

2020

Steckbriefliche Zusammenfassung von
Projektergebnissen im Rahmen des
Projektos Vita-Min

**Mobile Wasserbehandlungsanlage zur
Enteisenung und Entmanganung von
während der Probenahme
anfallendem Grubenwasser aus der
Tiefbohrung Oelsnitz/Erzgeb. für das
Gradierwerk (Teilprojekt 2.3.1.1)**



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



Einführung, Hintergrund und Zielstellung

Im Rahmen der 7. Sächsischen Landesgartenschau wurde 2015 ein Gradierwerk errichtet, welches gegenwärtig mit extern angelieferter, kommerziell erhältlicher Fremdsole betrieben wird. Aus einer vom LfULG unterhaltenen Grundwassermessstelle (G52426003, abgeteuft 2003) kann monatlich ein gewisses Volumen an Sole direkt aus den gefluteten Oelsnitzer Bergbaustollen gefördert werden. Diese Sole enthält allerdings erhebliche Konzentrationen an Eisen und Mangan, so dass vor einer Verwendung im Gradierwerk hier eine entsprechende Aufreinigung notwendig ist.

Gradierwerk: Ursprünglich Anlagen zur Salzgewinnung, in denen durch Verdunstung der Salzgehalt in der Sole erhöht wird. Heutzutage werden sie hauptsächlich zu Kurzwecken betrieben.

Enteisung: Entfernung von 2-wertigen Verbindungen des Eisens aus einem Wasser

Für diese Aufreinigung ist ein Prozessschema zu entwickeln, mit welchem in einer mobilen Wasserbehandlungsanlage die Aufreinigung mit dem Ziel der Nutzbarmachung der Sole stattfinden kann.

Eisenoxidation: Für die Fällung von Eisen als Eisenhydroxid müssen zweiwertige Eisenverbindungen zunächst in ihre dreiwertige Form oxidiert werden. Dies geschieht durch eine intensive Belüftung mit Luft unter gleichzeitiger Anhebung des pH-Wertes bis pH 8.

Flockungshilfsmittel: Hilfsmittel zur Flockung. Findet überall dort Anwendung, wo eine Fest-Flüssig-Trennung gewünscht ist und die Sedimentation suspendierter Feststoffteilchen verbessert werden muss. Flockungshilfsmittel sind meistens organische, synthetische hochmolekulare Verbindungen auf der Basis von Polyacrylamid. Flockungshilfsmittel müssen immer für den spezifischen Anwendungsfall ausgewählt werden.

Methodik

Als Grundlage für die Entwicklung einer mobilen Wasserbehandlungsanlage wurden zunächst die Rahmenparameter für die Nutzung der Sole aus der Grundwassermessstelle für das Gradierwerk analysiert und einer Bewertung unterzogen. Bewertet wurden dabei die zur Verfügung stehenden, anfallenden Solemengen aus der Grundwassermessstelle, die Zusammensetzung der Sole im Vergleich zur Zusammensetzung der bisher im Gradierwerk eingesetzten Fremdsole sowie mögliche Varianten der Aufstellung einer mobilen Wasserbehandlungsanlage. Weiterhin wurden Reinigungsverfahren für die verschiedenen zu entfernenden Kontaminationen (Eisen, Mangan, evtl. AOX) recherchiert und auf ihre Anwendbarkeit geprüft. Auf Basis dieser Recherche wurde ein Prozessschema entwickelt und in eine Planung für eine mobile Wasserbehandlungsanlage umgesetzt.

Ergebnisse und Diskussion

Im Rahmen eines weiteren Vitamin-Projektes (TP 2.3.1.4 „Revitalisierung der Tiefbohrung Oelsnitz/Erzgeb. zur Entnahme von Grubenwasser/Sole unter Beibehaltung ihrer derzeitigen Funktionen“) wurden Pumpversuche durchgeführt, anhand derer ermittelt wurde, dass aus der vorgesehenen Grundwassermessstelle maximal 3m³ monatlich entnommen werden können. Dies geschieht während eines einmaligen Pumpvorganges von zehn Stunden (0,3m³/h).

Für einen Monat Betrieb der Wasserbehandlungsanlage stehen somit 3m³ Sole zur Verfügung. Mit dieser Ausgangsbasis wurden verschiedene Regeldurchsätze der Anlage unter Prioritätssetzung eines kontinuierlichen Betriebes überprüft.

Tabelle 1: mögliche Anlagenkapazitäten

Anlagenkapazität	1 L/h	5 L/h	10 L/h	25 L/h	50 L/h	100 L/h
Laufzeit	3000 h	600 h	300 h	120 h	60 h	30 h
	125 d	25 d	12,5 d	5 d	2,5 d	1,25 d
Anteil an Monatsscheibe	417%	83%	42%	17%	8%	4%

Um eine möglichst kontinuierliche Betriebsweise der Wasserbehandlungsanlage zu gewährleisten, wurde der Regeldurchsatz der Anlage auf 5 Liter pro Stunde festgelegt. Mit diesem Durchsatz kann die Behandlung der kompletten Charge innerhalb eines Monats sichergestellt werden und es existiert noch genügend Puffer für evtl. Reparatur- und Wartungsstillstände.

Mobile Wasserbehandlungsanlage zur Enteisung und Entmanganung von während der Probenahme anfallendem Grubenwasser aus der Tiefbohrung Oelsnitz/Erzgeb. für das Gradierwerk (Teilprojekt 2.3.1.1)

Als Aufstellort für die Anlage wurden verschiedene Varianten auf ihre Vor- und Nachteile untersucht.

- Aufstellung am Ort der Grundwassermessstelle (Variante 1)
- Aufstellung am Gradierwerk (Variante 2)
- Aufstellung auf dem Laufwerk des Gradierwerkes (Variante 3)
- Aufstellung im Gradierwerk (Variante 4)

Dabei wurde die Variante 4 aufgrund der lokalen Bedingungen – sehr begrenztes Platzangebot, hohe Luftfeuchtigkeit und Salzgehalt, dadurch extrem korrosive Bedingungen, von der näheren Betrachtung vorab ausgeschlossen.

Aus der Betrachtung der Vor- und Nachteile wurde in Abstimmung aller Beteiligten die Variante 2 als weiter zu verfolgende Vorzugsvariante bestimmt.

Aus den analytischen Untersuchungen während der Pumpversuches wurden die notwendigen Bemessungsgrößen für die Wasserbehandlungsanlage ermittelt:

- Eisen 200 mg/L (bis zu 100% Fe(II))
- Mangan 5 mg/L
- Vorkommen von AOX

Für diese festgelegten Bemessungsgrößen wurden anschließend die verschiedenen recherchierten und bekannten Reinigungstechnologien auf ihre Anwendbarkeit untersucht.

Weiterhin wurde die Zusammensetzung der Rohsole aus der Grundwassermessstelle mit der Zusammensetzung der gegenwärtig verwendeten Fremdsole verglichen und der Vergleich ausgewertet.

Tabelle 2: Vergleich Sole-Zusammensetzung

	Fremdsole Sülbeck (21.10.2019)	PV 3 (09.03.19)	Bemerkung
Eisen (gesamt) [mg/L]		179	Aufreinigung Rohsole Oelsnitz erforderlich
Eisen (II) [mg/L]	< 0,1	160	
Mangan [mg/L]	0,12	3,91	
Natrium [mg/L]	128.200	5.660	
Chlorid [mg/L]	198.200	14.000	
Leitfähigkeit [mS/cm]	248	37,5	
TDS [mg/L]	ca. 330.000	ca. 30.000	

Mobile Wasserbehandlungsanlage zur Enteisung und Entmanganung von während der Probenahme anfallendem Grubenwasser aus der Tiefbohrung Oelsnitz/Erzgeb. für das Gradierwerk (Teilprojekt 2.3.1.1)

Die wesentlichen Unterschiede sind deutlich zu erkennen. Eine Nutzung der aus der Grundwassermessstelle gehobenen Sole ist nur nach einer entsprechenden Aufbereitung (Enteisung/Entmanganung) möglich.

Eine Nutzung der aufgereinigten Sole führt im Gradierwerk zu einer entsprechenden Verdünnung des Salzgehaltes. Dies ist bei der aus der aktuellen Grundwassermessstelle zur Verfügung stehenden Menge im Vergleich zum Gesamtvolumen der Gradierwerksfüllung (ca. 65 m³) als tolerabel zu bewerten.

Für die Enteisung und Entmanganung existieren eine Vielzahl von Verfahren und Prozessschritten, welche bereits in verschiedenen Studien zusammengefasst sind.

Da passive Verfahren aufgrund des hohen Salzgehaltes, der Immobilität der Verfahren und aufgrund der weiteren örtlichen Gegebenheiten in Oelsnitz nicht in Betracht kommen, wurden diese auch nicht näher betrachtet. Für die aktive Behandlung von bergbaubeeinflussten Wässern in Bezug auf Eisen und Mangan kommen folgende aktive Verfahren in Betracht:

- Fällungsverfahren
- Membranverfahren mit Konzentratbehandlung
- Elektrochemische Verfahren
- Sorption
- Ionenaustausch
- Mikrobiologische Verfahren

In der Auswertung der benannten Verfahren und dem Abgleich mit den festgelegten Bemessungsgrößen wurde das folgende Prozessschema entwickelt und in die Anlagenplanung umgesetzt:

- Belüftung der Rohsole bei gleichzeitiger pH-Wert-Einstellung mittels NaOH
- Sedimentation des ausfallenden Eisenhydroxides
- Oxidation des Mangans durch weitere Belüftung und Zugabe Wasserstoffperoxid
- Adsorption des Mn⁴⁺ als MnO₂ mittels Kalksteinfilter
- Entfernung von AOX über Aktivkohlefilter

Bei der Anlagenplanung wurde dem pilotechnischen Charakter der Anlage Rechnung getragen und der Automatisierungsgrad der Anlage relativ niedrig gehalten. Ebenso wurde darauf geachtet, dass möglichst viele handelsübliche Bauteile verwendet werden können und Einzelanfertigungen mit Ausnahme der Reaktions- und Sedimentationsbehälter vermieden werden.

In Abbildung 1 ist das R&I-Fließbild der Anlage abgebildet.

Mobile Wasserbehandlungsanlage zur Enteisenung und Entmanganung von während der Probenahme anfallendem Grubenwasser aus der Tiefbohrung Oelsnitz/Erzgeb. für das Gradierwerk (Teilprojekt 2.3.1.1)

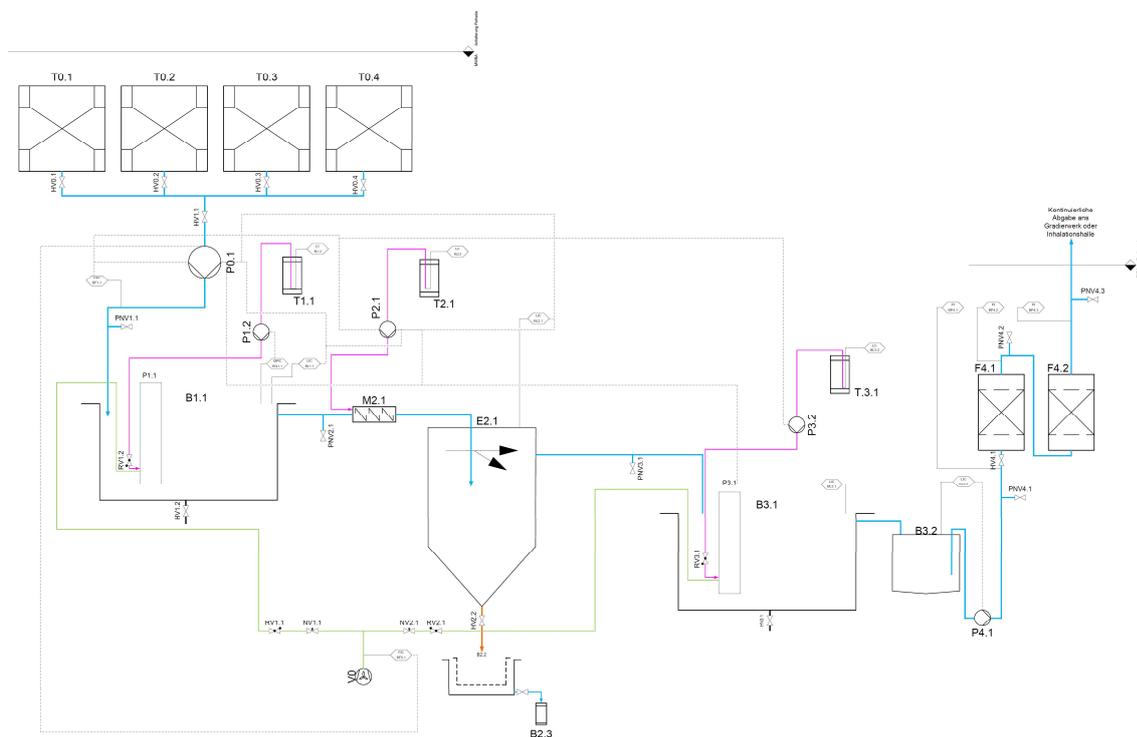


Abbildung 1: R&I-Fließbild der Anlage

Die Rohsole wird nach der Förderung aus der Grundwassermessstelle an den Aufstellort der Wasserbehandlungsanlage am Gradierwerk transportiert und in den Vorlagetanks T0.1 bis T0.4 zwischengespeichert. Im Belüftungsbecken B1.1 erfolgt die Oxidation des zweiwertigen Eisens zu Eisen(III) unter gleichzeitiger pH-Wert-Anhebung durch die Zugabe von Natronlauge. Anschließend erfolgt im Eindicker E2.1 die Sedimentation des gebildeten Eisenhydroxides unter Zugabe eines Flockungshilfsmittels. Im zweiten Belüftungsbecken B3.1 wird das im Wasser enthaltene Mangan zu Mangan(IV) oxidiert (bei Bedarf unter Zudosierung von Wasserstoffperoxid) und anschließend im Kalksteinfilter F4.1 als MnO_2 (Braunstein) festgelegt.

Bei den verschiedenen Wasseruntersuchungen der Grundwassermessstelle wurde teilweise eine Belastung der Rohsole mit AOX (adsorbierbare, organisch gebundene Halogenverbindungen) festgestellt. Diese Belastung trat bei den letzten Probenahmen nur noch im Bereich der Nachweisgrenze auf. Für den Fall eines erneuten Anstieges des AOX-Wertes ist ein Aktivkohlefilter (F4.2) zur AOX-Entfernung in der Gesamtanlagenkonfiguration vorgesehen.

In Abbildung 2 ist eine 3D-Darstellung der Anlage zu sehen.

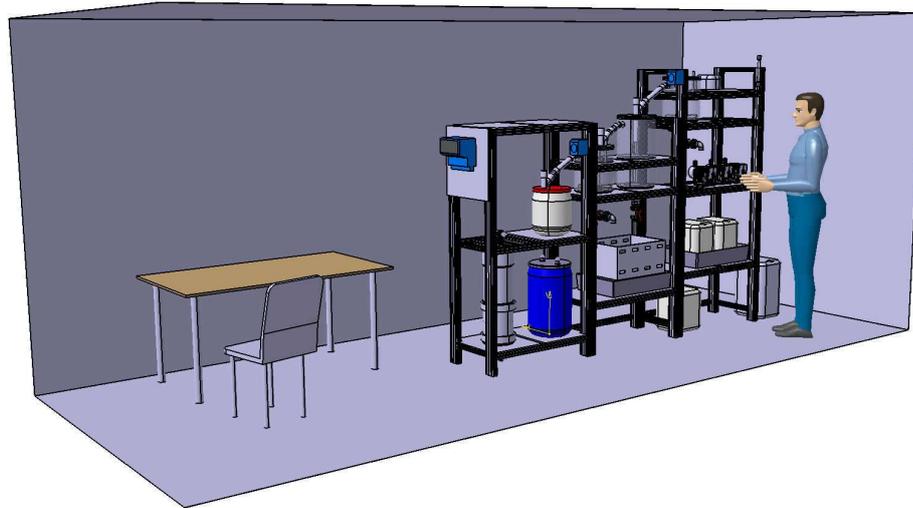


Abbildung 2: 3D-Darstellung der mobilen Wasserbehandlungsanlage

Wie bereits erwähnt, ist die Anlage als pilottechnische Versuchsanlage für die Behandlung von 5 L/h vorgesehen. Aufgrund des geringen vorgesehenen Automatisierungsgrades ist eine werktägliche Kontrolle der Anlage und gewisse manuelle Arbeiten (z.B. Nachfüllen Chemikalienvorlagen, Abzug Eisenhydroxidschlamm) vorgesehen.

Alle Fällungs- und Sedimentationsbehälter sind aus transparentem PVC-U anzufertigen, damit eine leichte Kontrolle von Fällungs- und Sedimentationserfolg bzw. des Schlammspiegels erfolgen kann.

Die Anlage wird in einem Standard-20'-Isocontainer installiert und containerintern verkabelt und verrohrt. Damit kann die Anlage als Komplettanlage mit dem Container transportiert werden und muss an einem möglichen anderen Aufstellort nur an die externe Elektroenergieversorgung angeschlossen und mit den außen aufgestellten Vorlagetanks verrohrt werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Im Projekt wurde eine prozesstechnische Lösung für die Aufbereitung der in der Oelsnitzer Grundwassermesstelle zu fördernden Rohsole zum Zwecke des Einsatzes im Gradierwerk erarbeitet. Dazu wurden die Rahmenparameter analysiert, Varianten erarbeitet und Festlegungen für die Anlagenplanung getroffen. Die festgelegten Parameter (Durchsatz, Aufstellort, Bemessungsgrößen der abzureinigenden Parameter) wurden in einer Ausführungsplanung umgesetzt, die alle für den Bau der mobilen Wasserbehandlungsanlage notwendigen

Mobile Wasserbehandlungsanlage zur Enteisung und Entmanganung von während der Probenahme anfallendem Grubenwasser aus der Tiefbohrung Oelsnitz/Erzgeb. für das Gradierwerk (Teilprojekt 2.3.1.1)

Unterlagen enthält (Lageplan, Aufstellplan, Stücklisten, R&I, Behälterzeichnungen und Abmaße).

Aufgrund der Situation während der Projektlaufzeit konnten keine Wasserproben aus der Grundwassermessstelle entnommen werden. Somit war keine Überprüfung der auf theoretischer Grundlage vorgenommenen Dimensionierungen möglich. Vor einer baulichen Umsetzung der mobilen Wasserbehandlungsanlage sollten daher verschiedene Kennziffern (z.B. Sedimentationsverhalten, Chemikalienbedarf, notwendige Luftmengen) nochmals im Laborversuch überprüft und die Ausführungsplanung ggf. nochmals angepasst werden.

Impressum

Herausgabe:

Dieser Steckbrief wurde im Rahmen des Projekts Vita-Min erstellt. Das Projekt Vita-Min wurde aus Mitteln des europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Kooperationsprogramms SN-CZ 2014-2020 finanziert. Die Projektpartner sind das sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Leadpartner), die Stadtverwaltung Oelsnitz/Erzgeb. und die Verwaltungsbehörde des Bezirks Ústecký kraj.

Für Fragen und weitere Informationen zu diesem Teilprojekt kontaktieren Sie:

Ansprechpartner

Stadtverwaltung Oelsnitz/Erzgebirge
Ansprechpartner: Jens Barnickel
Telefon: +49 37298 38100
E-Mail: j.barnickel@oelsnitz-erzgeb.de

Bearbeitung:

Die Ergebnisse dieses Projekts wurden im Rahmen einer Vergabe der Stadt Oelsnitz durch die Firma *G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH* erarbeitet.

Titelfoto:

[www.altes-energiwerk.de] (2020): Gradierwerk Oelsnitz/Erzgebirge

Redaktionsschluss:

05.06.2020

**Weitere Informationen finden Sie unter
www.vitamin-projekt.eu**