II). Ein Teil des gelösten Eisens reagiert bei Luftzutritt zu Eisen-III und fällt in Form von braunem Eisenocker aus, d.h. es bilden sich im Wasser schwimmende Partikel.

Diese Eisenocker-Partikel können durch Sedimentation aus dem Wasser entfernt werden. Bei gelöstem Eisen-II wäre dies nur mit hohem Aufwand durch chemische Reinigungsverfahren möglich. Die Qualität der Sedimentation, und damit auch die Reinigungsleistung des Gesamtsystems, hängt entscheidend von der Größe der Eisen-III-Partikel ab. Insofern hat die Art der „Ausflockung“ Auswirkungen auf die Effektivität der Enteisung.

Als Reinigungsverfahren empfiehlt sich – abgeleitet aus der mehrjährigen Erfahrung in verschiedenen Autobahnabschnitten der A 26 (vgl. [2], [3]) – ein zweistufiges System, bestehend aus einem bewachsenen Schilfbecken zur Fällung des Eisens per Oxidation sowie einem nachgeschalteten Grabensystem mit ausreichend langer Fließstrecke, in dem sich die ausflockenden Eisenpartikel absetzen können.

- Fällung des Eisens:

Um das Eisen auszufällen, ist der Eintrag von Sauerstoff in das Porenwasser erforderlich. Der alleinige Sauerstoffeintrag durch natürlichen Luftzutritt an der Wasseroberfläche reicht in der Regel

nicht aus. Daher wird ein Schilfbecke durchflossen, wo mithilfe des Pflanzenbewuchses der Sauerstoffeintrag erhöht wird. Dass der Sauerstoffeintrag über Pflanzen funktioniert, ist seit Jahrzehnten durch dezentrale Kläranlagen in Form von Schilfbeeten belegt.

Die Schilfbecke werden im Zuge der bauvorbereitenden Maßnahmen prioritär hergestellt, damit sich der Schilfbewuchs in ausreichender Form etabliert hat, bevor das Porenwasser im Zuge der Vorlastschüttung anfällt. Unterstützend kann der Sauerstoffeintrag bei Bedarf durch künstliche Belüfter aus der Kläranlagentechnik weiter erhöht werden.

- Sedimentation:

Vorzugsweise erfolgt das Absetzen der gefällten Eisen-III-Partikel in einem nachgeschalteten, mäandrierenden Grabensystem nach dem Prinzip eines Langsandfangs. Durch die geringe Fließgeschwindigkeit setzen sich die Partikel am Boden des Grabensystems ab und gelangen nicht in die Vorflut. Gewährleistet wird die Rückhaltung der Partikel im System durch die Anordnung eines Mönchs am Ablauf der Anlage, welcher einen Überlauf nur aus den oberen (ockerfreien) Wasserschichten ermöglicht. Bei der Herstellung bietet sich z.B. eine gegeneinander versetzte Verbindung vorhandener Grüppensysteme an, wodurch sich ein mäandrierender Verlauf ergibt.

Als Alternative zu einem solchen Absetzgraben wäre auch die Anlage mehrerer hintereinandergeschalteter, möglichst flacher und großflächiger Sedimentationsteiche möglich.

Auch die Reduzierung von Ammoniumgehalten erfolgt im Wesentlichen unter Sauerstoffzufuhr. Ammonium wird von Bakterien unter Sauerstoffverbrauch zu Nitrit und weiter zu Nitrat oxidiert. Dieser Vorgang wird als Nitrifikation bezeichnet. Erfahrungen aus der Klärtechnik zeigen, dass Nitrifikation und Oxidation des Eisens gleichzeitig stattfinden. Mit den hier beschriebenen Behandlungsanlagen können demnach auch die Ammoniumgehalte des Porenwassers reduziert werden.

Eine ungewollte Versickerung des Porenwassers in den Untergrund ist in der Praxis angesichts der nahezu wasserundurchlässigen, organischen Deckschichten und der gespannten Grundwasserverhältnisse faktisch ausgeschlossen. Selbst bei theoretischer Unterstellung einer hydraulischen Verbindung vom Schilfbecke zum GW-Leiter (was angesichts der flachen Solltiefe der Becken sehr unwahrscheinlich ist) würde sich wegen des vorherrschenden Grundwasserdruck-Gradienten „von unten nach oben“ keine Gefahr der Verunreinigung des Grundwassers ergeben. Vielmehr wäre eine Exfiltration von Grundwasser in die Anlagen die unmittelbare Folge.

2.2.3 Bauliche Gestaltung

Die Porenwasserbehandlungsanlagen werden in Erdbauweise in verfügbaren Restflächen unmittelbar neben der Autobahn hergestellt.

Der Zulauf erfolgt über Transportrohrleitungen (siehe Kapitel 3.2) direkt in die Schilfbecke, wo ein initialer Pflanzenbesatz mit geeignetem Schilfrohr stattfindet. An das Schilfbecke schließt sich unmittelbar der mäandrierende Absetzgraben an. Der anfallende Bodenaushub kann für eine umschließende Verwallung genutzt werden und so vor Ort verbleiben.

Am Ablauf des Absetzgrabens wird ein Kontrollschacht mit Absperrvorrichtung (Schieber) gesetzt, welcher der Probenahme dient. In diesem Schacht wird gleichzeitig eine Stauwand mit Überlauf als Ablaufmönch installiert.

Der Ablauf in die Vorflut wird individuell gestaltet und richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen (Lage bzw. Abstand zum Vorfluter, Wasserstandverhältnisse, ...). Hierbei kommen Freigefälleleitungen, offene Gräben oder auch Pumpwerke mit angeschlossener Druckrohrleitung in Frage.

Nach Beendigung der Arbeiten werden die Anlagen vollständig zurückgebaut.

2.3 Betrieb und Reinigungsleistung

2.3.1 Chemische Qualität des Porenwassers

Durch die Grundbauingenieure Steinfeld und Partner wurden in 2014 etwa 60 Wasserproben aus vorhandenen Grundwassermessstellen entnommen und chemisch analysiert [5]. Da der Eisengehalt des anstehenden Grundwassers „in Ruhe“ im Vergleich meist deutlich niedriger ist als der des ausgepressten Porenwassers, wurden nicht nur normale Grundwasserpegel mit Filtern in den grundwasserführenden Sanden, sondern auch Stauwasserpegel mit Filterstrecken innerhalb der organischen Weichschichten ausgewertet. Hinsichtlich der chemischen Wasserqualität sind die Wasserproben aus den Stauwasserpegeln gleichzusetzen mit dem ausgepressten Porenwasser [5].

Festgestellt wurden geogen bedingte Richtwertüberschreitungen¹ für die Parameter Eisen-gesamt, CSB und Ammonium-N. Letzterer kann darüber hinaus auch durch die intensive landwirtschaftliche Bewirtschaftung erhöht sein (z.B. Ausbringung von Gülle). Ferner wurden anthropogen verursachte, geringfügige Überschreitungen bei einigen Schwermetallen analysiert (Blei, Kupfer und Zink).

Der Fokus der beabsichtigten Reinigung liegt auf den Parametern Eisen und Ammonium-N. Nach den damaligen Analyseergebnissen liegen die Eisengehalte des Stau- bzw. Porenwassers zwischen **Eisen-ges. = 15,0 mg/l** und **88,8 mg/l** (neun Einzelmessungen an 3 Pegeln, Mittelwert = 43 mg/l). Aus den Grundwasserpegeln ergaben sich geringere Eisengehalte zwischen Eisen-ges. = 2,2 mg/l und 34,2 mg/l (10 Einzelmessungen an 5 Pegeln, Mittelwert = 21 mg/l). Der Stauwassergehalt an Ammonium-N betrug im Mittel rd. 32,2 mg/l, die Einzelwerte lagen zwischen 14,0 und 52,0 mg/l. In ähnlichen Dimensionen bewegten sich auch die Messwerte in Niedersachsen, so dass die Umgebungsbedingungen vergleichbar sind.

In den ebenfalls untersuchten Oberflächengewässern betrug der Eisengehalt i.M. **2,0 mg/l** (vgl. [5]). Dieser Wert liegt im zu erwartenden Bereich, er gilt allgemein als unschädlich und wurde seinerzeit auch als Einleitwert beim Bau der A 26 von den zuständigen Wasserbehörden festgesetzt (LK Stade im 2.BA, LK Harburg im 3.BA, Bezirk Harburg im 4.BA).

2.3.2 Reinigungsleistung der Schilfbecke

Grundsätzlich wurde im Zuge des Monitorings der bereits hergestellten Schilfbecke in Niedersachsen festgestellt, dass die erzielbaren Abreinigungsgrade bei hohen (Eingangs-) Stoffbelastungen prozentual hoch und bei geringeren Stoffbelastungen prozentual niedriger sind.

Insgesamt konnte der festgesetzte Einleitwert für Eisen-gesamt mithilfe der hier beschriebenen Behandlungsanlagen meist eingehalten werden. Der Grenzwert für Eisen II wurde dagegen auch bisweilen überschritten (bei < 25% der Messungen).

Grund für diese Überschreitungen ist, dass komplexe Bindungen des Eisens – z.B. bei einem hohen Anteil an Huminstoffen - eine ausreichende Oxidation verhindern. Als Beweis für diesen Effekt können hohe Restkonzentrationen des Eisens bei gleichzeitig hohen Sauerstoffgehalten dienen, welche am Beckenablauf mancherorts festgestellt wurden. Gebundenes Eisen stellt jedoch keine Belastung für die aquatische Fauna dar und ist damit unkritisch.

Angesichts der vorstehenden Erkenntnisse wurde bei den nachfolgenden Bauabschnitten der BAB A26 in Niedersachsen (BA 3b und 4a) - wo die Schilfbecke erneut zum Einsatz kommen - auf einen Grenz-

¹ Beurteilungsrichtlinien für Einleitungen in oberirdische Gewässer, StUA Itzehoe (heute LLUR)

wert für Eisen II verzichtet, da der Huminstoffanteil eine zu große Auswirkung auf die Messergebnisse hat. Anstelle dessen wurden die Einleitwerte für Eisen II indirekt an einen pH-Intervall von 6,5 – 8,5 und eine Sauerstoffsättigung von 65 % gekoppelt.

Ammonium ist eine anorganische Stickstoffverbindung. Im Wasser stehen das ungiftige Ammonium und das toxische Ammoniak in einem Gleichgewicht zueinander. Dieses Gleichgewicht ist vom pH-Wert des Wassers abhängig. Bei einem Anstieg des pH-Werts verschiebt sich der Schwerpunkt zum Ammoniak; so beträgt das Verhältnis bei einem pH-Wert von 7 etwa 99 : 1, während bei einem pH-Wert von 9 ein Verhältnis von etwa 70 : 30 erreicht wird. Erhöhte Ammoniumgehalte sind demnach umso kritischer für die Fauna, je höher der pH-Wert des Wassers liegt.

Hinsichtlich der Reduzierung der Ammoniumgehalte ist bei ausreichender Sauerstoffzufuhr - was ja der Zweck dieser Schilfbecke ist - davon auszugehen, dass in den Behandlungsanlagen eine vollständige Nitrifikation stattfindet. Die Gefahr des Umschlagens von Ammonium zum giftigen Ammoniak ist dadurch weitestgehend gebannt.

Während des Oxidations- und Fällungsprozesses werden auch andere Schwebstoffe, zusammen mit den gefällten Eisenverbindungen, als abfiltrierbare Stoffe in ausreichender Größenordnung zurückgehalten. Dies geschieht zum einen durch Sedimentation, zum anderen durch Anlagerung an die Pflanzen und an das Sediment. Nicht ausgefälltes, gelöstes Eisen-II kann weiterhin im Wasser vorliegen, wenn es nicht ausreichend mit Sauerstoff versorgt wurde oder wenn der pH-Wert sehr gering ist, was im Bereich Niedersachsen jedoch nirgends festgestellt wurde.

Für das durchzuführende Monitoring wurden als Messungen am Ablauf der pH-Wert, der Sauerstoffgehalt, die Temperatur und der SAK-Wert (Spektraler Absorptionskoeffizient, zur Bestimmung des Huminstoffgehalts) festgesetzt.

Für den Marschabschnitt der A 20 soll ein vergleichbares Monitoring durchgeführt werden (monatliche Messungen, während der gesamten Betriebsphase der Schilfbecke). Als behördlich festzusetzende Einleitwerte werden folgende Stoffkonzentrationen vorgeschlagen:

- Eisen, gesamt: < 3,0 mg/l
- Ammonium-N: < 2,0 mg/l (Sommer) bzw. < 5,0 mg/l (Winter)
- Abfiltrierbare Stoffe: < 30 mg/l

Die Untere Wasserbehörde wird die Einleitwerte zu gegebener Zeit festsetzen.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass mit den geplanten Anlagen eine Reinigung auf ein gewässerträgliches Maß erfolgt und eine Verschlechterung der Gewässerqualität infolge der temporären Porenwasseranreicherung ausgeschlossen werden kann.

2.3.3 Winterbetrieb

Erfahrungen mit Pflanzenkläranlagen zur Schmutzwasserbehandlung zeigen, dass der Winterbetrieb aufgrund verschiedener Randbedingungen im Normalfall sichergestellt ist. So ist die Biozönose auch im Winter aktiv, die Mikroorganismen im Filterkörper geben Eigenwärme ab und die ablaufenden biochemischen Prozesse stellen eine weitgehend gleichbleibende Reinigungsleistung sicher. Ferner liegt die Temperatur des eingetragenen Schmutzwassers nur selten unter 10°C. Weiterhin bildet sich eine schützende Streuschicht aus den abgestorbenen, oberirdischen Pflanzenteilen aus. Aufgrund dieser drei Faktoren friert eine Pflanzenkläranlage im Winter kaum ein.

Bei der Behandlung des Porenwassers kommt es weniger auf eine funktionierende Biozönose / bakteriologische Abbauprozesse an, welche primär auf die Eliminierung von z.B. BSB₅ und CSB abzielen. Oberstes Ziel ist hier der rein physikalische Sauerstoffeintrag zur Ausfällung des Eisens und zur Nitrifikation. Sofern die Temperaturen es noch zulassen, durchströmt das Porenwasser mit niedriger Fließtiefe das Pflanzenwerk (oberirdische Pflanzenteile, Wurzelwerk, abgestorbene Pflanzenreste) und kommt durch die un stetigen, durchbrochenen Fließvorgänge verstärkt mit Luftsauerstoff in Kontakt. Diese Vorgänge sind prinzipiell auch bei niedrigen Temperaturen sichergestellt. Das gelöste Eisen fällt aus und setzt sich (ebenfalls rein physikalisch) im nachgeschalteten Absetzgraben ab.

Kommt es bei länger anhaltendem Frost zu Eisbildung in der Anlage, wird der gesamte Prozess des Austrags und Transports von Porenwasser nur noch eingeschränkt stattfinden bzw. gänzlich zum Erliegen kommen. In diesem Fall verbleibt das Porenwasser zunächst in den Transportleitungen bzw. im Porenraum des Sanddamms und damit im Bau Feld. Sofern das Porenwasser wieder fließt, funktioniert auch die Oxidation wieder. Wegen des geschlossenen Behandlungskreislaufs besteht zu keinem Zeitpunkt die Gefahr des Austrags von Porenwasser in Richtung angrenzender Privatflächen.

Sollten extreme Starkfrostperioden von mehreren Wochen Dauer einsetzen, kommt auch der Baubetrieb zum Erliegen. Bodenfröste bis in mehrere Dezimeter Tiefe behindern den Austrag von Porenwasser, auch die Vertikaldräns frieren ein. In solchen Zeiträumen fällt kaum Porenwasser an, so dass die Behandlung während solcher Extremwetterperioden aussetzen wird.

2.3.4 Notfallplan

Anerkannte, gesicherte Bemessungsverfahren für die hier beschriebenen, naturnahen Reinigungsanlagen liegen nicht vor. Auch für den Umgang mit Störungen gibt es keine Hinweise oder Richtlinien. Allerdings unterliegen die Ablaufwerte „naturnaher“ Reinigungsanlagen – vergleichbar mit technischen Anlagen - bestimmten Schwankungen. Daher sind baubegleitende Kontrollmessungen der unter Kap. 2.3.2 genannten Parameter am Auslauf obligatorisch.

Für unerwartete Ereignisse wie massiv austretendes Eisenocker ist ein „Notfallplan“ vorgesehen, welcher bestimmte Handlungsanweisungen beschreibt. Vorrangig muss am Ablauf in die Vorflut eine Absperrvorrichtung (Steckschieber) vorhanden sein, die im Falle einer Grenzwertüberschreitung unverzüglich geschlossen werden kann. Weitere Schritte, von der Ursachenforschung bis hin zum Austausch der Schilfpflanzen oder der Entschlammung des Sedimentationsbereiches, schließen sich je nach Störungsgrad an. Teil eines Notfallplans sind folgende Punkte:

- (1) Austreten von Eisenocker / Grenzwertüberschreitung
- (2) Absperrren der Anlage (Schieber am Ablauf)
- (3) Bei Bedarf überpumpen des Wassers auf den Vorbelastungsdamm, mit dortiger Verrieselung und Versickerung (Kreislaufleitung)
- (4) Ermittlung der Ursache:
 - ⇒ Bei ungenügender Fällung: Erhöhung des Sauerstoffeintrags (künstl. Belüfter)
 - ⇒ Bei ungenügender Fällung: Erhöhung des pH-Wertes (Zugabe von Kalkschotter)
 - ⇒ Bei ungenügender Fällung: Austausch / Ergänzung des Pflanzenbestandes
 - ⇒ Bei ungenügender Sedimentation: ggf. Entschlammung des Absetzgrabens
 - ⇒ Bei ungenügender Sedimentation: Verlängerung des Fließweges

Der Notfallplan wird in Abstimmung mit der zuständigen Unteren Wasserbehörde im Rahmen der Ausführungsplanung erstellt.

3 Bemessung der einzelnen Behandlungsanlagen

3.1 Porenwasseranfall

Die Porenwassermenge entspricht faktisch dem infolge der Setzungen verringerten Weichschichtvolumen. Aufgrund des prognostizierten Setzungsmaßes von mancherorts mehreren Metern sind die Porenwassermengen in der Summe sehr groß. Die Durchflussrate des anfallenden Porenwassers ist jedoch aufgrund der langandauernden Setzungsprozesse, die sich über einen Zeitraum von bis zu 3 Jahren hinziehen, vergleichsweise gering.

Beim aufgeständerten Gründungspolster (AGP-Verfahren) treten geringere Setzungen auf. Folglich sind auch die anfallenden spezifischen Porenwasserraten geringer. Da der Setzungsprozess bei diesem Gründungsverfahren schneller verläuft, ist mit einem Porenwasseranfall nur über einen Zeitraum von etwa einem halben Jahr zu rechnen.

Im Trassenverlauf treten infolge des veränderlichen Untergrundaufbaus und der unterschiedlichen Gründungsverfahren unterschiedliche Setzungsraten auf. Die daraus resultierenden, abschnittsweise beim jeweiligen Bauverfahren anfallenden Porenwassermengen wurden durch das Büro Grundbauingenieure Steinfeld und Partner GbR ermittelt (3. Bericht vom 07.03.2014, überarbeitet per Stand 02/2019). Zusammengefasst ist mit folgenden Porenwassermengen zu rechnen:

Abschnitt Bau-km von - bis	Länge ca.	Gründungsverfahren	spezif. Porenwasseranfall V_{Po} / lfdm	Porenwasseranfall $V_{Po} \text{ gesamt}$
7+415 - 7+750	335 m	AGP	ca. 30 m ³ / lfdm	ca. 10.000 m ³
7+750 - 11+000	3.250 m	ÜSV	ca. 83 m ³ / lfdm	ca. 270.000 m ³
11+000 - 12+100	1.100 m	AGP	ca. 25 m ³ / lfdm	ca. 27.500 m ³
12+100 - 19+230	7.130 m	ÜSV	ca. 58 m ³ / lfdm	ca. 413.500 m ³
19+230 - 19+900	670 m	AGP	ca. 13 m ³ / lfdm	ca. 8.700 m ³
Summe	12.685 m			ca. 730.000 m³

Tabelle 2: Übersicht Porenwasseranfall

Am Beispiel des Überschüttverfahrens im Streckenabschnitt 7+750 bis 11+000 fällt die dortige Porenwassermenge über einen Zeitraum von etwa 3 Jahren an. Bei Annahme eines kontinuierlichen Porenwasseranfalls ergibt sich daraus im Mittel ein Porenwasseranfall von etwa:

$$Q_P = 270.000 \text{ m}^3 / (3 \times 365 \text{ d} \times 24 \text{ h/d}) = 10,3 \text{ m}^3/\text{h} = \text{ca. } 3,0 \text{ l/s,}$$

verteilt über einen 3,25 km langen Streckenabschnitt. Pro Streckenkilometer fällt demnach im Mittel weniger als 1,0 l/(sxkm) Porenwasser an.

Da sich zu Beginn einer Schüttstufe ein größeres Setzungsmaß einstellt, ergibt sich zu diesem Zeitpunkt ein Maximum des Porenwasseranfalls, welches nahezu das Doppelte des mittleren Wasseranfalls erreichen kann. Demnach kann die maximale Porenwassermenge pro Streckenkilometer zu Beginn der Überschüttung bis zu ca. 2 l/s betragen.

Für das aufgeständerte Gründungspolster ergibt sich am Beispiel des Streckenabschnitts 11+000 bis 12+100 und bei Annahme eines kontinuierlichen Porenwasseranfalls über einen Zeitraum von 1/2 Jahr im Mittel ein Porenwasseranfall von etwa:

$$Q_P = 27.500 \text{ m}^3 / (0,5 \times 365\text{d} \times 24 \text{ h/d}) = 6,3 \text{ m}^3/\text{h} = \text{ca. } 1,75 \text{ l/s,}$$

verteilt über einen rd. 1,1 km langen Streckenabschnitt. Pro Streckenkilometer fällt demnach im Mittel etwa 1,6 l/(sxkm) Porenwasser an.

Auch beim AGP-Verfahren kann das Maximum des Porenwasseranfalls nahezu das Doppelte des mittleren Wasseranfalls, also bis zu 3 l/s, erreichen.

Im Anhang A sind die Angaben zum Porenwasseranfall und die resultierenden Wassermengen abschnittsweise zusammengefasst.

Auf dem Sanddamm anfallendes Niederschlagswasser wird nicht aktiv über die Teilsickerrohre abgeleitet. Das Niederschlagswasser versickert größtenteils im Sanddamm, überschüssiges Wasser fließt direkt über die Böschungen nach außen ab. Eine anteilige Ableitung des stark zeitverzögert anfallenden Niederschlagswassers über die Teilsickerrohre ist zwar nicht gänzlich auszuschließen, wird bei der Dimensionierung der Behandlungs- und Transportanlagen allerdings nicht berücksichtigt.

3.2 Transport des Porenwassers

Für den Transport des anfallenden Porenwassers zu den einzelnen Behandlungsanlagen werden entsprechend dimensionierte Rohrleitungen (Dränageleitungen bzw. Teilsickerrohre) am Böschungsfuß des Vorbelastungsdammes verlegt. Diese Rohrleitungen transportieren das Porenwasser im Freispiegelabfluss zu den Schilfbecken. Um ein unkontrolliertes Aussickern des Porenwassers aus dem Sanddamm zu verhindern, wird am Böschungsfuß ein Kleikeil modelliert.

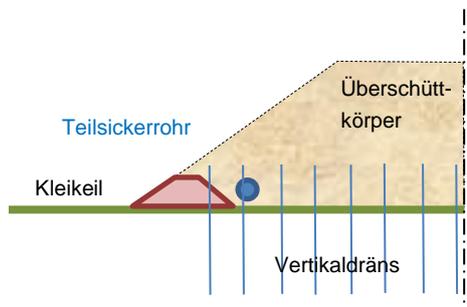


Abbildung 3: Transportleitung am Böschungsfuß

Der hydraulische Nachweis der Transportleitungen ist tabellarisch als Anhang A beigefügt. Für die Dimensionierung wurden einschlägige Tabellenwerke verwendet (z.B. LAUTRICH), die auf der Abflussformel von PRANDTL-COLEBROOK für Kreisprofile basieren.

Ausgehend von der abzuleitenden Wassermenge - die sich aufgrund der beidseitigen Anordnung der Leitung am Böschungsfuß des Vorbelastungsdamms rechnerisch noch halbiert - wurde mit $I_{so} = 0,25 ‰$ ein zwar geringes, aber praktikables Sohlgefälle angesetzt. Die resultierende Sohlhöhendifferenz beträgt je nach Länge der einzelnen Entwässerungsabschnitte zwischen $\Delta h = 0,06 \text{ m}$ und $0,35 \text{ m}$.

Für den Porenwassertransport reichen unter diesen Voraussetzungen Leitungsdurchmesser von DN 200 aus.

Angesichts der zu erwartenden Setzungsprozesse ist davon auszugehen, dass das planmäßig angeetzte Sohlgefälle nicht über die gesamte Bauzeit bestehen bleibt. Anstelle dessen wird sich ein Energieliniengefälle I_E aufbauen, um die erforderliche Wassermenge abzuleiten; der Abfluss stellt sich dann mittels Druck- bzw. Wasserspiegelliniengefälle ein. Bei zu extremen Umlagerungen muss die Lage der Transportleitung im betreffenden Bereich ggf. nachjustiert werden.

Auf Pumpentechnik wird dagegen möglichst verzichtet, da regelmäßige Ausfälle aufgrund von Verockerungen zu befürchten wären.

Die für die Ableitung des - auf der Schilfbeckens abgewandten Autobahnseite - anfallenden Poren- und Niederschlagswassers notwendigen Querungen des Sanddamms in Richtung der Schilfbeckens sollten möglichst nicht auf freier Strecke erfolgen, sondern z.B. im Bereich geplanter Bauwerke, um den Setzungen unterhalb des Sanddamms zu entgegenen.

3.3 Bemessung der Behandlungsanlagen

Vorschriften oder Regelwerke zur Bemessung dezentraler Reinigungsanlagen für Porenwasser existieren nicht. Als Flächenbedarf wird eine definierte Größe von

$$\text{erf. } A = 3.000 \text{ m}^2 \text{ pro km}$$

Autobahnstrecke angesetzt, die sich aus den empirischen Erfahrungswerten aus Niedersachsen ergibt.

Davon werden etwa $A = 1.000 \text{ m}^2/\text{km}$ für das erforderliche Schilfbecken angesetzt; auf der übrigen Fläche wird der Absetzgraben mit einer spezifischen Länge von rd. $L = 150 \text{ m}/\text{km}$ angelegt.

In den beiden nachfolgenden Tabellen sind die Kenngrößen der einzelnen Porenwasserbehandlungsanlagen und der zugehörigen Transportleitungen für die Entwässerungsabschnitte EA1 bis EA5 (Tabelle 3) bzw. für die Entwässerungsabschnitte EA6 bis EA10 (Tabelle 4) dargestellt:

	EA 1	EA 2	EA 3	EA 4	EA 5
Streckenlänge	2.029 m	1.588 m	508 m	1.026 m	459 m
Flächenansatz	3.000 m ² /km	3.000 m ² /km	3.000 m ² /km	3.000 m ² /km	3.000 m ² /km
Flächenbedarf	6.100 m ²	4.800 m ²	1.550 m ²	3.100 m ²	1.400 m ²
Schilfbecken	A = 2.100 m ²	A = 1.600 m ²	A = 550 m ²	A = 1.050 m ²	A = 500 m ²
Absetzgraben	ca. L = 300 m	ca. L = 250 m	ca. L = 100 m	ca. L = 160 m	ca. L = 75 m
Q Porenw.	4,2 l/s	3,0 l/s	1,6 l/s	2,2 l/s	0,6 l/s
Transportltg.	DN 200	DN 200	DN 200	DN 200	DN 200
Gefälle l _E	0,25 ‰	0,25 ‰	0,25 ‰	0,25 ‰	0,25 ‰
erf. Δhs	0,25 m	0,20 m	0,06 m	0,13 m	0,06 m
Vorflut	Stichgraben Engelbrecht- Greve (7.6)	Mittelfelder Wettern (7.1)	Graben zur Spleth (7.3)	Kamerlander Deichwettern (7.4)	Lesigfelder Wettern / Rhin (1.1)

Tabelle 3: Bemessung der Schilfbecken EA 1 bis EA 5

	EA 6	EA 7	EA 8	EA 9	EA 10
Streckenlänge	1.288 m	2.820 m	953 m	1.127 m	686 m
Flächenansatz	3.000 m ² /km	3.000 m ² /km	3.000 m ² /km	3.000 m ² /km	3.000 m ² /km
Flächenbedarf	3.900 m ²	8.500 m ²	2.900 m ²	3.400 m ²	2.100 m ²
Schilfbecken	A = 1.300 m ²	A = 3.000 m ²	A = 1.000 m ²	A = 1.200 m ²	A = 700 m ²
Absetzgraben	ca. L = 200 m	ca. L = 450 m	ca. L = 150 m	ca. L = 180 m	ca. L = 110 m
Q Porenw.	1,6 l/s	3,4 l/s	1,2 l/s	1,3 l/s	0,4 l/s
Transportltg.	DN 200	DN 200	DN 200	DN 200	DN 200
Gefälle l _E	0,25 ‰	0,25 ‰	0,25 ‰	0,25 ‰	0,25 ‰
erf. Δhs	0,16 m	0,35 m	0,12 m	0,14 m	0,09 m
Vorflut	Lesigfelder Wettern / Rhin (1.1)	Neue Wettern (6.2)	Laufgraben 1 (6.3)	Wohldgraben (1.5)	Horstgraben (1.6)

Tabelle 4: Bemessung der Schilfbecken EA 6 bis EA 10

4 Zusammenfassung

Für den Neubau der BAB A 20, Abschnitt B431 bis A23, sind in Anbetracht des weichen Baugrundes Maßnahmen zur Baugrundverbesserung bzw. zur Setzungsvorwegnahme erforderlich.

Überwiegend kommt hierzu das Überschüttverfahren mit Vertikaldräns zur Anwendung. Ein Vorbelastungsdamm wird dabei in mehreren Schüttstufen mit einer Gesamtliegezeit von bis zu 3 Jahren aufgebaut. Im Zuge der Konsolidierung der organischen Weichschichten aus Klei und Torf tritt das infolge der Zusammendrückung (Setzung) der Weichschichten ausgepresste Porenwasser über die Vertikaldräns nach oben in den Sandkörper des Vorbelastungsdammes aus.

In bestimmten Teilabschnitten kommt darüber hinaus ein aufgeständertes Gründungspolster zum Einsatz. Bei diesem Verfahren werden z.B. geotextilummantelte Sandsäulen in den Untergrund und bis in die unterhalb der Weichschichten anstehenden, tragfähigen Sande eingebracht. Da bei diesem Verfahren das Setzungsmaß deutlich geringer ist, fällt auch weniger Porenwasser an.

Das ausgepresste Porenwasser zeichnet sich aufgrund geogener Vorbelastungen durch hohe Eisen- und Ammoniumgehalte sowie durch hohe Schwebstoffanteile aus. Kommt das eisenhaltige Porenwasser mit Luftsauerstoff in Kontakt, fällt das oxidierte Eisen in Form von braunem Eisenocker aus. Dieser Eisenocker wirkt schädlich auf die aquatische Fauna. Vor der Wiedereinleitung in die Vorflut muss das ausgepresste Porenwasser demzufolge behandelt und gereinigt werden.

Angelehnt an laufende Verfahren in Hamburg und Niedersachsen (BAB A 20, A 26) soll die Aufbereitung des ausgepressten Porenwassers in mehreren, dezentral entlang der Strecke verteilten Schilfbeckern realisiert werden. In der vorliegenden Unterlage werden die Rahmenbedingungen für den Bau solcher dezentralen Porenwasserbehandlungsanlagen dargestellt.

Insgesamt wurde die Baustrecke in zehn separate Abschnitte mit je einer zugehörigen Porenwasserbehandlungsanlage eingeteilt. Für jeden Abschnitt wurde der Porenwasseranfall berechnet und die einzelnen Behandlungsanlagen dimensioniert. Ferner wurde der Wassertransport in den seitlich des Vorbelastungsdammes angeordneten Sickerrohren nachgewiesen. Dazu wurden die Rohrleitungen hydraulisch auf die anfallenden Wassermengen bemessen.

In den einzelnen Schilfbeckern wird im Porenwasser gelöstes Eisen-II durch Eintrag von (Luft-)Sauerstoff zu Eisen III oxidiert und fällt in Form von braunem Eisenocker aus, d.h. es bilden sich im Wasser schwimmende Partikel. Diese Eisenocker-Partikel werden in einem angeschlossenen Absetzgraben zur Sedimentation gebracht und lagern sich in der Anlage ab.

Gleichzeitig erfolgt eine Reduktion der Ammoniumgehalte durch Nitrifikation, welche ebenfalls bei ausreichender Sauerstoffzufuhr stattfindet. Die Gefahr des Umschlages von Ammonium zum giftigen Ammoniak, was bei erhöhten pH-Werten erfolgt, ist durch die geringeren Ammoniumgehalte weitestgehend gebannt.

Erfahrungsgemäß ist der Abreinigungsgrad solcher Anlagen bei hoher Vorbelastung prozentual groß, bei niedriger Vorbelastung geringer. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass mit den geplanten Anlagen eine Reinigung auf ein gewässerverträgliches Maß erfolgt und eine Verschlechterung der Gewässerqualität infolge der temporären Porenwassereinleitung ausgeschlossen werden kann.

Zur Überwachung der Ablaufwerte erfolgt ein Monitoring am Beckenablauf.

Stade, den 20.05.2020

Sweco GmbH

i.V. 

Dipl.-Ing. Smidt

Ressortleiter

i.A. 

Dipl.-Ing. Majehrke

Projektleiter

DECKBLATT - ANHANG

A HYDRAULISCHE NACHWEISE

Ermittlung des Porenwasseranfalls

sowie

Bemessung der Transportleitungen am Böschungfuß

Porenwassermengen und Dimensionierung der Transportleitungen

Strecken-/ Entwässerungsabschnitt				Porenwassermenge				Bemessung erf. Transportleitung								
von	bis	Länge	Dammbreite	Dammitfläche	Gründungs-Verfahren	Anfall spez. V_{p0}	Ges.-Menge V_{p0}	Setzungs-Zeitraum	Tages- Q_{p0}/d	Stunden- Q_{p0}/h	Sekunden- Q_{p0}/s	Maximal- Q_{p0}/s	Gefälle i_e	Gefälle erf. Δh	erf. Rohr DN	Vollf. Q
[Bau-km]	[Bau-km]	[m]	i.M. [m]	[m ²]	[-]	[m ³ /m]	[m ³]	[d]	[m ³ /d]	[m ³ /h]	i.M. [l/s]	max. [l/s]	[‰]	[m]	[mm]	[l/s]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	19	20	21	22
Behandlungsanlage 1 (Bau-km 9+000)																
9+415	7+750	335	43,0	14.405,0	AGP	30,00	10.050	182	55,2	2,30	0,6	1,2				
7+750	9+444	1.694	52,0	88.085,0	USV	83,00	140.602	1.095	128,4	5,35	1,5	3,0	0,25	0,25	200	5,1
		2.029		102.493,0			150.652				2,1	4,2				
Behandlungsanlage 2 (Bau-km 9+550):																
9+461	11+000	1.539	52,0	80.028,0	USV	83,00	127.737	1.095	116,7	4,86	1,4	2,8	0,25	0,20	200	5,1
11+000	11+049	49	52,0	2.545,0	AGP	25,00	1.225	182	6,7	0,28	0,1	0,2				
		1.588		82.576,0			128.962				1,5	3,0				
Behandlungsanlage 3 (Bau-km 11+150):																
11+082	11+590	508	52,0	26.416,0	AGP	25,00	12.700	182	69,8	2,91	0,8	1,6	0,25	0,06	200	5,1
Behandlungsanlage 4 (Bau-km 12+100)																
11+653	12+100	447	52,0	23.244,0	AGP	25,00	11.175	182	61,4	2,56	0,7	1,4				
12+100	12+679	579	51,0	29.529,0	USV	58,00	33.582	1.095	30,7	1,28	0,4	0,8	0,25	0,13	200	5,1
		1.026		52.773,0			44.757				1,1	2,2				
Behandlungsanlage 5 (Bau-km 13+150)																
12+711	13+170	459	51,0	23.409,0	USV	58,00	26.622	1.095	24,3	1,01	0,3	0,6	0,25	0,06	200	5,1
Behandlungsanlage 6 (Bau-km 13+250)																
13+192	14+480	1.288	51,0	65.688,0	USV	58,00	74.704	1.095	68,2	2,84	0,8	1,6	0,25	0,16	200	5,1
Behandlungsanlage 7 (Bau-km 15+350)																
14+480	17+300	2.820	51,0	143.820,0	USV	58,00	163.560	1.095	149,4	6,22	1,7	3,4	0,25	0,35	200	5,1
Behandlungsanlage 8 (Bau-km 17+500)																
17+300	18+100	800	51,0	40.800,0	USV	58,00	46.400	1.095	42,4	1,77	0,5	1,0	0,25	0,12	200	5,1
18+100	18+253	153	51,0	7.803,0	USV	58,00	8.874	1.095	8,1	0,34	0,1	0,2				
		953		48.603,0			55.274				0,6	1,2				
Behandlungsanlage 9 (Bau-km 18+270)																
18+270	19+000	730	51,0	37.230,0	USV	58,00	42.340	1.095	38,7	1,61	0,4	0,9	0,25	0,14	200	5,1
19+000	19+230	230	46,0	10.580,0	USV	58,00	13.340	1.095	12,2	0,51	0,1	0,2				
19+230	19+397	167	46,0	7.682,0	AGP	13,00	2.171	182	11,9	0,50	0,1	0,2				
		1.127		55.492,0			57.851				0,6	1,3				
Behandlungsanlage 10 (Bau-km 19+900)																
19+414	19+900	486	46,0	22.356,0	AGP	5,00	2.430	182	13,4	0,56	0,2	0,4	0,25	0,06	200	5,1

AGP = Aufgeständertes Gründungspolster
USV = Überschlüpfverfahren