Straßenbauverwaltung	**Freie und Hansestadt Hamburg** Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation Amt für Verkehr und Straßenwesen
Straße: A 7	Station: Von km 155+900 bis km 152+500

A 7, 6-/8-streifige Erweiterung von der AS HH-Othmarschen bis zur Landesgrenze HH/SH

Planungsabschnitt Altona
A 7, 8-streifige Erweiterung
von der AS HH-Othmarschen (m) bis zur AS HH-Volkspark (o)

Planfall „Optimaler Städtebau – langer Tunnel“

PROJIS-Nr.:

UNTERLAGE 18.6

- Erläuterungsbericht Grundwasserbehandlungsanlage -

Mai 2017

INHALTSVERZEICHNIS

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	2
1.1	Veranlassung	2
1.2	Gegenstand der Planung	2
1.3	Grundlagen der Planung	3
2	Örtliche Verhältnisse	5
2.1	Räumliche Situation	5
2.2	Standortwahl	5
2.3	Untergrundverhältnisse	8
2.4	Vorhandene Verkehrsanlagen	8
2.5	Vorhandene Leitungen und Anlagen	8
2.5.1	Weitere geplante Regenwasserbehandlungsanlagen	8
2.6	Schutzbereiche und –objekte	8
2.6.1	Schutzgebiete	8
2.6.2	Bäume	8
2.6.3	Bodendenkmale	8
2.7	Kampfmittelbelastung	8
3	Technische Grundlagen	9
3.1	Anlagen- und Verfahrenstechnik	9
3.2	Anlagenlayout	11
3.3	Vordimensionierung der maßbestimmenden System	12
3.3.1	Auslegungsdaten	12
3.3.2	Stripp-Kolonne	12
3.3.3	Sandfilter zur Enteisenung und Entmanganung	13
4	Bauliche Gestaltung und Ausführung	15
5	Kosten	16

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Zusammenfassung Auslegungsparameter 4

PLANVERZEICHNIS

Lageplan	Unterlage 18.6, Blatt 1
Verfahrensschema Behandlung Grundwasser	Unterlage 18.6, Blatt 2

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

1.1 Veranlassung

Gemäß Bundesverkehrswegeplan ist innerhalb der Freien und Hansestadt Hamburg die Erweiterung der A7 auf einen 6-/ 8-streifigen Querschnitt notwendig. Die DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und –bau GmbH ist mit der abschnittweisen Planung und Realisierung beauftragt.

Im Zuge des Autobahnbaus der BAB 7 in den 1970er Jahren wurde ein ca. 6 m bis 10 m tiefer Geländeeinschnitt hergestellt. Dadurch wurde im Abschnitt Altona zwischen der AS-Othmarschen und der S-Bahn-Brücke auf einer Länge von ca. 230 m eine dort vorliegende Grundwasseraufwölbungsstruktur abgetragen und der Grundwasserleiter freigelegt.

Bereits Ende der 1980er Jahre wurde unmittelbar nördlich des Elbtunnels eine Fahrbahnvernässung festgestellt, nachdem in der Nachbarschaft befindliche Grundwasserbrunnen aufgegeben wurden. Die Vernässungen werden seit 1992 stationär durch eine Grundwasserhaltungsanlage unterdrückt. Oberflächen- und gefördertes Grundwasser werden über den Corinthstollen der Elbe zugeführt. Eine Behandlung, insbesondere des Grundwassers, erfolgt im Bestand nicht.

Im Zuge der Erweiterung der A7 ist eine Behandlung von Oberflächen- und Grundwasser entsprechend der gültigen Regelwerke und Vorschriften nötig.

Merkel Ingenieur Consult, Niederlassung Potsdam wurde am 09.12.2016/04.01.2017 mit der technischen Planung der Grundwasserbehandlungsanlage beauftragt.

1.2 Gegenstand der Planung

Gegenstand der vorliegenden Unterlage ist die Planung von Behandlungsanlagen für Grundwasser innerhalb des Planungsabschnittes Altona, welcher nördlich des Elbtunnels, zwischen der AS HH-Othmarschen bis zur AS HH-Volkspark verläuft. Die Gesamtlänge dieses Abschnittes beträgt ca. 3,15 km.

Die vorhandene GW-Absenkanlage besteht aus 8 Brunnen, 2 Sandfangschächten, einer Vorflutentwässerungsleitung sowie dazugehörigen Verteilungsschächten. Der Corinthstollen DN 2.200 mit einer Länge von ca. 1.500 m bildet die Vorflut für Oberflächenwasser aus dem Abschnitt Altona sowie für das geförderte Grundwasser aus dem Bereich der Grundwasserabsenkung nördlich des Elbtunnels.

Die ursprünglich im Mittelstreifen installierten Brunnen befinden sich nach der Fahrbahnanpassung im Zuge der Errichtung der vierten Elbtunnelröhre mittlerweile auf dem linken Überholfahrstreifen der Richtungsfahrbahn Flensburg.

In jedem der 8 Schwerkraftbrunnen ist eine Tauchpumpe mit einer maximalen Leistung von max. ca. 25 m³/h installiert.

Zur Freihaltung der Fahrbahn von hoch anstehendem Grundwasser, soll zukünftig auch weiterhin das Grundwasser über eine gestaffelte Brunnenanlage bis unter Niveau der tiefsten Fahrbahnkante / Aufbau abgesenkt werden. Die neuen Brunnen sollen aufgrund des Tunnelbauwerkes auf die Westseite (Seite des Grundwasserzustroms) verschoben werden. Dadurch ergeben sich höhere Fördermengen aufgrund der etwas größeren erforderlichen Reichweite der Brunnen bis zur gegenüberliegenden Fahrbahnkante. Die Abflüsse werden getrennt von den Abflüssen aus Oberflächenentwässerung geführt und abgeleitet. Die Brunnenerrichtung einschl. der Ausrüstung mit Pumpen erfolgt in einer gesonderten Planung.

Einige hundert Meter (640m) in östlicher Richtung von der Grundwasserabsenkungsanlage entfernt befindet sich die mutmaßliche Schadensquelle des LCKW-Grundwasserschadens „Behringstraße“. Untersuchungen zur Schadstoffausbreitung deuten darauf hin, dass sich die Schadstofffahne möglicherweise aufgeteilt hat. Ein Teil der Fahne strömt offenbar in südliche Richtung zur Elbe, ein Teil in Richtung Grundwasserhaltungsanlage der A7.

1.3 Grundlagen der Planung

[1] Ingenieurvertrag A703 260329 vom 09.12.2016/04.01.2017

[2] Objektplanung Verkehrsanlagen und Ingenieurbauwerke ; IPW Planübergabe: 16.02.17

[3] Bericht zum Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis für die Grundwasserabsenkungsanlage der BAB 7 Hamburg-Othmarschen – Beurteilung möglicher Zusammenhänge zwischen der Grundwasserentnahme und dem Grundwasserschaden „Behringstraße", BWS GmbH vom 29.03.2016

[4] Berechnung der neuen Grundwasserfördermengen; IPW Stand 23.01.2017

[5] Protokoll zum Termin GW-Absenkung am Tiefpunkt vor dem Elbtunnel ; 09.11.2016

[6] Protokoll zum Termin Planungsanlaufberatung Behandlungsanlagen Grundwasser; 18.01.2017

[7] Protokoll zum Termin Planungsberatung Oberflächenentwässerung und GW-Absenkung am Tiefpunkt vor dem Elbtunnel; 20.04.2017

[8] Kurzbericht zur Durchführung von Probenahmen und Bewertung des Grundwassers im Zuge der Grundwasserabsenkung HH-Othmarschen nördlich des Elbtunnels , BWS GmbH; 24.04.2017/04.05.2017

[9] Prüfanmerkungen zum Erläuterungsbericht vom DEGES; 23.05.2017

Aus den vorgenannten Grundlagen [4] der Planung ergeben sich für die hydraulische Auslegung folgende Auslegungsparameter.

Q_{max}: (10 Brunnen mit je maximal 25m³/h Förderleistung) = 250 m³/h = 70 l/s

Für die Auslegung der Behandlungsanlage bezüglich der Schadstoff und Eisenbelastung liegen Angaben aus [3] und [8] vor. Im Rahmen dieser Untersuchungen sind u.a. direkt aus den Brunnenanlagen und benachbarten Grundwasserpegeln jeweils Stichprobe entnommen worden. Die Auslegung einer Behandlungsanlage anhand von Stichproben ist ungünstig und beinhaltet ein großes Risiko hinsichtlich möglicher Über- oder auch Unterdimensionierungen.

Aus dem Protokoll [5] ist zu entnehmen, dass lt. Gutachten Gilbrecht (im Protokoll so benannt) mit einer zukünftigen Zunahme der Belastung bis zum 10-fachen zu rechnen sein könnte. Aufgrund dieser wagen Angabe wurde von der DEGES eine weitere Untersuchung [8] beauftragt in der die zur erwartenden maßgeblichen Konzentrationen zur Auslegung der Grundwasserbehandlungsanlage prognostiziert werden.

Diesbezüglich wurde eine weitere Beprobung [8] und Analyse einschl. einer Prognose von der BWS durchgeführt.

Dennoch sollten die Brunnen und die naheliegenden Pegel künftig regelmäßig beprobt werden um bis zur Realisierung der Maßnahmen Veränderungen in den Auslegungskonzentrationen erkennen zu können. Sofern direkt an den Brunnen beprobt werden kann sind die Förderdaten der Brunnen (Laufzeit, Stromaufnahme, Fördermenge) an diesem Tag abzufragen.

In Anlehnung an das Regelwerk der ATV-DVWK Arbeitsblatt A 198 Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen sollten mindestens 30 gleichmäßig über den betrachteten Zeitraum verteilte Konzentrationswerte vorliegen um eine sichere Auslegung von Abwasseranlagen durchführen zu können. Diese können über einen Zeitraum von drei Jahren verteilt sein. Da es sich hier um Grundwasser und nicht um sich schnell und im Tagesgang veränderliches Abwasser handelt, ist eine geringere Probenanzahl gerechtfertigt.

Sofern bis zur Realisierung der Maßnahme halb- bis jährliche Probenahmen durchgeführt werden können, halten wir das für ausreichend.

Aus dem Kurzgutachten [8] können die zu erwartenden mittleren Schadstoffkonzentrationen im Grundwasser der zukünftigen Belastung entnommen werden. Mithilfe dieser Angaben sowie dem Hinweis, dass kurzfristige Konzentrationsanstiege, die relevante Änderungen einer Anlagenauslegung nach sich ziehen nicht zu erwarten sind, haben wir

gegenüber dem Vorabzug der Vorplanung und der Präsentation zum Planungsstand [7] eine Anpassung der Auslegungsparameter vorgenommen.

Langfristige leicht ansteigende LCKW-Konzentrationen und möglicherweise auch ansteigende Eisenkonzentrationen im Rohwasser rechtfertigen nicht eine Anlagenauslegung die sich auf Basis der jeweiligen 10-fachen Maximalkonzentration ergibt. Da die Anlage modular errichtet wird kann auf langfristige Steigerungen der Zulaufkonzentrationen mit Austausch einzelner Anlagenteile reagiert werden.

Die geforderten Ablaufparameter haben wir ebenfalls bis zur Bestätigung durch die BUE [5] entnommen. Die genannten Parameter müssen noch mit der zuständigen Behörde für Umwelt und Energie, Hamburg (BUE) endabgestimmt werden.

In nachfolgender Tabelle haben wir die zurzeit verfügbaren Auslegungsparameter (Zu- und Ablaufkonzentrationen) zusammengefasst dargestellt.

		erwartete mittlere Spannbreite	erwartete mittlere Konzentration im Grundwasser	Zulauf f. Anlagen-auslegung	Ablauf als Grenzwert
Σ, LCKW	[µg/l]	< BG - 57	27,00	100,0	10
davon					
cis-1.2-Dichlorethan	[µg/l]	< BG - 57	26,00	97,00	-
Vinylchlorid	[µg/l]	< BG - 10	1,00	10,00	-
Eisen II	[mg/l]	4,2 - 6,5	5,30	5,5	0,5
Eisen, gesamt	[mg/l]	4,4 - 7,2	5,50	6,0	2
Mangan	[mg/l]	0,54		0,6	-
Säurekapazität (bis pH 4,3)	[mmol/l]	3,7 - 6,6	4,90	5,00	-
pH-Werte	[-]	6,8 - 7,1			
absetzbare Stoffe (0,5h)	[ml/l]	< BG	< BG		
abfiltrierbare Stoffe	[mg/l]	<BG - 21	8,20	10	-

BG : Bestimmungsgrenze

Tabelle 1: Zusammenfassung Auslegungsparameter

Die Konzentrationsverteilung der LCKW's schwankt stark je Brunnen. Das Minimum liegt unter der Bestimmungsgrenze [BG], bzw. nicht nachweisbar und das Maximum liegt bei 57µg/l.

Berücksichtigt man die für diesen Tag zur Verfügung stehenden Förderdaten der einzelnen Brunnen (46m³/d bis 552 m³/d) ergibt sich eine Mischkonzentration von nur noch rd. 29 µg/l. Dieser Wert liegt im Bereich des jüngsten Kurzberichtes [8] zur Probenahme.

2 Örtliche Verhältnisse

2.1 Räumliche Situation

Das Planungsgebiet für die Grundwasserbehandlungsanlage liegt direkt nördlich der Elbe an der A/7 AS Hamburg Othmarschen.

Das Plangebiet ist über die BAB A7 oder westlich über die Walderseestraße bzw. von Osten über die Behringstraße zu erreichen.

2.2 Standortwahl

Grundsätzlich wird bei der Planung auf wirtschaftliche sowie dem eng begrenzten Bauraum Rechnung getragen. Der Bereich der A 7 befindet sich innerhalb der Stadtgrenzen der FHH, angrenzende Bebauung bedingt Restriktionen in der Flächenverfügbarkeit.

Der Flächenbedarf für die Grundwasserbehandlungsanlage hängt im Wesentlichen vom hydraulischen Durchsatz und dann von den Belastungen mit LCKW und Eisen ab.

Bei dem vorgegeben Maximaldursatz von 10 Brunnen je 25m³/h ergibt sich eine Maximaldurchsatzmenge von 250 m³/h. Alle Anlagenparameter müssen auf diesen Maximalwert hin ausgelegt werden.

Da die Anlage modular aufgebaut sein wird, muss die Zuwegung sowohl für Bauzeit als auch für die Betriebszeit schwerlastfähig sein um 20'-Container, Stahlbecken und Stahl- und PE-Behälter schadensfrei transportieren zu können.

In nachfolgende Abbildung ist eine Anlage mit vergleichbarer hydraulischer Leistungsfähigkeit und Reinigungsziel dargestellt.

Abbildung 1: Ansicht einer Grundwasserreinigungsanlage mit einem Durchsatz von 200-250m³/h [Züblin Umwelttechnik GmbH]

Nach Abstimmung [6] vom 18.01.2017 gibt es grundsätzlich 2 mögliche Standorte für die Aufstellung der Grundwasserbehandlungsanlage.

Die erforderliche Gesamtfläche von rd. 400 m² könnte grundsätzlich im Bereich hinter der geplanten Stützwand auf Höhe der Straße Bosselkamp integriert und errichtet werden.

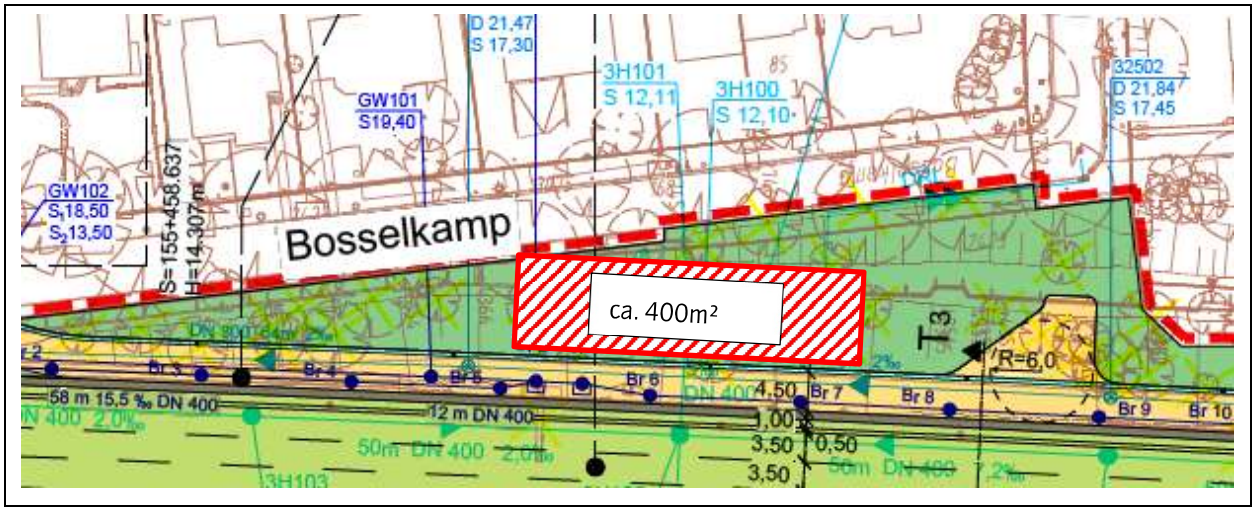

Abbildung 2: Fläche im Bereich zwischen BAB und Bosselkamp, nördlich der Brücke

Der verfügbare Flächenzuschnitt ist jedoch ungünstig. Das unterirdische Havariebecken wäre zu verschieben, bzw. zu überbauen.. Zusätzlich erforderliche Flächen für Betriebswege, Rangierbereiche sind kaum verhanden.

Weiterhin ist davon auszugehen, dass alle Aggregate durchgehend 24h in Betrieb sind. Beim Betrieb der Anlage ist mit wöchentlichen Verkehr für Überwachung, Kontrolle, Wartung und Inspektion zu rechnen. Dieser Verkehr müsste dann künftig über die Anwohnerstraße Bosselkamp geführt werden. Weiterhin ist davon auszugehen, dass das behandelte Grundwasser zur geplanten Einleitstelle ein weiteres Mal gepumpt werden muss.

Die zweite verfügbare Fläche liegt im Bereich Autobahnabfahrt, Rampe 7.1 südlich der Brücke.

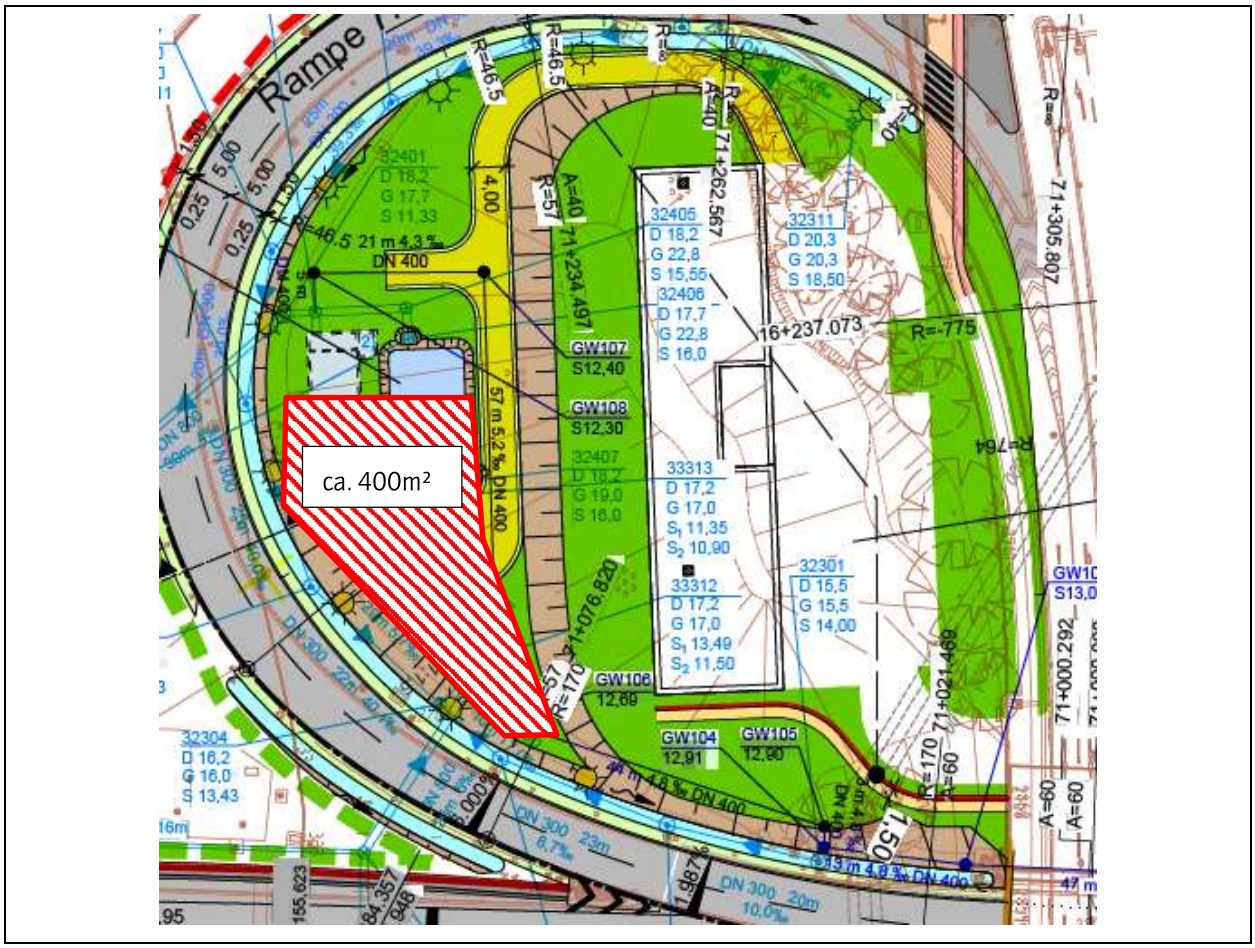

Abbildung 3: Fläche im Innenbereich Bereich BAB Abfahrt, südlich der Brücke

Grundsätzlich halten wir die Anordnung der Grundwasserbehandlungsanlage in diesem Bereich für günstiger, da hier bereits mehrere wasserwirtschaftliche Anlagen wie unterirdisches Absetzbecken und Retentionsbodenfilter vorhanden sind. Alle wasserwirtschaftlichen Anlagen können dann eine gemeinsame Umzäunung erhalten.

Weiterhin ist mit dem geplanten Neubau der Feuerwache eine Art gewerbliche Nutzung anstelle einer Wohnnutzung vorhanden.

Grundsätzlich wäre es denkbar das Absetzbecken auch für die Grundwasserbehandlungsanlage als Schlammabsetzbecken zu nutzen, falls es für den zusätzlichen Abwasserstrom von 70 l/s auslegbar ist.

Die Zufahrtsituation direkt über die Behringstraße ist für die Grundwasserbehandlungsanlage geeigneter. Die anschließenden Betriebswege sollten hinsichtlich Befahrbarkeit (Radien) mit LkW's überprüft werden.

Auch befinden sich in diesem Bereich alle erforderlichen Medien (Elektro, ggf. Trinkwasser) die zum Betrieb der Anlage erforderlich sind.

Für die geplante Leitungslänge und Leitungsart von den Brunnen zum Übergabeschacht in die Regenwasserkanalisation ist der Standort der Grundwasserbehandlungsanlage ebenfalls geeignet. Die Sammelleitung von den Brunnen kann als Druckleitung einfacher durch den Brückenbereich der Behringstraße geführt werden.

Zur Installation der Grundwasserbehandlungsanlage müssen jedoch das unterirdische Absetzbecken mit Zwischenspeicher und Pumpwerk als auch der Retentionsbodenfilter etwa 11 m nach Westen verschoben werden. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt der Planung dieser Anlagen ist dies nach Abstimmung mit den Planern [7] möglich.

2.3 Untergrundverhältnisse

Für die Errichtung der Grundwasserbehandlungsanlagen sind die Vorgaben aus der parallelen Planung der Ingenieurbauwerke zu berücksichtigen. Da an beiden möglichen Standorten bereits wasserwirtschaftliche Anlagen geplant sind werden die entsprechenden Angaben zum Baugrund von dort übernommen.

2.4 Vorhandene Verkehrsanlagen

Die Aufstellfläche ist direkt über die Behringstraße und die Zufahrt der neuen Feuerwache erreichbar. Vom Bereich der geplanten Feuerwehr führt dann ein geplanter Betriebsweg eine etwa 50 m lange Rampe hinunter zum Bereich der wasserwirtschaftlichen Anlagen.

2.5 Vorhandene Leitungen und Anlagen

2.5.1 Weitere geplante Regenwasserbehandlungsanlagen

Das geplante Absetzbecken mit Zwischenspeicher und Pumpwerk als auch der Retentionsbodenfilter müssen nach Westen verschoben werden.

Die entsprechenden zu- und abführenden Regenwasserleitungen müssen ebenfalls entsprechend angepasst werden.

Dies ist bereits in der Planung dieser Anlagen berücksichtigt worden.

2.6 Schutzbereiche und –objekte

2.6.1 Schutzgebiete

Die geplante Grundwasserbehandlungsanlage liegt nicht in einem Schutzgebiet.

2.6.2 Bäume

Der gesamte innere Bereich der Rampe 7.1 wird höhenmäßig den Erfordernissen angepasst. Etwaige Baumschutz- oder Baumfällarbeiten werden im Rahmen der Planung der Ingenieurbauwerke und Verkehrsanlagen durchgeführt.

2.6.3 Bodendenkmale

Die Erkundung von Bodendenkmalen wird im Rahmen der Planung der Ingenieurbauwerke und Verkehrsanlagen durchgeführt.

2.7 Kampfmittelbelastung

Die Erkundung von möglichen Belastungen mit Kampfmitteln wird im Rahmen der Planung der Ingenieurbauwerke und Verkehrsanlagen durchgeführt.

3 Technische Grundlagen

3.1 Anlagen- und Verfahrenstechnik

Gemäß Vorgaben der Behörde für Umwelt und Energie ist das Grundwasser aufgrund der Belastung mit LCKW sowie Eisen und Mangan (Störstoffe) zu behandeln.

Da die Entnahme des Grundwassers erforderlich ist, kommt nur eine „Pump and Treat" Variante zum Tragen.

Das am häufigsten angewandte Verfahren zur Sanierung von LCKW-Grundwasserschäden ist das Pump and Treat-Verfahren. Hierbei wird die hydraulische Maßnahme in Form der Grundwasserentnahme mit der Reinigung des geförderten Grundwassers durch eine geeignete On-Site-Behandlungsanlage kombiniert.

Als wichtigste Behandlungsverfahren für LCKW sind Aktivkohlefiltration und Desorption (Strippen) zu nennen. Bei höheren Gehalten an Störstoffen (Eisen, Mangan), wie hier, wird eine Entfernung der unerwünschten Inhaltsstoffe notwendig.

Der Einsatz von Wasseraktivkohle in Verbindung mit der Erfordernis der Enteisenung und Entmanganung ist wirtschaftlich nicht sinnvoll, da dann sowohl regelmäßig Luftaktivkohle als auch die Wasseraktivkohle auszutauschen ist.

Da die bisherigen Konzentrationen von LCKW eher niedrig sind, empfehlen wir als erste Stufe das Strippverfahren. Die Strippung ist das bei der Grundwassersanierung mit leicht-flüchtigen Schadstoffen am häufigsten verwendete Verfahren. Sollten die Konzentrationen sich ändern können die verbleibenden Restkontaminationen dann wirtschaftlich über Wasseraktivkohleeinheiten geführt werden.

Ein weiterer Vorteil der Strippverfahren ist die Möglichkeit der direkten Filterung von Eisen- und Manganoxiden im Anschluss an die Strippung ohne Zugabe weiterer Luft.

In der Praxis werden zahlreiche Apparate und Anlagen unterschiedlicher Bauart betrieben, mit denen man leichtflüchtige Substanzen aus Flüssigkeiten „ausstrippen" kann. Das Merkmal besteht darin, dass die zu behandelnde Flüssigkeit (Wasser) mit einem Gasstrom (Luft) in einen möglichst intensiven Kontakt gebracht wird. Dabei gelangt ein unterschiedlich großer Teil der flüchtigen Stoffe in die Gasphase und wird mit dieser von der Flüssigkeit abgetrennt.

Im Wasser gelöste CKW lassen sich durch Ausblasen mit Luft umso besser entfernen, je leichtflüchtiger die CKW sind bzw. je weiter das Verteilungsgleichgewicht zwischen Wasser und Luft auf der Seite der Luft liegt.

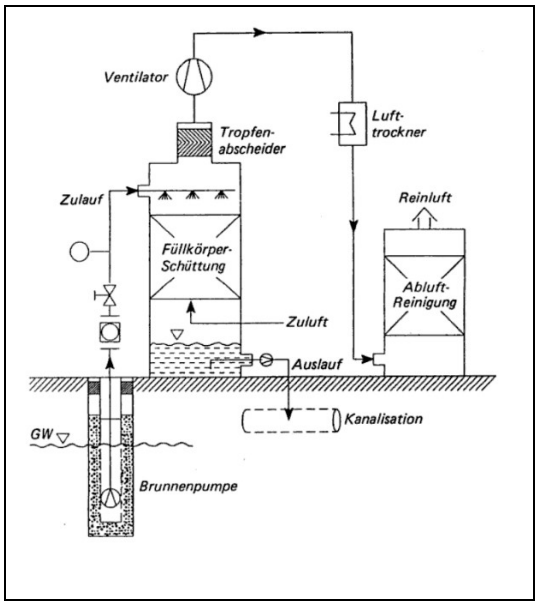

Abbildung 4: Fließschema einer typischen Strippanlage

Das Fließschema einer typischen Strippanlage mit Abluftreinigung (hier über Luftaktivkohle) zeigt nebenstehende Abbildung. Das kontaminierte Grundwasser wird am Kopf in eine Strippkolonne geleitet und rieselt nach der Verdüsung als Film über die Füllkörper. Im Gegenstrom von unten nach oben wird das Strippgas, meist Luft, durch die Anlage geführt. Die flüchtigen Schadstoffe gehen aus dem Wasser in die Luft über. Der Wirkungsgrad dieses Stoffüberganges steigt tendenziell u.a.:

- mit steigendem Luft : Wasser-Verhältnis;
- mit steigender Phasengrenzfläche Wasser/Luft;
- mit steigender Flüchtigkeit der Schadstoffe (Henry-Konstante);
- mit steigender Temperatur;
- mit sinkendem Druck.

Eine Verschiebung des pH-Wertes kann einige Stoffe erst in eine strippbare Form überführen (z.B. Ammonium bzw. Ammoniak bei basischen pH). Das eingestellte Luft-Wasser-Verhältnis ist vor allem schadstoffabhängig und liegt zwischen 5:1 (z.B. VC) und 200:1 (z.B. MTBE).

In der Grundwassersanierung werden bevorzugt zwei Bauformen als Strippkolonne verwendet:

- Füllkörperkolonnen: zylinderförmige Behälter mit bis zu 10 m Höhe, die mit Füllkörper gefüllt sind;
- Kaskadenstripper ohne Füllkörper, die Verrieselung erfolgt über gelochte Böden;

Als Strippgas wird in aller Regel Luft eingesetzt. Die mit Schadstoffen beladene Luft wird üblicherweise durch Luftaktivkohlefilter oder katalytische Oxydation gereinigt.

Die Belüftung des zu behandelnden Wassers bei der Strippung kann je nach Wassermatrix (Härte, Eisen- und Mangangehalt) zur Überschreitung des Sättigungs-pH-Wertes und somit zum Ausfall von z.B. Kalk und Eisen führen.

Um im Anschluss an die Strippung das Eisen und Mangan entfernen zu können ist eine Sand- oder Kiesfiltration erforderlich.

Unter Sand- bzw. Kiesfiltration versteht man die Abscheidung von Feststoffpartikeln aus einer Suspension mit Hilfe mineralischer Filtermedien verschiedener Körnung. Bei niedrigen Feststoffkonzentrationen kann eine Sandfiltration ohne vorherige Sedimentation oder Flotation ausreichen.

Sand- und Kiesfilter zählen zu den Schnellfiltern mit Tiefenwirkung. Durch ihren Einsatz können nachgeschaltete Anlagen geschützt werden. Die Trübstoffe bestehen meistens aus mineralischen Sedimentpartikeln (Schluff), die aus neuen Brunnen oder Baugruben ausgetragen werden und Eisenschlamm.

Sand- und Kiesfilter können als Schwerkraftfiltration oder als Druckfiltration ausgeführt sein. Üblich im Bereich der Grundwassersanierung sind Druckfilter, die in Stahl oder Kunststoff (GFK) ausgeführt werden. In der Regel besitzen sie einen Düsenboden mit Filterdüsen oder einen Filterstern.

Durch die Beladung des Filters reduziert sich der freie Porenraum (frei durchströmbarer Querschnitt). Dies führt zu einem Anstieg des Druckverlustes im Filter. Das beladene Filterbett wird durch Rückspülen, d.h. Durchspülen in entgegengesetzter Richtung mit Wasser und/ oder Luft, von den Feststoffen befreit. Beim Rückspülen werden die im Filter gehaltenen Partikel ausgetragen, müssen aufgefangen und entsorgt werden. Je nach Erfordernis kann die Rückspülung mit entsprechender Technik von Hand oder voll automatisiert durchgeführt werden. Zur Rückspülung muss sauberes Wasser in ausreichender Menge zur Verfügung gestellt werden, dies erfolgt i.d.R. in Sammelbehältern.

Die Filtermaterialien bestehen zumeist aus Quarzsand bzw. Quarzkies, die auf eine Stützschicht eingebracht werden. Die Stützschicht besteht aus mehrfach gewaschenem Quarzfilterkies der Körnung 2,0 bis 3,15 mm und wird per Hand eingebaut. Die typische Korngröße für Quarzsandfilter ist 0,7 - 1,2 mm. Bei Korngrößen ab 2 mm spricht man von Kiesfiltern. Werden Kies und Sand in Kombination verwendet, so spricht man von einem Mehrschichtfilter. Das Filterbett ist zwischen 0,5 m und 3,0 m hoch. Die Größe des Filterbehälters richtet sich vor allem nach dem zu reinigenden Volumenstrom und der Schwebstofffracht sowie der gewünschten Filtergeschwindigkeit (3 – 20 m/h).

Abbildung 5: Druckfilterbehälter mit Armaturen und Mannloch

3.2 Anlagenlayout

Das geplante Anlagenlayout richtet sich nach der gewählten Anlagen- und Verfahrenstechnik der Grundwasserbehandlung sowie der zur Verfügung stehenden Flächen.

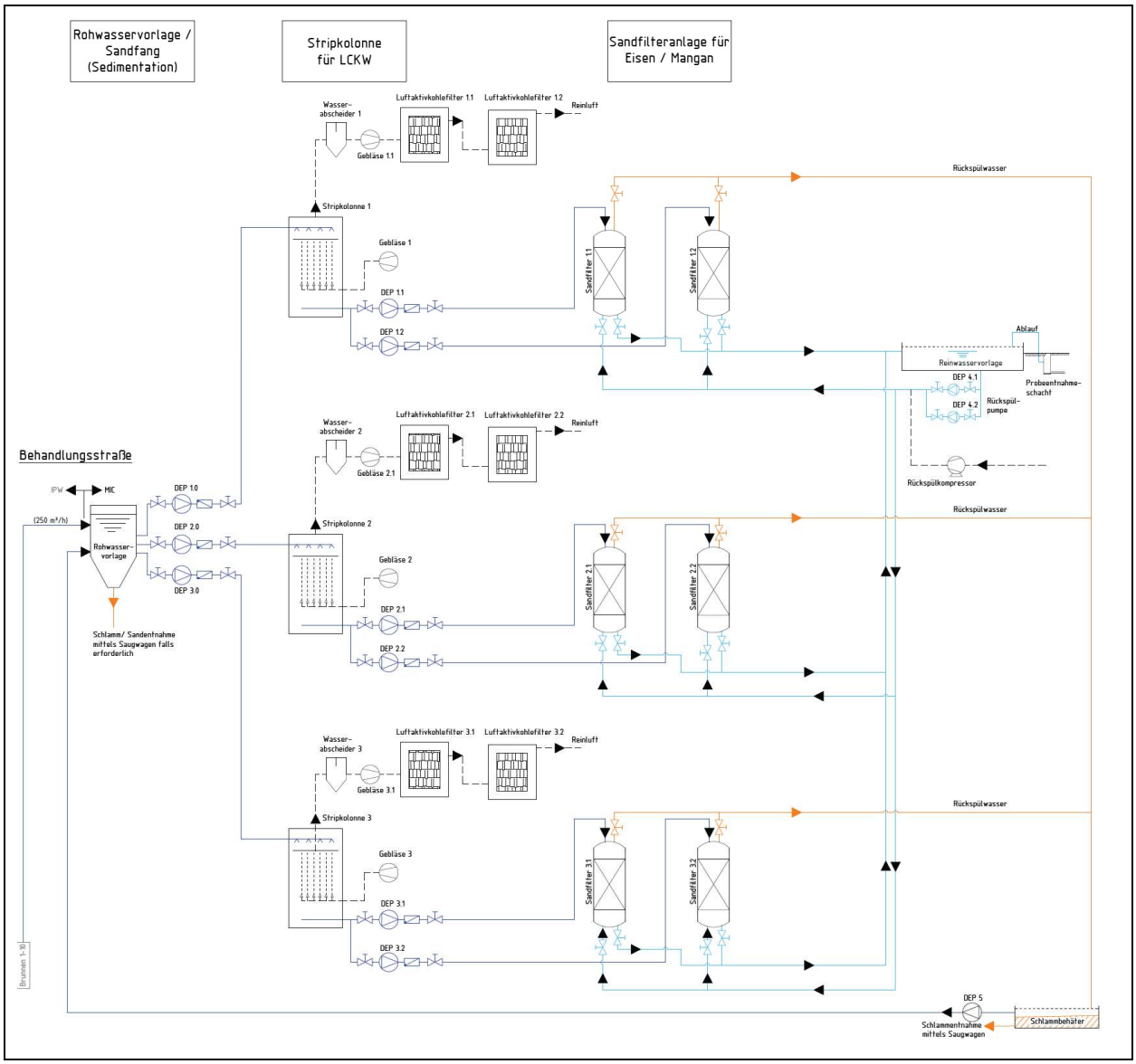

Abbildung 6: Verfahrensschema der geplanten Grundwasserbehandlungsanlage

Das Rohwasser aus den 10 neuen Brunnen wird über eine Druckleitung dem Rohwasserspeicher zugeführt. Um bei einem Totalausfall (Stromausfall) der Grundwasserbehandlungsanlage das Anlagengelände nicht zu überfluten empfehlen wir die Einrichtung eines selbsttätigen Notüberlaufes am Rohwasserspeicher. Dieser wird an die geplante Regenwasserleitung im Zulauf der Regenwasserbehandlungsanlagen angeschlossen. Diese führt direkt am geplanten Rohwasserspeicher vorbei.

Aus den bisher vorliegenden Analysen ist eine erhöhte Belastung mit Sand nicht erkennbar. Bei der Errichtung der neuen Brunnen (gesonderte Planung) sollte auf die Auslegung der Brunnenverfilterung besonderes Augenmerk gerichtet werden um einen dauerhaft hohen Sandaustrag zu vermeiden.

Sollte der Sandeintrag zunehmen und zu Störungen im Anlagenbetrieb (Pumpen- und Rohrleitungsverschleiß, Verstopfungen) führen, kann ein entsprechend dimensionierter Sandfang dem Rohwasserspeicher vorgeschaltet werden. In den zur Verfügung stehenden Unterlagen wird auf existierende Sandfänge verwiesen. Angaben zum tatsächlichen

Sandanfall, oder Räumintervall der Sandfänge sind nicht verfügbar. Hoher Sandeintrag in die Grundwasserbehandlungsanlage sollte vermieden werden. Dies kann u.a. auch durch direkte und regelmäßige Entsandungsmaßnahmen an den Brunnen erfolgen.

Für die weiteren Behandlungsstufen wird das Rohwasser füllstandsgeregelt aus diesem Speicher entnommen und den Stripp-Kolonnen zugeführt. Der Rohwasserspeicher ist abgedeckt um nicht bereits hier unbehandelte Abluft entweichen zu lassen. Erforderlichenfalls kann der Rohwasserspeicher an die Abluftbehandlungsanlage angeschlossen werden.

Die nachfolgenden Behandlungsstufen werden drei-straßig ausgelegt um den hydraulischen Durchsatz von max. 250m³/h gewährleisten zu können. Weiterhin entsteht durch den modularen Aufbau die Möglichkeit, die Anlage auf verändernde Randbedingungen einstellen zu können.

Das Rohwasser wird mittels Pumpen (3 Pumpen frequenzgeregelt von 42m³/h bis 84m³/h) oder 6 Pumpen (je 42 m³/h) zu den drei parallel geschalteten Stripp-Kolonnen geführt. Jede der Stripkolonnen ist mit einem Gebläse ausgerüstet, welches die erforderliche Luftmenge im Gegenstrom einblasen kann.

Am Kopf jeder Stripp-Kolonne wird die mit LCKW's beladene Abluft abgezogen und über einen Wasserabscheider und ein Gebläse der Abluftreinigung zugeführt. Geplant ist die Abluftreinigung über zwei in Reihe geschaltete Luftaktivkohlefiltereinheiten zu führen. Der erste Filter dient Abluftreinigung, der zweite wird als „Polizeifilter" betrieben, so dass die Abluftreinigung immer, auch bei Austausch eines Aktivkohlefilters gesichert ist.

Die Erfordernis und der tatsächliche Verbrauch an Aktivkohle lassen sich momentan nicht sicher angeben, da angesichts der zurzeit vorliegenden Grundwasseranalysenergebnisse die Schadstoffkonzentration in der Stripp-Luft vor dem Aktivkohlefilter unterhalb der TA Luft liegen dürfte. In Anbetracht der bisher prognostizierten Erhöhung der zukünftigen LCKW -Konzentrationen sehen wir jedoch eine Abluftreinigung über Aktivkohle vor, die im Falle steigender Werte nachgerüstet werden kann.

Aus den drei Strippanlagen wird das Wasser dann über jeweils zwei Pumpen zur Sandfiltration geführt. Diese verfahrensstufe ist notwendig um das in der Stripp-Kolonne umgewandelte Eisen II als Eisen III abzuscheiden. Die Sandfiltration besteht je Straße aus zwei parallel angeordneten Druckfiltern.

Je nach Wassermenge können die sechs Sandfilter in- oder außer Betrieb genommen werden.

Die Sandfilter können zeitgesteuert mit Reinwasser aus dem gemeinsamen Reinwasserbehälter zurückgespült werden. Der in diesem Verfahrensschritt von den Sandfiltern entfernte Eisendünnschlamm wird in einem gemeinsamen Schlammabsetzbecken aufgefangen.

Das gereinigte Grundwasser wird über ein Reinwasserbecken der Vorflut im freien Gefälle zugeführt.

3.3 Vordimensionierung der maßbestimmenden Systeme

3.3.1 Auslegungsdaten

Maximaler Anlagenzulauf:	Q_{max}:	250 m³/h
Maximale Eisenkonzentration im Zulauf	C_{Fe}:	6mg/l
Maximale Eisen-II-Konzentration im Zulauf	C_{FeII}:	5,5mg/l

3.3.2 Stripp-Kolonne

Für die Vorbemessung der Stripkolonnen setzen wir in der Vorplanung nur die hydraulische Belastung an. Aus dieser geht der Platzbedarf hervor.

Bei steigenden Zulaufkonzentrationen steigt die Höhe der Stripp-Kolonne.

Anzahl Stripkolonnen:	3 Stck (dreistarßig)	
Maximale Zulaufmenge je Stripkolonne:	$Q_{max\text{-}Kolonne}$:	84m³/h
Gewählte Flächenbelastung	q:	35 m³/m² · h
Erforderliche Grundfläche der Stripkolonne:	$A_{Kolonne,erf.}$	2,4m²
Erforderlicher Durchmesser der Stripkolonne	$D_{Kolonne,erf}$:	1,75m
Gewählter Durchmesser der Stripkolonne	$D_{Kolonne,gew.}$:	2,00m
Vorhandene Grundfläche der Stripkolonne	$A_{Kolonne,vorh.}$:	3,14m²

3.3.3 Sandfilter zur Enteisenung und Entmanganung

Die Vorbemessung der Enteisenung erfolgt mit den Bemessungshilfen nach dem Arbeitsblatt W 223-1 des DVGW Enteisenung und Entmanganung, Teil 1: Grundsätze und Verfahren sowie dem Arbeitsblatt W 223-2 Teil 2 Planung und Betrieb von Filteranlagen.

Anzahl Filter:	6 St	
Maximale Zulaufmenge je Filter:	$Q_{max\text{-}Filter}$:	42m³/h
Maximale Eisenkonzentration	C_{Fe}:	6mg/l
Maximale Eisen-II-Konzentration	C_{FeII}:	5,5mg/l
Maximale Mangan-Konzentration	C_{Ma}:	0,6 mg/l
pH-Wert-Bereich	pH Wert:	6,8-7,1
Säurekapazität:	3,7 bis 6,6 mmol/l	
Konzentrationsbereich Ammonium-Stickstoff	$C_{NH4\text{-}N}$:	0,18-0,30 mg/l
Konzentrationsbereich Methan	C_{CH4}:	10-58 µg/l
Wassertemperatur:	T:	12-13°C

Für Eisenkonzentrationen < 10 mg/l, pH-Werten > 6,8, und Säurekapazitäten > 0,5mmol/l empfiehlt das DVGW-Merkblatt W 223-1die Eisen(II)-Filtration über inertes Filtermaterial.

Für Mangan(II)-konzentrationen < 2,0 mg/l und pH-Werten >6,8 empfiehlt das DVGW-Merkblatt W 223-1die Mangan-Filtration über inertes Filtermaterial.

Für die Vorauslegung der Filter mit der grafischen Bemessungshilfe des DVGW werden folgende Kriterien vorausgewählt:

Korngruppe:	1-2 mm
Filterschichthöhe :	3,0m

Maximal zulässige Filtergeschwindigkeit bei Eisen

Mit den vorausgewählten Kriterien als auch den Rohwasserangaben ergibt sich eine maximal zulässige Filtergeschwindigkeit von 6,0 m/h.

Maximal zulässige Filtergeschwindigkeit bei Mangan

Mit den vorausgewählten Kriterien als auch den Rohwasserangaben ergibt sich eine maximal zulässige Filtergeschwindigkeit von 7,0 m/h.

Da beide Stoffe parallel im gleichen Filter entnommen werden wird die Filtergeschwindigkeit von Eisen zur Vorauslegung herangezogen.

Anzahl Sandfilter:	6 Stck
$Q_{max\text{-}Filter}$:	42m³/h
Gewählte Filtergeschwindigkeit v:	6 m/h
$A_{Filter,erf.}$	7,00m²
$D_{Filter,erf}$:	2,99m
$D_{Filter,gew.}$:	3,00m
$A_{Filter,vorh.}$:	7,07m²

Im Vergleich zu Filterversuchen werden mit den Bemessungshilfen in der Regel niedrigere Filtergeschwindigkeiten ermittelt. Dies führt zu größeren Filteranlagen. Deshalb haben wir den gewählten Filterdurchmesser nur unwesentlich größer ausgelegt als den erforderlichen Durchmesser.

4 Bauliche Gestaltung und Ausführung

Die gesamte Grundwasserbehandlungsanlage wird in Modulbauweise, oberirdisch errichtet. Somit kann bestimmte Anlagenteile nachgerüstet oder auch wieder entfernt werden.

Das Anlagengelände ist unterteilt in Betriebs- und Aufstellflächen.

Die Aufstellflächen sind jeweils als Betonplatten herzustellen. Die Betriebs- und Fahrflächen können eine wasserdurchlässige Schotterbefestigung erhalten.

Die Rohwasservorlage wird als Stahlabsetztank errichtet.	L x B = 8m x 2,5m
Die Beschickungspumpen für die Stripanlage werden in einem 20'-Container untergebracht.	L x B = 6,1m x 2,5m
Die Stripkolonen werden als Füllkörperkolonnen aus PE errichtet.	D = 2,0 m
Die Beschickungspumpen für die Enteisenungsanlage werden in einem 20'-Container untergebracht.	L x B = 6,1m x 2,5m
Die Enteisenungsfilter werden als Druckfilter aus Stahl hergestellt.	D = 3,0 m
Der Reinwasserbehälter wird als Stahlabsetztank errichtet.	L x B = 6,1m x 2,5m
Der Rückspülwasserbehälter wird als Stahlabsetztank errichtet.	L x B = 12,20m x 2,5m

Sämtliche Nebenaggregate wie Gebläse und Rückspülkompressor werden ebenfalls in entsprechend ausgelegten Containern oder frostgeschützt außen aufgestellt.

5 Kosten

Für die Kostenschätzung wird davon ausgegangen, dass das Gelände für die Grundwasserbehandlungsanlage eben und tragfähig übergeben wird.

Weiterhin gehen wir davon aus dass zumindest eine Baustraße zum geplanten Betriebsgelände der Grundwassereinigungsanlage führt und nicht gesondert einzukalkulieren ist.

Da im direkten Umfeld ebenfalls wasserwirtschaftliche Anlagen für die Autobahn errichtet werden gehen wir davon aus, dass das gesamte Gelände eingezäunt und mit einem Zufahrtstor gesichert wird. Diese Kosten sind im Rahmen der Fachplanung zur technischen Ausrüstung AG Verfahrenstechnik nicht berücksichtigt.

Die Übergabe des Rohwassers erfolgt im Anlagengelände an einem oder zwei geeigneten Flanschen im Zulauf zum Rohwasserspeicher. Die Dimension der Rohwasserleitung und der anliegende Rest-Druck sind durch die Objektplanung der Brunnenanlage zu übergeben.

Als Übergabepunkt in die Regenwasserkanalisation wird ein Probenahmeschacht errichtet. Aus diesem Schacht läuft das behandelte Grundwasser der Regenwasserkanalisation im freien Gefälle zu.