



Europäische Union. Europäischer  
Fonds für regionale Entwicklung.  
Evropská unie. Evropský fond pro  
regionální rozvoj.



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.  
Interreg VA / 2014 – 2020



## Ausführungsplanung

### ***Mobile Wasserbehandlungsanlage zur Enteisung und Entmanganung von während der Probenahme anfallendem Grubenwasser aus der Tiefbohrung Oelsnitz/Erzgeb. für das Gradierwerk***

Vitamin-Programm Teilprojekt 2.3.1.1

Projekt-Nr.30200009



Auftraggeber: Stadtverwaltung Oelsnitz  
Rathausplatz 1  
09375 Oelsnitz/Erzgebirge

Halsbrücke, 05.06.2020

#### **G.E.O.S.**

Ingenieurgesellschaft mbH

09633 Halsbrücke  
Schwarze Kiefern 2

09581 Freiberg, Postfach 1162

Telefon: +49(0)3731 369-0

Telefax: +49(0)3731 369-200

E-Mail: [info@geosfreiberg.de](mailto:info@geosfreiberg.de)

[www.geosfreiberg.de](http://www.geosfreiberg.de)

Geschäftsführer:

Jan Richter

HRB 1035 Amtsgericht  
Registergericht Chemnitz

Sparkasse Mittelsachsen  
IBAN:  
DE30 8705 2000 3115 0191 48  
SWIFT (BIC): WELADED1FGX

Deutsche Bank AG  
IBAN:  
DE59 8707 0000 0220 1069 00  
SWIFT (BIC): DEUTDE33XXX

USt.-IdNr. DE811132746



<b>Auftraggeber:</b>	Stadtverwaltung Oelsnitz Rathausplatz 1 09375 Oelsnitz/Erzgebirge
<b>Projekt-Nr. G.E.O.S.:</b>	30200009
<b>Bearbeitungszeitraum:</b>	07.02.2020 – 05.06.2020
<b>Bearbeiter:</b>	DI Tim Aubel DI Falk Thürigen DC Mirko Martin
<b>Seitenanzahl Text:</b>	15
<b>Anzahl der Anlagen:</b>	5

Halsbrücke, 05.06.2020

Geschäftsführer

Projektleiter

Projektbearbeiter



## Inhalt

<b>1</b>	<b>Veranlassung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Technologiebeschreibung</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Anlagenbeschreibung</b>	<b>7</b>
3.1	<i>Aufstellungsort</i>	<i>7</i>
3.2	<i>Dimensionierung</i>	<i>Fehler! Textmarke nicht definiert.</i>
3.3	<i>Konstruktive Ausführung</i>	<i>9</i>
3.4	<i>Betriebsweise der Anlage</i>	<i>12</i>
<b>4</b>	<b>Kostenberechnung</b>	<b>14</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Vergleich Analysedaten	5
------------	------------------------	---

## Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lageplan
Anlage 2	Anlagendarstellung
2.1.	Zeichnung Gesamtanlage
2.2.	3D-Darstellung Gesamtanlage
2.3.	R&I Gesamtanlage
Anlage 3	Detailzeichnungen
3.1.	Detailzeichnung Gestell 1
3.2.	Detailzeichnung Gestell 2
3.3.	Detailzeichnung Gestell 3
3.4.	Detailzeichnung Fällungsbehälter
3.5.	Detailzeichnung Eindicker
3.6.	Detailzeichnung Aktivkohlefilter
3.7.	Detailzeichnung Kalksteinfilter
3.8.	Schraubverbindung Luftzufuhr
Anlage 4	
4.1.	Stückliste/Kostenschätzung
4.2.	Armaturenliste
Anlage 5	Technische Datenblätter

# 1 Veranlassung

## 1.1 Allgemein

Im Rahmen des mit europäischen Mitteln geförderten deutsch-tschechischen Projektes „Vita-Min – Leben mit dem Bergbau“ sollten die Möglichkeiten einer Sole-Nutzung aus der Grundwassermessstelle (G52426003, abgeteuft 2003) für eine Nutzung im Gradierwerk, welches im Rahmen der 7. Sächsischen Landesgartenschau 2015 errichtet wurde, untersucht werden. In dieser Studie (Teilprojekt 2.3.1.1) geht es dabei im Wesentlichen um die Reinigung der Sole aus der Grundwassermessstelle von Fremdbestandteilen, hauptsächlich Eisen und Mangan.

Dabei wurde im Zwischenbericht vom 27.03.2020 [1] und den darauffolgenden Abstimmungen eine Vorzugsvariante für die Reinigung herausgearbeitet, welche anschließend eigentlich als mobile Versuchsanlage errichtet und in Betrieb genommen werden sollte. Dabei wurde auch darauf hingewiesen, dass für die endgültige Dimensionierung der Anlage Laborversuche mit dem Wasser aus der Grundwassermessstelle erforderlich wären.

Aufgrund der Einschränkungen durch die Corona-Pandemie verzögert sich aber eine Wiederinbetriebnahme und damit die Möglichkeit zur Probenahme aus der Grundwassermessstelle auf bisher unbestimmte Zeit.

Daher wurde durch den Auftraggeber in Abstimmung festgelegt, dass auf die praktische Umsetzung der Vorzugsvariante verzichtet wird und stattdessen eine Ausführungsplanung erstellt werden soll, die den Auftraggeber in die Lage versetzt, die Vorzugsvariante zu einem späteren Zeitpunkt zu realisieren.

Diese Ausführungsplanung ist Gegenstand dieser Unterlage.

Es wird nochmals ausdrücklich darauf hingewiesen, dass vor der baulichen Umsetzung Laborversuche zur Überprüfung der angenommenen Dimensionierungsgrundlagen stattfinden sollten. Aus diesen Ergebnissen können sich Änderungen ergeben.

## 1.2 Genehmigungsrechtliche Situation

Aufgrund der geringen Anlagengröße, welche eher den Charakter einer Forschungsanlage besitzt, ist die Anlage bei der unteren Wasserbehörde nur anzeige-, aber nicht genehmigungspflichtig. Die Aufstellung der Anlage soll auf gemeindeeigenen Flächen erfolgen, so dass hier keine nutzungsrechtlichen Dinge beachtet werden müssen.

Das in der Anlage gereinigte Wasser soll im Gradierwerk zur Sole-Auffüllung genutzt werden. Für das Gradierwerk existiert eine Absprache mit dem Abwasserzweckverband zur Einleitung in das öffentliche Kanalsystem bei Leerung/Reinigung. Diese Einleitung erfolgt mengenbegrenzt, damit die ankommende Salzfracht die Biologie der Kläranlage nicht überlastet. Da die Salzgehalte der

Sole aus der Grundwassermessstelle geringer sind als die der bisher verwendeten Fremdsole, kann diese Verfahrensweise beibehalten werden.

Der bei der Reinigung anfallende Eisenhydroxidschlamm als auch der manganbeladene Filterschlamm kann über eine normale Deponie entsorgt werden. Sollte der vorgesehene Aktivkohlefilter tatsächlich durch eine erneut auftretende AOX-Belastung der Sole beladen werden, dann muss die nach entsprechender Beladungszeit ausgetauschte Aktivkohle einer thermischen Verwertung zugeführt werden.

Die zu entsorgenden Mengen sind dabei abhängig von der tatsächlichen Betriebszeit der Anlage, aber eher im Bereich von geringfügigen Mengen Abfall anzusetzen.

## 2 Technologiebeschreibung

Die Technologieauswahl erfolgte in [1] anhand der vorliegenden Analysen der bisher im Gradierwerk eingesetzten Fremdsole aus Sülbeck („Natursole Sülbeck“) vergleichend mit den vorliegenden und fachlich eingeordneten Analysen aus der Grundwassermessstelle ([2]).

Tabelle 1: Vergleich Analysedaten

	Fremdsole Sülbeck (21.10.2019)	PV 3 (09.03.19)	Bemerkung
Eisen (gesamt) [mg/L]		<b>179</b>	<b>Aufreinigung Rohsole Oelsnitz erforderlich</b>
Eisen (II) [mg/L]	< 0,1	<b>160</b>	
Mangan [mg/L]	0,12	<b>3,91</b>	
Natrium [mg/L]	128.200	5.660	Nutzung Rohsole Oelsnitz führt zu verringerten Salz- gehalten im Gra- dierwerk
Chlorid [mg/L]	198.200	14.000	
Leitfähigkeit [mS/cm]	248	37,5	
TDS [mg/L]	ca. 330.000	ca. 30.000	

Während die Verringerung des Salzgehaltes im Gradierwerk aufgrund der zu nutzenden geringen Mengen an Sole aus der Grundwassermessstelle unberücksichtigt bleiben kann, ist im Wesentlichen eine Enteisung und Entmanganung für die Nutzbarmachung notwendig.

Auf Basis der vorliegenden Wasseranalytik sowie den aus der Literatur und Praxiserfahrung bekannten Technologien wird folgende Behandlungstechnologie für die mobile Wasserbehandlungsanlage in Oelsnitz/Erzgebirge vorgesehen:

- Belüftung bei gleichzeitiger pH-Wert-Anpassung mittels NaOH zur Eisenoxidation von Fe(II) zu Fe(III)
- Zugabe von Flockungshilfsmittel
- Sedimentation Eisenhydroxidschlamm
- Erneute Belüftung zur Oxidation von Mangan zu Mn<sup>(4+)</sup>, evtl. Zugabe von H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> zur Unterstützung der Oxidation
- Adsorption von Mn als MnO<sub>2</sub> im Kalksteinfilter
- Adsorption von AOX im Aktivkohlefilter (bei Wiederanstieg AOX-Gehalt in Rohsole)

Die Rohsole wird direkt nach der Förderung aus der Grundwassermessstelle per Transporter ans Gradierwerk geliefert und dort in die Vorlagetanks am vorgesehenen Standort der mobilen Wasserbehandlungsanlage gepumpt.

Da ca. 90% des vorliegenden Eisens als Fe(II) in der Rohsole vorkommt, muss zunächst eine Oxidation des Eisens zu Fe(III) durch eine intensive Belüftung erfolgen. Diese Oxidation ist bis zu einem pH-Wert von 8 im Wesentlichen durch den pH-Wert geschwindigkeitslimitiert. Daher wird eine leichte pH-Wert-Anhebung durch die Zudosierung von Natronlauge bis zu diesem Ziel-pH-Wert vorgesehen. Im Anschluss wird die belüftete und durchoxidierte Rohsole in einen Eindicker überführt, in der sich der gebildete Eisenhydroxidschlamm gut absetzen kann. Die Flockung und Sedimentation wird nochmal durch die Zugabe eines entsprechenden Flockungshilfsmittels unterstützt werden. Unter Umständen kann aber in Abhängigkeit vom Sedimentationsverhalten hierauf auch verzichtet werden.

Der sich absetzende EH-Schlamm muss periodisch abgezogen und gesammelt werden, bevor er einer Entsorgung/Verwertung zugeführt wird. Dafür ist vorgesehen, dass der Dünnschlamm nach dem Abzug noch in einem Filtergefäß weiter entwässert. Abgezogenes Filtrat wird in einem Behälter gesammelt und kann nach Notwendigkeit wieder manuell in den Aufbereitungsprozess zurückgeführt werden.

Das Klarwasser wird vom Eindicker oben abgezogen und erneut belüftet, um das noch in der Sole befindliche Mangan zu Mn<sup>4+</sup> zu oxidieren. Diese Oxidation wird durch die Zugabe von H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> noch zusätzlich unterstützt.

Die erneut belüftete Rohsole wird anschließend über einen Kalkfilter geführt, wo sich das Mn<sup>4+</sup> als Braunstein (MnO<sub>2</sub>) festsetzt. Die sich bildende Schicht MnO<sub>2</sub> wirkt dabei autokatalytisch. Nach

dem Kalkfilter wird die gereinigte Sole noch über einen Aktivkohlefilter geführt, um im Fall einer AOX-Kontamination der Rohsole aus der Grundwassermessstelle diese Kontamination zu entfernen.

Nach dem Aktivkohlefilter kann die gereinigte Rohsole direkt ins Gradierwerk überführt werden oder einem anderen Verwendungszweck zugeführt werden. Die Ableitung der gereinigten Rohsole ist nicht Gegenstand dieser Planungsunterlage, sondern muss nach Festlegung des Verwendungszweckes ergänzt werden.

### **3 Anlagenschreibung**

#### **3.1 Aufstellungsort**

Die Anlage wird in einem 20'-Standard-Isocontainer installiert. Der Container wird auf einer geschotterten Lagerfläche unmittelbar neben dem Gradierwerk aufgestellt. Der Aufstellort ist der Anlage 1 zu entnehmen.

#### **3.2 Anlagengröße**

Auf Basis der in [2] durchgeführten Pumpversuche wurde in [1] ermittelt, dass monatlich 3 m<sup>3</sup> Rohsole für die Wasserbehandlung und spätere Nutzung zur Verfügung stehen.

Es ist klar, dass die Behandlung dieser Menge nur einen pilottechnischen Charakter im Bezug auf die Nutzung der gereinigten Sole im Gradierwerk haben kann.

Im Hinblick auf eine mögliche spätere großtechnische Behandlung wird die Anlage auf einen quasikontinuierlichen Betrieb ausgelegt.

Dies ermöglicht eine stabile Einstellung der Behandlungsparameter und vermeidet Randeefekte durch einen ständigen Start-Stop-Betrieb.

Daher wird als Rahmenparameter ein Durchsatz von 5 L/h gewählt, damit kann von einer 30-Tage-Monatsscheibe 83% der Gesamtzeit die Anlage betrieben werden und es ist ein gewisser Puffer für eventuelle Wartungs- und Reparaturarbeiten vorhanden.

Sofern die Anlage ohne Ausfälle durchläuft und die Rohsole aus der Vorlage komplett behandelt wurde, kann sie zum Ende des Monatsintervalls einmalig abgeschaltet werden und mit Vorliegen der neuen Rohsole wieder angefahren werden.

#### **3.3 Betriebsweise der Anlage**

Die Anlage wird weitgehend automatisiert und kontinuierlich betrieben. Aufgrund des pilottechnischen Charakters sind aber nicht alle Vorgänge automatisiert und überwacht, so dass verschiedene Arbeiten während des Betriebes manuell erfolgen müssen. Ebenfalls nicht vorgesehen ist

eine Störmeldungsmittteilung per SMS oder Telefonanruf. Aus dem gleichen Grund sind alle Ventile als Handventile ausgeführt.

Das R&I der Anlage ist in Anlage 2.3 dargestellt.

Die Rohsole wird extern aus der Grundwassermesstelle gefördert und anschließend zum Anlagenstandort transportiert. Dort erfolgt die Übernahme in die Vorlagetanks T0.1 bis T0.4, die sowohl einzeln entleert werden als auch hydraulisch miteinander verbunden werden können.

Die kontinuierliche Förderung erfolgt über die Pumpe P0.1, welche über die Volumenstrommessung BF1.1 überwacht wird. Die Rohsole wird in den Belüftungsbehälter B1.1 gefördert. Von hier an erfolgt der Durchfluss zunächst im hydraulischen Gefälle.

In B1.1 erfolgt die Belüftung/Durchmischung der Rohsole über die Mammutpumpe P1.1. Gleichzeitig erfolgt die Einstellung des pH-Wertes über die Pumpe P1.2, welche über Sauglanze mit Trockenlaufschutz aus der Chemikalienvorlage T1.1 Natronlauge fördert. Die Pumpe P1.2 wird dabei über die pH-Messung BQ1.1 geregelt. Anschließend fließt die so belüftete und behandelte Rohsole im freien Überlauf in den Eindicker E2.1. In die Rohrleitung wird über einen statischen Mischer (M2.1) noch bei Bedarf ein Flockungshilfsmittel über die Chemikalienvorlage T2.1 und die Dosierpumpe P2.1 zudosiert. In T2.1 erfolgt die Förderung ebenfalls über Sauglanze mit Trockenlaufschutz.

Im Eindicker E2.1 setzt sich der gebildete und geflockte Eisenhydroxidschlamm ab und das Klarwasser kann im freien Überlauf zum nächsten Behälter fließen.

Der abgesetzte Eisenhydroxidschlamm muss manuell in Abhängigkeit vom Schlammspiegel in den Filterbehälter B2.2 abgezogen werden. Hier erfolgt eine weitere gravimetrische Entwässerung. Das Filtrat wird in den Behälter B2.3 abgezogen und kann manuell wieder in den Behandlungsprozess zurückgeführt werden. Der entwässerte Schlamm muss ebenfalls manuell entfernt und einer Entsorgung oder weiteren Behandlung zugeführt werden.

Das Klarwasser aus Eindicker E2.1 fließt im freien Überlauf in den Behälter B3.1 wo eine erneute Belüftung/Durchmischung über die Mammutpumpe P3.1 erfolgt. Bei Bedarf kann zur Unterstützung der Manganoxidation über Pumpe P3.2 und Chemikalienvorlage T3.1 noch Wasserstoffperoxid zudosiert werden. Die so behandelte Rohsole gelangt im freien Überlauf in den Pufferbehälter B3.2. Aus diesem Pufferbehälter wird füllstandsgeregelt über die Pumpe P4.1 die Sole über die in Reihe geschalteten Kalkstein- (F4.1) und Aktivkohlefilter (F4.2) gepumpt und steht anschließend als gereinigte Sole für die weitere Nutzung zur Verfügung.

Der weitergehende Anschluss an den Aktivkohlefilter ist aufgrund der bisher noch offenen Nutzung noch zu präzisieren.

Für die beiden Mammutpumpen P1.1 und P1.2 erfolgt die Bereitstellung der Luft über eine Membranluftpumpe V0. Der Betrieb der Pumpe wird über einen Durchflussmesser überwacht (BF0.1). Sollte der Zuluftstrom einen einstellbaren Grenzwert unterschreiten, so wird die Zuflusspumpe P0.1 gestoppt. Aufgrund der daran gekoppelten Regelungen werden damit auch alle Dosierpumpen gestoppt, so dass es nicht zu einer weitergehenden Überdosierung an Chemikalien kommt. Die Dosierung an Flockungshilfsmittel (P2.1) und Wasserstoffperoxid (P3.2) ist gekoppelt an die Durchflussmessung BF1.1. Die zu dosierenden Mengen müssen dabei an den Pumpen jeweils manuell eingestellt werden

In den Behältern B1.1, E2.1 und B3.1 ist jeweils eine Füllstandsüberwachung als Überlaufschutz installiert (BL1.1, BL2.1, BL3.1). Sollte aufgrund einer Verstopfung oder anderer Havarie ein Behälter überzulaufen drohen, so wird die Zuflusspumpe P0.1 gestoppt. Gleichzeitig werden damit auch alle Dosierpumpen gestoppt, so dass es nicht zu einer weitergehenden Überdosierung an Chemikalien kommt. In der elektrotechnischen Umsetzung sind dafür die drei o.g. Füllstandsüberwachungen, der Durchflusswächter für die Zuluft sowie der an den Durchflussmesser (BF0.1) gekoppelte Relais-Ausgang am Messumformer/Regler in Reihe am Wasserpegelschalter anzuschließen. Über dessen Steckdose erfolgt die Stromversorgung der Pumpen P0.1, P1.2, P2.1 sowie P3.2.

An der Filterstrecke ist jeweils vor und nach jedem Filter eine Druckmessung installiert (BP4.1/BP4.2/BP4.3). Diese Messwerte sind manuell abzulesen und aufzuzeichnen, um eine beginnende Verstopfung eines Filters erkennen zu können.

Um den pilottechnischen Charakter der Anlage Rechnung zu tragen, sind vor und nach jedem Behandlungsschritt Probenahmeventile vorgesehen, um insbesondere in der Einfahrphase die einzelnen Prozessschritte auch analysentechnisch überwachen und optimieren zu können.

Bei einem Abfahren der Anlage können die Behälter B1.1, E2.1 und B3.1 über entsprechende Grundablässe manuell komplett entleert werden.

Einstellparameter für den Betrieb der Anlage (Dosiermengen, Konzentration NaOH, Flockungshilfsmittel, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) können nicht vorgegeben werden, sondern müssen entweder in Laborversuchen oder während des Einfahrbetriebes noch ermittelt werden.

### **3.4 Konstruktive Ausführung**

Die Anlage wird kaskadenförmig in entsprechenden Behältergestellen aus Rechteckprofilen installiert, so dass das Wasser im freien Überlauf von Prozessstufe zu Prozessstufe geführt werden kann.

Eine zeichnerische Darstellung der Gesamtanlage ist in Anlage 2.1 wiedergegeben.

Eine 3D-Darstellung der Gesamtanlage zur besseren Veranschaulichung ist in Anlage 2.2 zu finden.

Insgesamt sind drei Einzelgestelle vorgesehen, in denen die einzelnen Behälter installiert werden (Anlage 3.1 bis 3.3). Damit kann die Anlage auch relativ unkompliziert und ohne großen apparativen Aufwand in Einzelteile zerlegt und an einen anderen Aufstellort transportiert werden, sofern nicht die Gesamtanlage im Container transportiert werden soll.

Für die Behälter sind die folgenden Volumina vorgesehen:

T0.1 bis T0.4	jeweils 1m <sup>3</sup> -Standard-IBC
B1.1	18 Liter
E2.1	10 Liter
B3.1	18 Liter
B3.2	15 Liter
F4.1	20 Liter
F4.2	12 Liter

Die Behältergrößen ergeben sich dabei aus verschiedenen Notwendigkeiten:

- Nötige Verweilzeit für Belüftung/Oxidation/Fällung/Flockung/Sedimentation
- Verwendung von Standard-Bauteilen (z.B. Fässern, Kanistern) zur Kostensenkung
- Standardisierung Fällungsbehälter
- Größenanpassung zur Vermeidung teurer Mikroreaktionstechnik (z.B. Installation Mammutpumpen)

Alle anzufertigenden Behälter werden dabei aus transparenten PVC-U gefertigt. Dies ermöglicht die einfache, visuelle Kontrolle der Vermischung (in B1.1 & B3.1) sowie des Absetzerfolges (in E2.1) und des Schlammspiegels.

Wie schon in Kapitel 1.1 beschrieben, können sich aus Ergebnissen von Laborversuchen noch Änderungen in der Dimensionierung oder Verschaltung ergeben.

Die Konstruktionszeichnungen für den Behälterbau der anzufertigenden Behälter bzw. Filter sind in den Anlagen 3.4 bis 3.7 dargestellt.

Für die Probenahme ist an den Überlaufrohren zwischen B1.1. und E2.1 sowie zwischen E2.1 und B3.1 jeweils eine PVC Schlauchtülle d10mm einzukleben. An die Schlauchtülle ist jeweils ein Schlauch inkl. Schlauchhahn zu befestigen.

Der statische Mischer (M2.1) ist senkrecht im Zulauf des Eindickers (E2.1) zu installieren. Die Zugabe des Flockungsmittels erfolgt von oben über das HT-Y-Stückes. Die Durchmischungsfunktion ist zunächst zu testen. Bei guter Flockungsbildung auch ohne Mischung kann auf diesen Mischer verzichtet werden.

Der Kalksteinfilter besteht aus einem Kunststoff-Deckelfass aus Polyurethan mit einem Fassungsvermögen von 30 L. In das Fass wird ein gelochter Boden ( $\varnothing$  ca. 250mm) mit oberhalb aufliegendem Kunststoffmaschengewebe (Maschenweite max. 1mm) eingelegt zur Abstützung der Filterpackung. Am Boden sowie im Deckel sind  $\frac{1}{2}$ " Gewindemuffen einzuschweißen. (Bauplan zur Orientierung Anlage 3.7)

Welches Granulat für die Befüllung eingesetzt werden kann, muss in Vorversuchen ermittelt werden (z.B. Körnung).

Der Aktivkohlefilter wird aus konventionellen KG-Rohrelementen in DN200 nach Anlage 3.6 hergestellt. Zur Abstützung der Aktivkohle werden zwei kreisrunde Lochplatten mit oberhalb aufliegendem Kunststoffmaschengewebe eingelegt und durch Zusammenschieben der Rohrelemente festgehalten. Zu- und Ablaufseitig ist jeweils eine  $\frac{1}{2}$ " Gewindemuffe einzukleben. Der Aktivkohlefilter wird zwischen den zwei Gestellebenen fixiert.

Welches Granulat für die Befüllung eingesetzt werden kann, muss in Vorversuchen und in Abstimmung mit Aktivkohle-Lieferanten ermittelt werden (z.B. Körnung).

Für eine einfache Montage erfolgen die Verbindungen der einzelnen Anlagenabschnitte hauptsächlich über Steckkupplungen.

Die im Freien stehenden IBC-Tanks werden mit PE-Rohren DN 20 miteinander verbunden und im weiteren Rohrverlauf in den Containerinnenraum geführt. Von dort saugt die Pumpe P0.1 die Sole mit einem d8/10 mm PE Schlauch an und fördert diese in den ersten Behälter B1.1.

Zwischen B1.1 und B3.2 fließt das Wasser im hydraulischen Gefälle durch handelsübliche HT-Rohre DN40 ab. Vom Behälter B3.2 werden im weiteren Verlauf wieder PE-Leitungen mit d8/10 mm mit Steckverbindern und Absperrhähne verwendet.

Die Leitungen zur Chemikaliendosierungen sind als d6/8 mm PE-Leitungen mit Leitungsverbindern des Dosierpumpenherstellers vorgesehen.

Die Luftführung erfolgt zwischen Membranluftpumpe und Durchflussmesser mit 4mm PVC Schlauch. Ab dem Durchflussmesser wird ein d4/6 mm PE-Schlauch mit den entsprechenden Steckkupplungen verwendet. Die Luft strömt von unten in das mittig liegende Rohr in den Behälter ein. Zur Vergleichmäßigung der Umwälzung im Behälter kann die Luftbeaufschlagung über einen

Ausströmerstein erfolgen, der auf der Innenseite der Schraubverbindung (siehe Anlage 3.8) angebracht werden kann. Dessen Verwendung ist vor der Anlageninbetriebnahme in einem Test mit Leitungswasser zu prüfen.

Die Durchführung des Stromkabels sowie der Zu- und Rücklaufleitungen nach Draußen erfolgt an der rückseitige Containerwand. Dazu ist ein Loch ca. Ø 150 mm in der Wand herzustellen in das ein kurzes HT-Rohr DN150 eingepasst wird.

Die genaue Leitungsverlegung ist bei der Montage sinnvoll durchzuführen. Wenn nötig, sind die Leitungen am Gestell o.a. Festpunkten zu fixieren.

### 3.5 Chemikalieneinsatz

Für den Betrieb in der mobilen Wasserbehandlungsanlage sind folgende flüssige Chemikalien für die Behandlung vorgesehen:

- Natronlauge

Die Natronlauge wird zur Anhebung des pH-Wertes in B1.1 verwendet. Vorgesehen für die Bevorratung ist ein 15-Liter-Kanister mit Sauglanze. Die Dimensionierung der Bevorratung sollte aber je nach tatsächlich ermitteltem Verbrauch im Betrieb angepasst werden, um eine vernünftige Balance zwischen Gebindegröße und Frequenz des Gebindefwechsels zu erzielen. Vorgesehen ist zunächst eine Natronlauge-Konzentration von 20-Ma%. Auch diese Konzentration kann nach den Ergebnissen der Vorversuche noch angepasst werden, um eine gut regelbare pH-Wert-Anpassung zu ermöglichen.

- Flockungshilfsmittel

Das Flockungshilfsmittel wird zur Unterstützung der Flockenbildung des gefällten Eisenhydroxides verwendet. Vorgesehen für die Bevorratung ist ein 25-Liter-Kanister mit Sauglanze.

Es ist vorgesehen, dass ein flüssiges Flockungshilfsmittel verwendet wird, was nicht zusätzlich manuell angerührt werden muss. Produktwahl und Auswahl der tatsächlichen Gebindegröße kann erst nach bzw. in den Vorversuchen ermittelt werden. Zum einen bieten unterschiedliche Produzenten von Flockungshilfsmitteln unterschiedliche Gebindegrößen an, zum anderen muss auf Basis des tatsächlich ermittelten Verbrauches noch die optimale Gebindegröße ermittelt werden, da angerührte Flockungshilfsmittel nur eine begrenzte Haltbarkeit besitzen (ca. 3 Monate).

- Wasserstoffperoxid

Das Wasserstoffperoxid wird zur Unterstützung der Manganoxidation in B3.1 verwendet. Vorgehen für die Bevorratung ist ein 15-Liter-Kanister mit Sauglanze. Die Dimensionierung der Bevorratung sollte aber je nach tatsächlich ermitteltem Verbrauch im Betrieb angepasst werden, um eine vernünftige Balance zwischen Gebindegröße und Frequenz des Gebindefwechsels zu erzielen. Ebenfalls ist Wasserstoffperoxid nur für einen begrenzten Zeitraum stabilisiert und verliert zunehmend an Aktivität. Es ist eine Konzentration der H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Lösung von 35-Ma% vorgesehen.

Die Kanister für Natronlauge und Wasserstoffperoxid stehen dabei in einer Auffangwanne.

### 3.6 Sonstiges

Die Elektroenergieversorgung erfolgt zentral in den Container über die vor Ort vorhandene Elektroenergieverteilung (siehe auch Anlage 1). Der Anlagencontainer besitzt intern eine eigene Unterverteilung und wird mittels CEE-Wandstecker 32 A an die Elektroenergieverteilung angeschlossen. Die Anschlussverlegung erfolgt bauseits.

Die mobile Wasserbehandlungsanlage ist vom Auftragnehmer komplett fertig im Container zu installieren und im Container an den Aufstellort zu transportieren, aufzustellen und elektrisch anzuschließen.

Die Vorlagebehälter T0.1 bis T0.4 sind an die entsprechende Position vor dem Container zu installieren und hydraulisch mit der Anlage zu verbinden.

Von der Anlage ist eine Dokumentation anzufertigen, die folgendes enthalten muss:

- Herstellerunterlagen inkl. Bedienungsanleitungen aller verbauten Aggregate, Ventile und Messtechnik
- Stromlaufplan
- Bautechnische Abweichungen, die sich im Zuge der Montage ergeben sind in den Planungsunterlagen (R&I, Behälterzeichnungen) einzuzeichnen und zu vermerken.
- Inbetrieb- und Abnahmeprotokoll

Auf eine allumfassende Bestandsdokumentation wird aufgrund des pilotechnischen Charakters der Anlage verzichtet.

Die Dokumentation ist 2-fach in Papier sowie digital auf einem Speichermedium spätestens bei der Abnahme zu übergeben.

Nach der Aufstellung sowie der elektrischen und hydraulischen Installation ist die Anlage in Betrieb zu nehmen. Dabei ist die hydraulische Dichtheit aller Verbindungen sowie die Funktionsfähigkeit aller Aggregate und Messtechnik nachzuweisen.

Anschließend hat eine Einweisung in den Betrieb der Anlage für vom AG benanntes Personal (1 Tagetermin) zu erfolgen.

Die Anlage ist aufgrund des pilotechnischen Charakters mit einem geringen Automatisierungsgrad konzipiert. Daher sind nach der Inbetriebnahmephase im Regelbetrieb werktägliche Kontrollen inkl. kleinerer Arbeiten (z.B. Auffüllen Chemikalienvorlage, Probenahme, Abziehen Eisenhydroxidschlamm) vorzusehen.

## 4 Kostenschätzung

Bei der Planung der Anlage wurde darauf orientiert, dass möglichst viele handelsübliche Standardkomponenten verwendet werden können.

In der Anlage 4.1 ist eine Stückliste mit integrierter Kostenschätzung aufgeführt. In dieser sind (soweit vorhanden) potentielle Hersteller für die einzelnen Ausrüstungsteile inkl. Artikelnummern mit aufgeführt.

Die Kostenschätzung beträgt mit der obenstehend und in den Anlagen beschriebenen Anlagenkonfiguration ohne Transportkosten **22.786,33 € netto**.

In der Anlage 4.2 ist die Technische Ausrüstung nochmals mit Bezug auf die Position im R&I (Anlage 2.3) aufgeführt.

In der Anlage 5 sind die Datenblätter der ausgesuchten, aber nur beispielhaft anzusehenden Anlagenkomponenten aufgeführt.

## 5 Quellen

- [1] Zwischenbericht „Projekt „Vita-Min“: Teilprojekt: Mobile Wasserbehandlungsanlage zur Enteisung und Entmanganung von während der Probenahme anfallenden Grubenwasser aus der Tiefbohrung Oelsnitz/Erzgeb. für das Gradierwerk, 27.03.2020
- [2] „Revitalisierung der Tiefbohrung Oelsnitz/Erzgeb. zur Entnahme von Grubenwasser/Sole unter Beibehaltung ihrer derzeitigen Funktion“, Ergebnisbericht, G.E.O.S., Fassung vom 28.02.2020