

## Sachbericht zum Verwendungsnachweis

Bündnis	WIR! - rECOMine
Verbundprojekt:	ZauBer – Zukunftsmaterialien aus Bergbauschlämmen
Teilprojekt:	TP 5: Grubenschlammkataster, genehmigungsrechtliche Bewertung, Verwertungsstrategien, Öffentlichkeitsarbeit
Förderkennzeichen:	03WIR1908E
Projektlaufzeit:	01.01.2022 bis 30.11.2024
Berichtszeitraum:	01.01.2022 bis 30.11.2024
Berichtspflichtiger:	SAXONIA Standortentwicklungs- und –verwaltungsgesellschaft mbH Halsbrücker Straße 34 09599 Freiberg
Projektleitung:	Dipl.-Geoökologin Sabine Meißner
Berichtsteile:	Teil I: Kurzbericht Teil II: Eingehende Darstellung Teil III: Erfolgskontrollbericht Urheberrechtserklärung

## Teil I: Kurzbericht

### Zielstellung

Unterhalb des Fußbereiches des Entwicklungsstandortes Spülhalde Davidschacht befindet sich der „Rote Graben“ (RG), ein künstliches angelegtes Gewässer aus dem 17. Jahrhundert. Dieser diente der Entwässerung verschiedener Gruben und mobilisiert immer noch Metalle aus gefluteten Abbauen. Die Grubenwässer sind sehr stark mit Schwermetallen, Arsen und Aluminium verunreinigt. Diese Schadstoffe werden über mehrere Abschlüge der Freiburger Mulde zugeführt. Durch fehlende Unterhaltung ist der RG stark verschlammte. Die aktuell geschätzte Schlammmenge beträgt ca. 13.000 m<sup>3</sup>. Für diese Herausforderung werden zeitnah effiziente, ökologische & ökonomische Lösungen benötigt.

Genau diesen Herausforderungen hat sich das Vorhaben „ZauBer – Zukunftsmaterialien aus Bergbauschlämmen“ gestellt.

Gesamtziel des Vorhabens mit den Verbundpartnern Institut für Technische Chemie der TU Bergakademie Freiberg (ITC), Institut für Thermische Verfahrenstechnik der TU Bergakademie Freiberg (ITUN), terra mineralia der TU Bergakademie Freiberg (terra), G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH (G.E.O.S.), Gesellschaft für Injektionstechnik mbH & Co. KG (INTEC) und SAXONIA Standortentwicklungs- und -verwaltungsgesellschaft mbH (SAXONIA) war die Verwertung von eisenhaltigen Grubenschlämmen aus dem RG gemeinsam mit eisenhaltigen Schlackerückständen eines regionalen assoziierten Forschungspartners (Befesa Zinc Freiberg GmbH). Übergreifendes wissenschaftlich-technisches Arbeitsziel war vor allem die Gewinnung der enthaltenen Wertstoffe sowie die Stabilisierung der Rückstände in neuartigen elutionsstabilen Baustoffen.

Ziel der SAXONIA war es vordergründig, alle genehmigungsrechtlichen Fragestellungen bezüglich der geplanten Pilotanlage am Modellstandort Roter Graben zu klären.

### Vorgehensweise

In einem ersten Bearbeitungsschritt erfolgte seitens SAXONIA zunächst die Recherche analoger Daten sächsischer Wasserlösestellen. Über die Anwendung iDA – interdisziplinäre Daten und Auswertungen des Sächsischen Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und Geologie konnte eine Vielzahl an Daten abgerufen werden. Mittels QGIS wurde aus diesen Daten zunächst ein Punkt-Shape erzeugt und dieses in ein sogenanntes GeoPDF konvertiert. Ein solches PDF verfügt über GIS-Funktionalitäten, die einfach in der Anwendung sind.

Im Rahmen der weiteren Projektbearbeitung wurden durch den Projektpartner INTEC mehrere Wasserlösestellen „befahren“. Dabei wurden an verschiedenen Stellen Schlammproben entnommen. Durch den Projektpartner ITC erfolgte mittels Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung. Für die beprobten Wasserlösestellen wurde ebenfalls eine Übersichtskarte als GeoPDF erzeugt.

Einen weiteren Bearbeitungsschwerpunkt bildete das Genehmigungsmanagement für die Errichtung der Pilotanlage am Modellstandort RG. Da sich der Modellstandort in der Nähe eines künstlich angelegten Gewässers befand, wurde im Vorfeld der Projektbearbeitung die Untere Wasserbehörde des Landratsamtes Mittelsachsen (uWB) über das geplante Forschungsvorhaben informiert. Außerdem wurde frühzeitig der Kontakt zur Gemeinde Halsbrücke, die Eigentümerin von Flurstücken im Bereich des Modellstandortes ist, aufgenommen. Im Vorfeld wurde auch die zuständige Bauaufsichtsbehörde um Prüfung und Abgabe einer kurzen Stellungnahme bezüglich der Errichtung der geplanten Pilotanlage gebeten. Aus dieser Stellungnahme ging hervor, dass für die Aufstellung der Pilotanlage eine baurechtliche Genehmigung erforderlich war und für die spätere Einleitung der behandelten Grubenschlammfiltrate sowie Grubenwässer in den RG ein Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis zustellen war. Alle anderen Umweltfachbereiche (Immissionsschutz, Denkmalschutz, Abfall und Bodenschutz) hatten keine Einwände gegenüber der Durchführung des Vorhabens. Unter Beachtung diverser Auflagen wurde dem Vorhaben auch aus Sicht der zuständigen Naturschutzbehörde zugestimmt.

Neben der Bearbeitung der genehmigungsrechtlichen Aspekte stand seitens SAXONIA auch die Ausarbeitung und die Zusammenstellung in Frage kommender Verwertungsmöglichkeiten für die neuentwickelten Produkte im Vordergrund. Die gewonnenen Grubenschlämme (Grubenwasser mit Feststoffanteil) aus dem RG wurden chargenweise innerhalb der Pilotanlage durch eine Kammerfilterpresse gepumpt. Dadurch konnten die festen Bestandteile abgetrennt und der Grubenschlamm entwässert werden. Der entwässerte Schlamm, der sogenannte Filterkuchen, wurde für weitere Versuchszwecke zum Projektpartner ITC transportiert. Das abgetrennte Filtratwasser wurde in der Membrananlage der Pilotanlage zunächst aufkonzentriert und durch die Fällungsanlage gepumpt. Das gereinigte Grubenwasser wurde schließlich direkt in den RG wieder eingeleitet, wenn die behördlich festgelegten Einleitparameter eingehalten wurden.

Für die Mitwachsausstellung des Projektpartners terra mineralia wurde seitens SAXONIA umfangreiches Informationsmaterial zum Thema Bergbau im Raum Freiberg und Umgebung zur Verfügung gestellt.

## **Ergebnisse**

Da die Schlammvolumina und Stollendurchflüsse der jeweiligen Wasserlösestellen im Rahmen des Projektes nicht ohne Weiteres ermittelt werden konnten, wurde auf der Grundlage der über das iDA-Portal zur Verfügung stehenden Daten für die wichtigsten sächsischen Wasserlösestellen in Form einer Übersichtskarte ein GeoPDF erstellt. Für die fünf beprobten Wasserlösestellen wurde ebenfalls ein solches GeoPDF erzeugt.

Bezüglich des Genehmigungsmanagements wurde mit Schreiben vom 19.12.2023 die baurechtliche Genehmigung für die Errichtung der Pilotanlage in containerbauweise am Modellstandort RG erteilt. Diese beinhaltete jedoch auch Auflagen bzw. sogenannte Nebenbestimmungen, die vor der Errichtung der Forschungsanlage zu berücksichtigen waren. So waren im Vorfeld zusätzliche Sicherungsmaßnahmen für die Anlieferung der Pilotanlage zum Modellstandort am RG erforderlich, die entsprechend durch die Projektpartner umgesetzt worden sind.

Für die Einleitung der behandelten Filtrate aus den Grubenschlämmen und des gereinigten Grubenwassers wurde mit Bescheid vom 02.10.2024 die wasserrechtliche Zustimmung erteilt. Am 18.10.2024 konnte die Pilotanlage nach behördlicher Freigabe in Betrieb genommen werden. Da dies erst zu Projektende möglich war, konnten seitens der Projektpartner nur wenige Testversuche im Batchbetrieb durchgeführt werden.

Durch den Projektpartner ITC wurden mit dem entwässerten Grubenschlamm des Roten Grabens Reduktionsversuche zur Herstellung von Ferrosilizium durchgeführt. Das Ferrosilizium dient als Vorlegierung für die Herstellung von Gusseisen und Stahl. Aus dem entwässerten und getrocknetem Grubenschlamm des RG konnte nach entsprechender Aufbereitung ein Geopolymerbeton entwickelt werden, der Untertage zur Stabilisierung und Verfüllung von Bergwerksstollen eingesetzt werden könnte.

Durch die sogenannte „Mitwachsausstellung“ der terra ermöglichte die direkte Einbeziehung der Öffentlichkeit in das Vorhaben. Projektergebnisse konnten dadurch auf eine leicht verständliche Art und Weise veranschaulicht werden.

## **Zusammenfassung**

Im Rahmen des Projektes konnte gezeigt werden, dass aus dem gewonnenem Grubenschlamm neuartige Spezialbaustoffe, sogenannte Geopolymere hergestellt werden können. Diese könnten zukünftig eine Alternative für herkömmliche Baustoffe darstellen, wodurch begrenzte Rohstoffressourcen geschont werden könnten. Durch die Verwertung von Grubenschlamm wäre eine kostenintensive Entsorgung nicht mehr erforderlich, sodass auch begrenzter Deponieraum geschont werden könnte. Insgesamt konnte das Projekt einen zukunftsorientierten und nachhaltigen Beitrag für umweltrelevante Fragestellungen im Bereich von Grubenwässern und -schlämmen liefern, welcher von regionalen Partnern international skaliert werden kann und die öffentliche Akzeptanz integriert.

## Sachbericht zum Verwendungsnachweis

Bündnis	WIR! - rECOMine
Verbundprojekt:	ZauBer – Zukunftsmaterialien aus Bergbauschlämmen
Teilprojekt:	TP 5: Grubenschlammkataster, genehmigungsrechtliche Bewertung, Verwertungsstrategien, Öffentlichkeitsarbeit
Förderkennzeichen:	03WIR1908E
Projektlaufzeit:	01.01.2022 bis 30.11.2024
Berichtszeitraum:	01.01.2022 bis 30.11.2024
Berichtspflichtiger:	SAXONIA Standortentwicklungs- und –verwaltungsgesellschaft mbH Halsbrücker Straße 34 09599 Freiberg
Projektleitung:	Dipl.-Geoökologin Sabine Meißner
Berichtsteile:	Teil I: Kurzbericht Teil II: Eingehende Darstellung Teil III: Erfolgskontrollbericht Urheberrechtserklärung

## Teil II: Eingehende Darstellung

### 1. Erzielte Ergebnisse

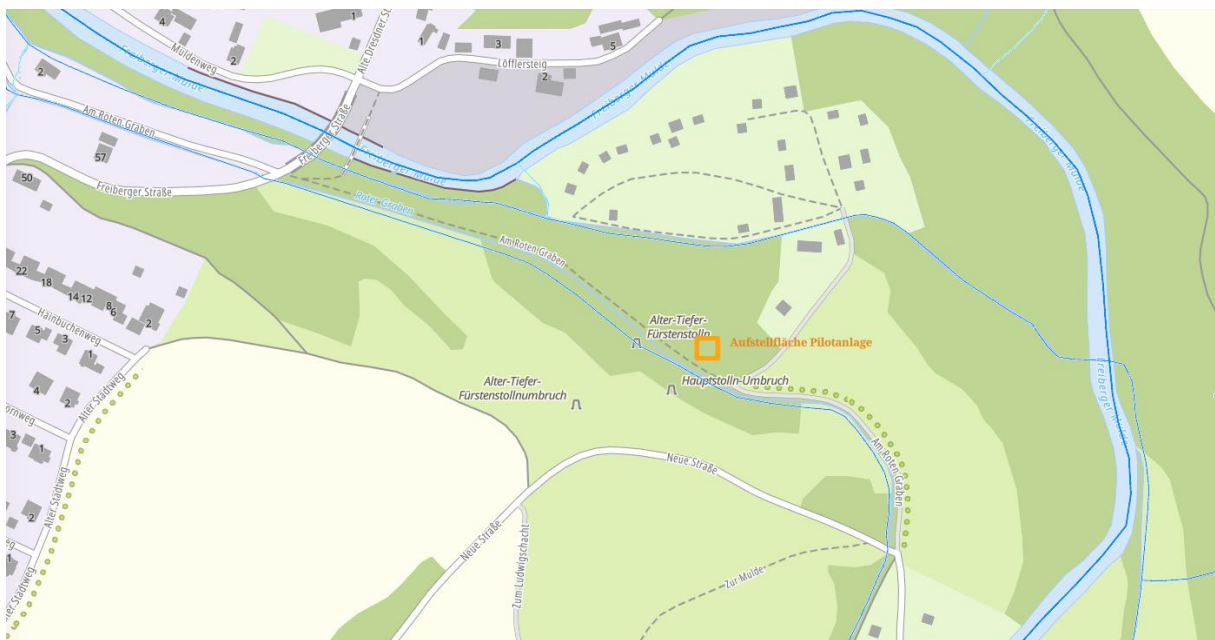
Auf den folgenden Seiten werden die Ergebnisse des Verbundvorhabens »ZauBer – Zukunftsmaterialien aus Bergbauschlämmen«, bearbeitet durch die Verbundpartner Institut für Technische Chemie der TU Bergakademie Freiberg (ITC), Institut für Thermische Verfahrenstechnik der TU Bergakademie Freiberg (ITUN), terra mineralia der TU Bergakademie Freiberg (terra), G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH (G.E.O.S.), Gesellschaft für Injektionstechnik mbH & Co. KG (INTEC), SAXONIA Standortentwicklungs- und -verwaltungsgesellschaft mbH (SAXONIA) sowie Befesa Zinc Freiberg GmbH (assoziiierter Partner) entsprechend der Arbeitspakete (AP) zusammengefasst.

Dieser Bericht fokussiert sich auf die Arbeiten und die Ergebnisse, die maßgeblich durch die SAXONIA erarbeitet worden sind und bildet kurz ab, wozu diese im Gesamtkontext des Vorhabens beigetragen haben.

#### AP 1 Materialentnahme & Charakterisierung der Edukte, Membranscreening, Grubenschlammkataster

Am Fuße des Entwicklungsstandortes Spülhalde Davidschacht befindet sich der Rote Graben (RG). Es handelt sich dabei um ein künstliches Gewässer, das im 17. Jahrhundert angelegt worden ist, um Aufschlagswasser für die Kunstgezeuge und Wassergöpel wichtiger Gruben auf dem Halsbrücker Spat und später auch für die Hütte Halsbrücke zu liefern. Er stellt die oberirdische Verlängerung des Königlich Verträglichem Gesellschaftsstolln (VGS), einem Hauptentwässerungsstollen des Freiburger Bergbaureviers dar. In seinem Verlauf münden weitere Stollenzuflüsse.

Die Stollenwässer des VGS und des Hauptstolln Umbruchs (HSU), die in den RG gelangen (siehe **Abbildung 1**) sind stark mit Schwermetallen, Arsen und Aluminium belastet.



**Abbildung 1:** Lageeinordnung des Roten Graben mit dem HSU und der Aufstellfläche für die Pilotanlage.

Durch Ausfäll- und Absetzprozesse kommt es im RG zu einer starken Sedimentbildung und Schadstoffanreicherung im Sediment. Die Sediment- bzw. Schlammmenge wird auf ca. 13.000 m<sup>3</sup> geschätzt. Das Abflussvermögen ist durch fehlende Unterhaltung sehr stark eingeschränkt (**Abbildung 2**). Infolge dessen kommt es zeitweilig zu einer hydraulischen Überlastung mit der Gefahr des Rückstaus in den VGS. Außerdem kann es durch das stark reduzierte Abflussvermögen im Verlauf des RG in Richtung Vorfluter (Freiberger Mulde) zu

einem unkontrollierten Überlaufen der schwermetallhaltigen Wässer des RG kommen.



**Abbildung 2:** Der mit Schlamm zugesetzte Rote Graben am Mundloch HSU.

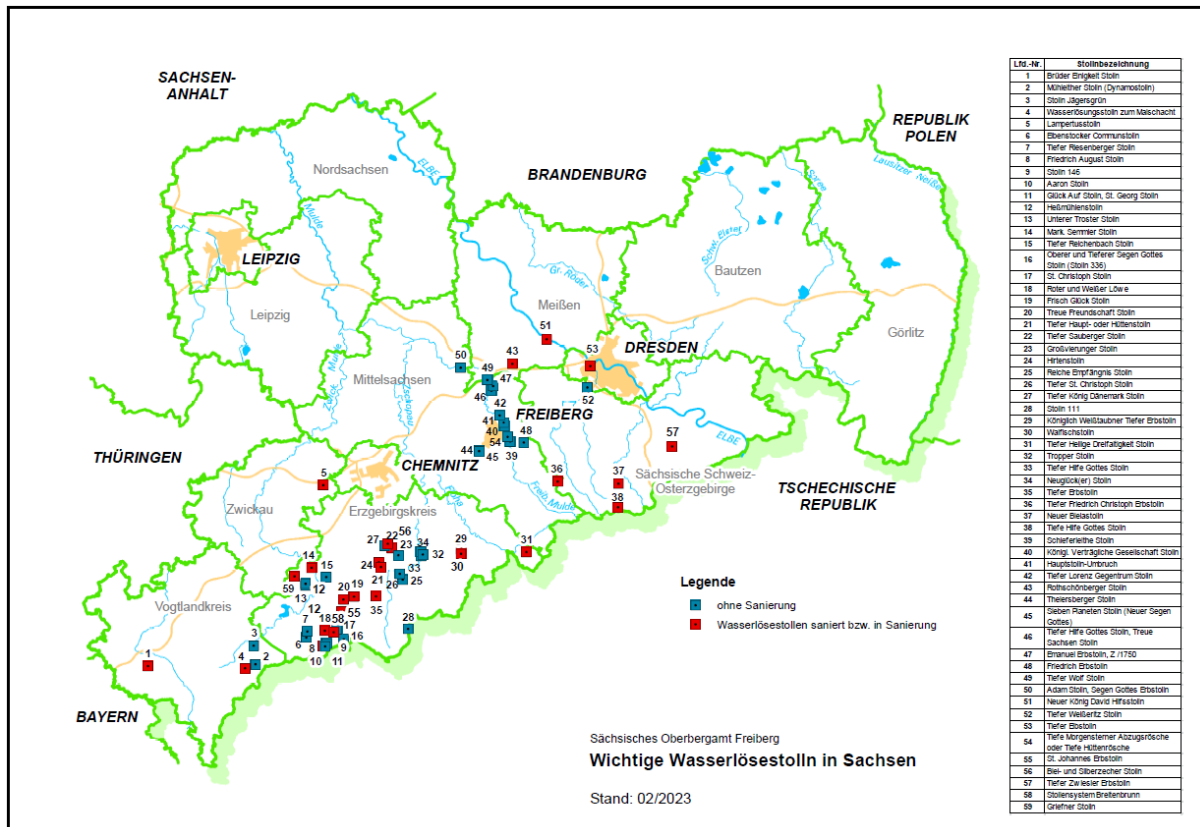
Im Gesamtvorhaben war der RG als Modellstandort zu verstehen, der exemplarisch für die Situation zahlreicher unterirdischer Grubengebäude, Wasserlöseestollen und -gräben steht. Als Anlagenstandort wurde daher eine Fläche direkt am RG gewählt, die sich gegenüber dem Mundloch HSU befand (s. **Abbildung 1**).

### **AP 1.6 – Erstellung Grubenschlammkataster und Genehmigungsmanagement**

Das AP 1.6 beschäftigte sich seitens SAXONIA zum einem mit der Erstellung eines „Grubenschlammkatasters“ ausgewählter sächsischer Hauptentwässerungstollen und zum anderen mit dem Genehmigungsmanagement.

#### **AP 1.6.1: Erstellung Grubenschlammkataster**

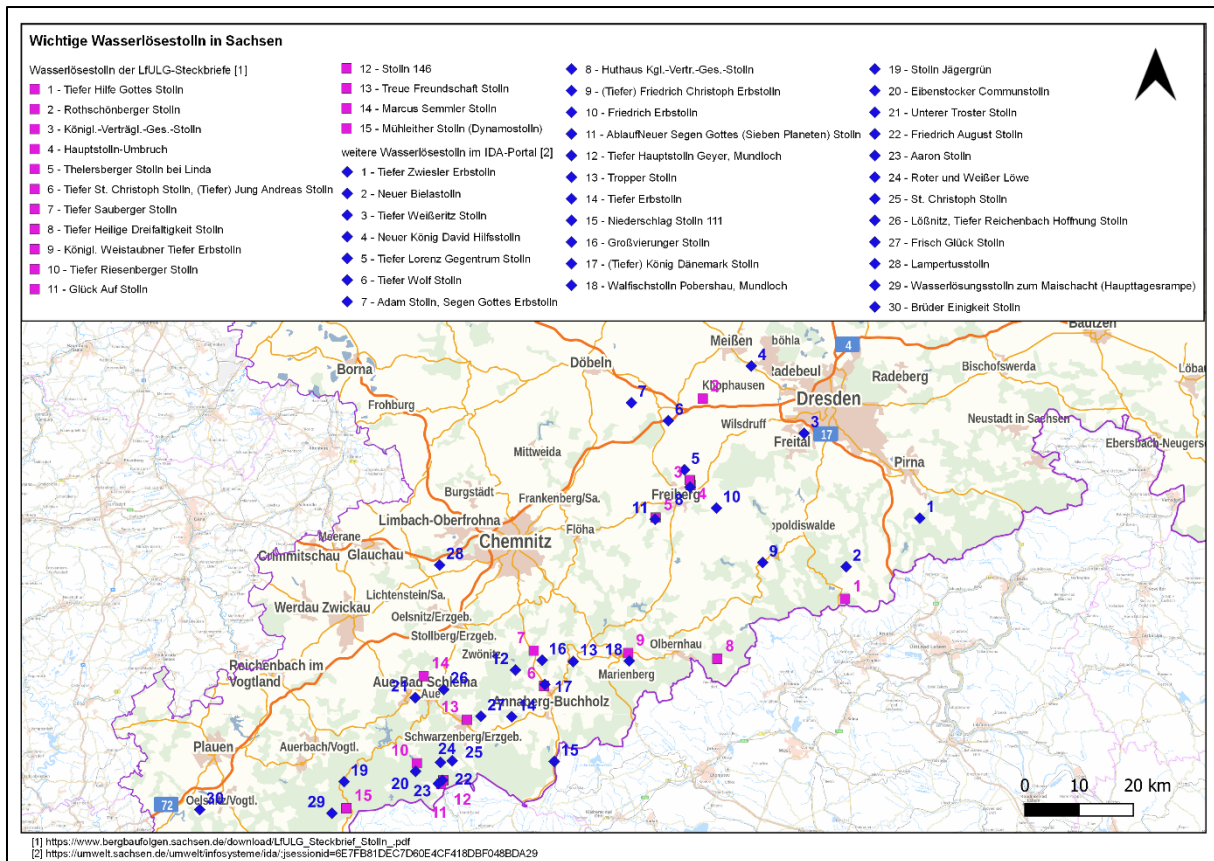
Die wichtigsten sächsischen Wasserlöseestollen sind in **Abbildung 3** dargestellt. Bei den aufgeführten Wasserlöseestollen, die sich innerhalb des Freistaates Sachsen befinden, wird zum einem zwischen Wasserlöseestollen unterschieden, die bereits im Auftrag des Sächsischen Oberbergamtes (SOBA) saniert worden sind oder sich in der Sanierung befinden (rot) und zum anderen gibt es zahlreiche unsanierte Wasserlöseestollen (blau).



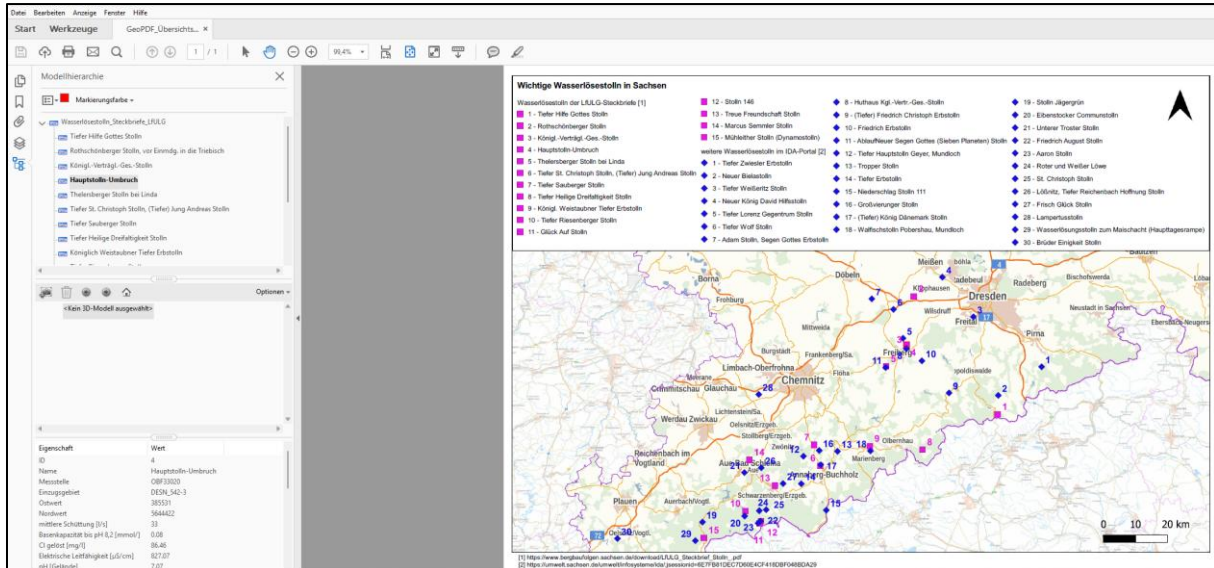
**Abbildung 3:** Karte mit der Lageeinordnung der wichtigsten Wasserlösestollen in Sachsen, die bereits saniert worden sind / sich in der Sanierung befinden (rot) oder bisher noch nicht saniert worden sind (blau). Quelle: Sächsisches Oberbergamt, Stand 02/2023.

Durch das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) wird eine Großzahl dieser Wasserlösestollen 4- bis 12-mal im Jahr beprobt und deren Wässer analysiert. Die Analyseergebnisse können über die Anwendung iDA - *interdisziplinäre Daten und Auswertungen* des LfULG abgerufen werden.

Mittels QGIS wurde durch die SAXONIA auf der Grundlage der zur Verfügung stehenden Informationen (Rechts- und Hochwert) ein Punkt-Shape erzeugt und in ein GeoPDF konvertiert. Die **Abbildung 4** zeigt die Wasserlösestollen, die im iDA-Portal des LfULG aktuell verfügbar sind. Von 15 Wasserlösestollen wurden durch das LfULG sogenannte „Stolln-Steckbriefe“ erstellt. Diese Steckbriefe geben Aufschluss über das Emissionsverhalten des betrachteten Wasserlösestollen. So sind z.B. Informationen zur räumlichen Einordnung, Ort der Probenahme und Daten zur hydrochemischen Beschaffenheit der einzelnen Wasserlösestollen für den Zeitraum 2005 – 2016 aufgeführt. All diese Informationen wurden aus den Steckbriefen mittels QGIS in eine Punktshape-Datei überführt und schließlich in ein GeoPDF überführt. Es handelt sich dabei um ein PDF mit GIS-Funktionalitäten, d.h. in diesem PDF können die Attribute bzw. verfügbaren Daten der dargestellten Wasserlösestollen abgerufen werden. In **Abbildung 5** ist beispielhaft ein solches GeoPDF dargestellt. Das vollumfängliche GeoPDF ist in **Anlage 1** abgelegt.

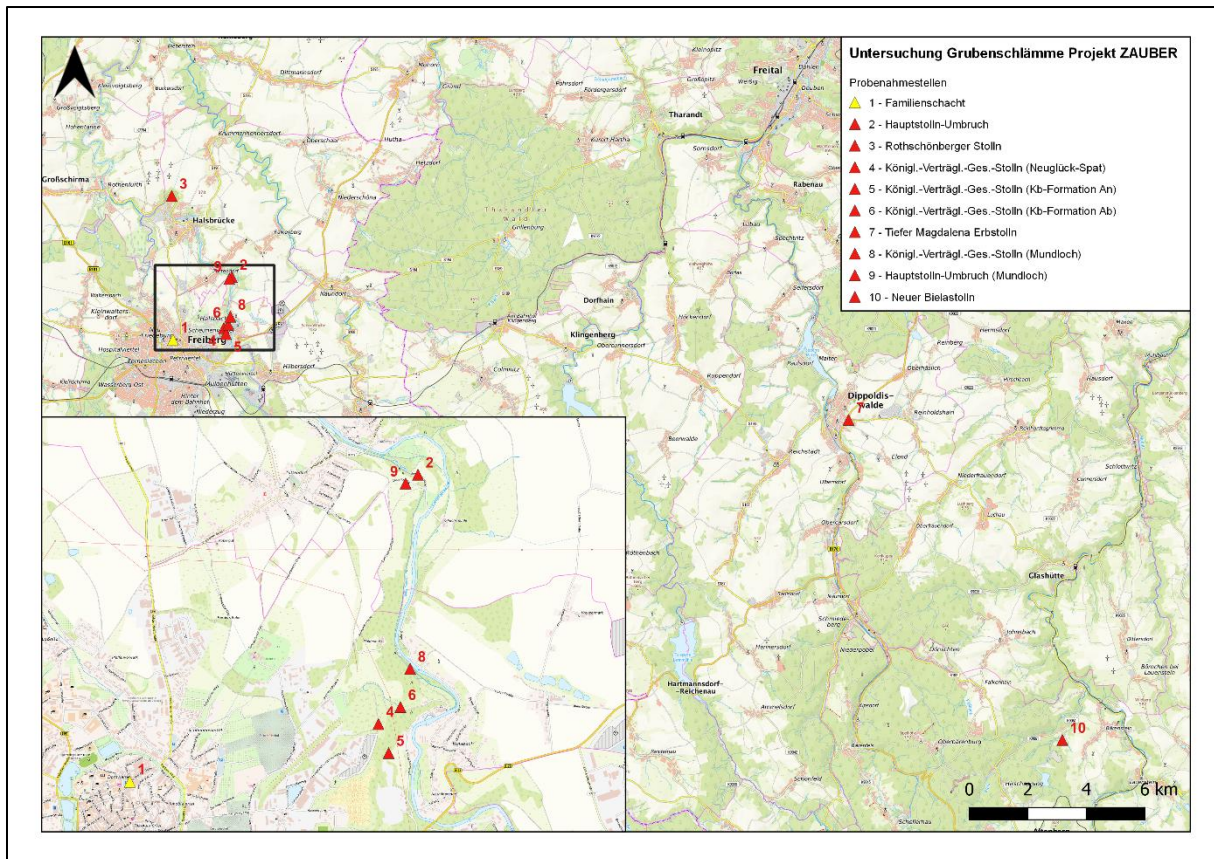


**Abbildung 4:** Darstellung wichtiger Wasserlöseestollen im Freistaat Sachsen.



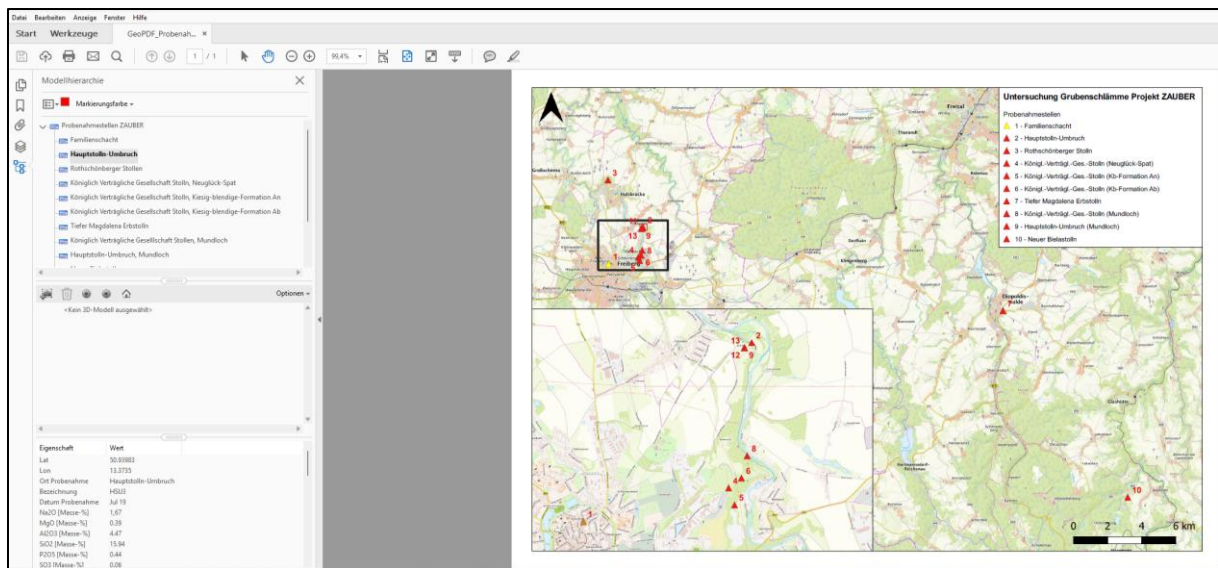
**Abbildung 5:** GeoPDF der Karte mit den wichtigen Wasserlöseestollen im Freistaat Sachsen und der beispielhaften Attributtabelle für den Wasserlöseestollen HSU (rot markiert).

Außerdem wurde im Rahmen der Projektbearbeitung durch den Projektpartner INTEC insgesamt 5 Wasserlöseestollen „befahren“ und an verschiedenen Stellen Schlammproben entnommen. Die beprobten Wasserlöseestollen und die jeweiligen Probenahmestellen sind in **Abbildung 6** dargestellt.



**Abbildung 6:** Probenahmestellen der im Rahmen des Projektes ZaubER beprobten Wasserlösestellen.

Wie in **Abbildung 6** zu sehen ist, befanden sich die beprobten Wasserlösestellen vordergründig im Freiburger Raum. Zusätzlich wurden zwei Wasserlösestellen in Dippoldiswalde und Altenberg beprobte. Mitunter wurden die jeweiligen Wasserlösestellen an verschiedenen Stellen beprobte. Der Wasserlösestellen HSU wurde in mehreren Messkampagnen beprobte. Die Analytik der Grubenschlämme erfolgte mittels Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) durch den Projektpartner ITC. Die chemische Zusammensetzung (Oxide ausgewählter Elemente) der jeweiligen Grubenschlämmprobe wurde in eine Attributtabelle überführt und mittels QGIS in ein GeoPDF überführt. Die **Abbildung 7** zeigt das GeoPDF für die beprobten Wasserlösestellen im Rahmen des Projektes.



**Abbildung 7:** GeoPDF der im Rahmen des Projektes ZauBer beprobten Wasserlösestellen.

Beispielhaft ist in **Abbildung 7** auszugsweise die chemische Zusammensetzung (Element / Oxid) für den Wasserlösestellen HSU dargestellt. Dieses GeoPDF ist auch als **Anlage 2** abgelegt.

Die Ermittlung der Schlammvolumina und der Stollendurchflüsse konnte nach Rücksprache mit dem SOBA jedoch nicht realisiert werden, sodass die Erstellung eines „Grubenschlammkatasters“ im eigentlichen Sinn nicht möglich war.

Die verfügbaren Daten der jeweiligen Wasserlösestellen (45 Stück) wurden dennoch aufbereitet, Punktshape-Dateien mittels QGIS-Anwendung erzeugt und in ein PDF mit GIS-Funktionalitäten, d.h. in ein sogenanntes GeoPDF überführt. Ein solches GeoPDF ist einfach in der Anwendung und könnte zukünftig auf den Webseiten des LfULG oder des SOBA integriert und abgerufen werden.

### **AP 1.6.2: Genehmigungsmanagement**

Ein weiterer Bearbeitungsschwerpunkt seitens SAXONIA stellte das Genehmigungsmanagement dar. Dieses bildete die Grundlage bzw. die Voraussetzung für die Errichtung der geplanten Pilotanlage am Modellstandort Roter Graben und wurde federführend durch die SAXONIA umgesetzt. SAXONIA fungierte dabei als Vermittler / Schnittstelle zwischen den Wissenschaftlern und den Behördenvertretern.

Da sich der Modellstandort an einem künstlich angelegten Gewässer befindet, wurde im Vorfeld der Projektbearbeitung die Untere Wasserbehörde des Landratsamtes Mittelsachsen (uWB) über das geplante Forschungsvorhaben informiert. Außerdem wurde die Gemeinde Halsbrücke, als Eigentümerin von Flurstücken im Bereich des RG, vorab ebenfalls über das Forschungsvorhaben informiert. Die Gemeinde unterstützte das Vorhaben und stellte eine geeignete Fläche für die Errichtung der Pilotanlage zur Verfügung.

Das Antwortschreiben der uWB enthielt Stellungnahmen der einzelnen beteiligten / angefragten Umweltfachbereiche des Landratsamtes Mittelsachsen:

Aus Sicht der unteren Denkmalschutzbehörde gab es gegen das Vorhaben zum temporären Betrieb einer Pilotanlage keine Einwände oder Bedenken.

Seitens der unteren Naturschutzbehörde wurde am Modellstandort eine Biotopkartierung durchgeführt aus der hervorging, dass sich innerhalb der geplanten Aufstellfläche keine gesetzlich geschützten Biotope befinden. Eine mögliche Gehölzentnahme und die Entfernung eines Fledermauskastens im Zuge der Errichtung der Aufstellfläche ist daher mit keiner

erheblichen Biotopbeeinträchtigung verbunden. In unmittelbarer Nähe der Aufstellfläche ist das Flora-Fauna-Habitat (FFH)-Gebiet „Oberes Freiburger Muldental“ verortet (**Abbildung 8**), das durch das Vorhaben jedoch nicht beeinträchtigt wird. Aus naturschutzfachlicher Sicht war am Standort lediglich die Betroffenheit von temporären Brutstätten von Brutvögeln und durch einen am Standort angebrachten Fledermauskasten mit der Betroffenheit von Fortpflanzungs- und Ruhestätten streng geschützter Fledermausarten zu rechnen.



**Abbildung 8:** FFH-Gebiet „Oberes Freiburger Muldental“ im, das an den Modellstandort Roter Graben angrenzt; Quelle: Geoportal Sachsen.

Unter Beachtung von diversen Auflagen wurde dem Vorhaben aus Sicht der zuständigen Naturschutzbehörde zugestimmt. Diese Auflagen beinhalteten Vorgaben bezüglich des Zeitraumes für die Gehölzentnahme und die Entfernung des vorhandenen Fledermauskastens, der durch zwei neue Fledermauskästen zu ersetzen war (Ausgleichsmaßnahme). Der konkrete Standort für diese Ausgleichsmaßnahme wurde bei einem Ortstermin mit der zuständigen Naturschutzbehörde abgestimmt. Die **Abbildung 9** zeigt die beiden Fledermauskästen, die in unmittelbarer Nähe der Aufstellfläche der Pilotanlage durch die SAXONIA gemäß der behördlichen Vorgaben angebracht worden sind.



**Abbildung 9:** Die beiden Fledermauskästen, an den mit der Naturschutzbehörde abgestimmten Bäumen angebracht worden sind; Quelle: SAXONIA.

Die Prüfung der Projektskizze durch den Fachbereich Immissionsschutz ergab, dass aus fachlicher Sicht keine Einwände gegen die Durchführung des zeitlich begrenzten Forschungsvorhabens bestanden.

Aus abfall- und bodenschutzrechtlicher Sicht gab es auch keine Einwände bezüglich des Forschungsvorhabens.

Abwasserfachlich wurde die Projektskizze ebenfalls geprüft und bewertet. Im Ergebnis wurde mitgeteilt, dass ein Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis nach § 8 WHG i.V.m. § 9 SächsWG zur Einleitung von Stoffen (hier behandelte Filtrate aus Schlämmen sowie behandelte Bergbauwässer) bei der uWB zu stellen ist. In dieser Stellungnahme wurde aufgeführt, welche Unterlagen dem Antrag beizufügen sind.

Zusätzlich wurde die untere Bauaufsichtsbehörde ebenfalls um Prüfung und Abgabe einer kurzen Stellungnahme bezüglich der Errichtung der geplanten Pilotanlage gebeten. Aus deren Stellungnahme ging hervor, dass die Errichtung der Pilotanlage einer baurechtlichen Genehmigung nach § 63 SächsBO bedurfte. Außerdem befand sich der Modellstandort Roter Graben im Außenbereich. Folglich war die Einreichung eines Bauantrages erforderlich. Mit der Bauaufsichtsbehörde wurde abgestimmt, welche Unterlagen Bestandteil des Bauantrages waren. Für die Erstellung der erforderlichen Unterlagen war auch die Zuarbeit der anderen Projektpartnern erforderlich. Da die TU Bergakademie im Rahmen des Projektes als „Bauherr“ der Pilotforschungsanlage fungierte, erfolgte auch durch diese die finale Einreichung des Bauantrages bei der zuständigen Bauaufsichtsbehörde mit Schreiben vom 25.08.2023. Im Rahmen des baurechtlichen Genehmigungsverfahrens wurden alle relevanten Umweltfachbereiche des Landratsamtes Mittelsachsen noch einmal beteiligt und um entsprechende Stellungnahme gebeten. Die Nachforderungen der Bauaufsichtsbehörde wurden durch die Projektpartner bearbeitet und erforderliche Unterlagen nachgereicht. Mit Schreiben vom 19.12.2023 wurde die baurechtliche Genehmigung für die Errichtung der temporären Forschungsanlage am Roten Graben erteilt. Diese beinhaltete jedoch neben den fachlichen Hinweisen zur Ausführung und der denkmalschutzrechtlichen Zustimmung auch Auflagen bzw. sogenannte Nebenbestimmungen, die vor der Errichtung der

Forschungsanlage zu berücksichtigen waren. Eine solche Auflage stellte u.a. die Stellungnahme der Gemeinde Halsbrücke dar. Gemäß dieser Stellungnahme bestand für die öffentlich befahrbare Verkehrsfläche eine Lastbegrenzung von 1,5 t. Eine solche Lastbegrenzung wurde jedoch gegenüber den Projektpartnern im Vorfeld keineswegs kommuniziert. Diese Lastbegrenzung resultierte aus der Tatsache, dass sich ca. 50 m östlich der Vorhabenfläche ein historischer Durchlass in Form eines Natursteingewölbes befand. Für dieses Bauwerk lagen der Gemeinde keine näheren Daten bzw. Angaben zur Tragfähigkeit vor. Folglich sollten seitens des Vorhabenträgers Sonderlösungen zur Überwindung des Durchlasses oder zur Befahrung des Wegabschnittes umgesetzt werden, da bei der Anlieferung der Pilotanlage zur Aufstellfläche dieser Wegabschnitt tangiert worden wäre. Daher war die Begutachtung des Gewölbes auf Standsicherheit erforderlich, die Anfang 2024 durch den Projektpartner G.E.O.S. realisiert worden ist. Gemäß dieser Begutachtung war das Natur- bzw. Bruchsteingewölbe deformiert und nicht mehr intakt (**Abbildung 10**, links), sodass die Standsicherheit des Gewölbes nicht mehr gegeben war und folglich die erforderliche Tragfähigkeit des Gewölbes einschließlich des unmittelbar darüber laufenden Radweges für ein Überfahren mittels Kranfahrzeug nicht sichergestellt werden konnte. Aus diesem Grund waren entsprechende Sicherungsmaßnahmen erforderlich. Diese mussten jedoch vorab mit der unteren Denkmalschutzbehörde abgestimmt werden. Als zielführend galt dabei die bergmännische Sicherung des Gewölbes durch die Befüllung des Gewölbes mit geeignetem Beton, um die Tragfähigkeit der baulichen Konstruktion wiederherzustellen (**Abbildung 10**, rechts). Die Sicherungsarbeiten wurden durch den Projektpartner INTEC ausgeführt.



**Abbildung 10:** Natursteingewölbe vor der Sicherungsmaßnahme (links) und nach der Sicherung durch die Verfüllung mit Beton (rechts); Quelle: G.E.O.S.

Neben einer baurechtlichen Genehmigung war außerdem ein Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis zur Einleitung von Stoffen (hier: behandelte Filtrate aus Schlämmen sowie behandelte Bergbauwässer) bei der uWB zu stellen. Im Jahresverlauf 2023 fanden daher diesbezüglich mehrere Abstimmungstreffen zwischen den Projektpartnern statt. Zunächst wurde eine Entwurfsfassung des wasserrechtlichen Antrages erstellt. Diese bildete die Grundlage für einen Scoping-Termin mit der uWB, der am 25.08.2023 stattfand und zur Abstimmung von Unklarheiten sowie der weiteren Vorgehensweise diente. Bei diesem gemeinsamen Abstimmungstermin stellte sich heraus, dass für die Projektdurchführung eine wasserrechtliche Zustimmung der uWB ausreichend war. Die erforderlichen Unterlagen wurden erstellt und durch die TU Bergakademie Freiberg mit Schreiben vom 12.02.2024 bei der uWB eingereicht. Schließlich wurde mit Bescheid vom 02.10.2024 die wasserrechtliche Zustimmung erteilt. Am 18.10.2024 erfolgte in Anwesenheit der Projektpartner eine

Ortskontrolle der Pilotanlage durch die uWB und die mündliche Zustimmung für die Inbetriebnahme der Pilotanlage.

Für den Transport der entwässerten Grubenschlämme von der Pilotanlage am RG zur Weiterverarbeitung am ITC war durch den Vorhabenträger / Abfallerzeuger, der TU Bergakademie Freiberg bzw. ITC, ein Antrag auf Befreiung von Nachweispflichten bei der zuständigen Abfall- und Bodenschutzbehörde zu stellen, da die Grubenschlämme durch diese als Baggergut eingestuft wurde, das gefährliche Stoffe enthält (Abfallschlüsselnummer: 17 05 05\*) und folglich für deren Transport durch den Abfallerzeuger das elektronische Nachweisverfahren zu führen gewesen wäre. Da nur ein Kleinmengenversuch für Forschungszwecke durchgeführt werden sollte, wurde das ITC mit Bescheid vom 26.11.2024 von der Führung der Entsorgungsnachweise sowie der Begleitscheine befreit. Es war nur der Transportbeginn bei der Behörde anzuzeigen, der Bescheid beim Transport mitzuführen und der jeweilige Lieferschein mit konkreter Abfallmenge nach Abschluss der Arbeiten bei der Behörde einzureichen.

#### **AP 4: Test, Bewertung und Bilanzierung der Produkte, Deponiefähigkeit**

Da die Pilotanlage erst zu Projektende in Betrieb genommen werden konnte, konnten seitens der Projektpartner nur wenige Testversuche im Batchbetrieb durchgeführt werden. Die gewonnenen Grubenschlämme (Grubenwasser mit Feststoffanteil) aus dem RG wurden chargenweise innerhalb der Pilotanlage durch eine Kammerfilterpresse gepumpt. Dadurch konnten die festen Bestandteile abgetrennt und der Grubenschlamm entwässert werden. Der entwässerte Schlamm, der sogenannte Filterkuchen, wurde für weitere Versuchszwecke zum Projektpartner ITC transportiert. Das abgetrennte Filtratwasser wurde in der Membrananlage der Pilotanlage zunächst aufkonzentriert und durch die Fällungsanlage gepumpt. Das gereinigte Grubenwasser wurde schließlich direkt in den RG wieder eingeleitet, wenn die behördlich festgelegten Einleitparameter eingehalten wurden.

##### **AP 4.6 Übertragbarkeit und umweltfachliche Bewertung**

###### ***AP 4.6.1: Überprüfung der Übertragbarkeit auf andere Standorte***

In Sachsen gibt es eine Vielzahl von Wasserlösestollen, deren Wässer regelmäßig im Auftrag des LfULG beprobt und analysiert werden. Durch den intensiven Erzbergbau der letzten Jahrhunderte befinden sich viele Oberflächenwasserkörper in Sachsen in keinem guten ökologischen und chemischen Zustand. Genau dort könnten weitere Forschungsarbeiten anknüpfen. Es gibt bereits umfangreiche Daten zur hydrochemischen Beschaffenheit des Grubenwassers der Wasserlösestollen, jedoch keine aktuellen Daten zu den Grubenschlämmen. Angaben zu Schlammvolumina oder Durchflussmengen fehlen oder sind veraltet. Folglich besteht auch hier weiterer Forschungsbedarf. Im Rahmen der Projektbearbeitung war nur ein kleiner Erkenntnisgewinn in Richtung Qualität ausgewählter Grubenschlämme möglich.

Zunächst könnten weitere Standorte betrachtet werden, die ein ähnliches Elementspektrum (As, Pb, Zn, Fe) aufweisen wie der Modellstandort Roter Graben und einen starken Bergbaueinfluss aufweisen. Gemäß der Stoll-Steckbriefe weisen z.B. die Grubenwässer des Glück Auf Stolln im Bergrevier Johanngeorgenstadt sehr hohe Zink- und Eisengehalte auf. Ein weiterer möglicher Modellstandort wäre z.B. die Triebisch mit dem Rothschnöberger Stolln, dessen Grubenwässer ein umfangreiches Elementspektrum mit hohen As-, Fe-, Pb-, Cd-, Cu-, Ni- und Zn-Frachten aufweisen.

Da es sich um eine mobile Containeranlage handelt, kann die Anlage auch auf anderen Standorten ohne großen technischen Aufwand zum Einsatz kommen. Bezüglich der genehmigungsrechtlichen Aspekte für die Aufstellung und Inbetriebnahme an einem anderen Standort kann auf die Erkenntnisse und Erfahrungen aus dem Projekt ZauBer zurückgegriffen werden. Das könnte sich mitunter positiv auf die Genehmigungsfähigkeit auswirken.

Den Angaben des Projektpartners ITC zufolge haben bereits regionale Partner Interesse an der Pilotanlage bekundet.

#### ***AP 4.6.2: Umweltfachliche Bewertung und Verwertungsstrategie***

Auch für die Bearbeitung dieses APs bildeten die gewonnen Versuchsergebnisse aus AP 3 die Grundlage. Durch den Projektpartner ITC wurden mit dem entwässerten Grubenschlamm des Roten Grabens Reduktionsversuche zur Herstellung von Ferrosilizium durchgeführt. Das Ferrosilizium dient als Vorlegierung für die Herstellung von Gusseisen und Stahl.

Des Weiteren wurde durch das ITC aus dem entwässerten und getrocknetem Grubenschlamm (GS Roter Graben 1124) nach entsprechender Aufbereitung ein Geopolymerbeton entwickelt. Die Druckfestigkeitswerten dieses Geopolymerbetons liegen im Bereich von 20-30 N/mm<sup>2</sup>. Das entspricht einem klassischen zementbasierten Beton der Druckfestigkeitsklasse C20/25 und C25/30. Solche Geopolymerbetone könnten Untertage eingesetzt werden, um Bergwerksstollen zu stabilisieren oder zu verfüllen.

Von diesem Geopolymerbeton wurde durch das ITC auch das Elutionsverhalten nach DIN EN 12457-1 untersucht. Dabei war eine Die Rückhaltequote für Schadstoffe, insbesondere für As und Pb von >99 % zu verzeichnen.

Die neu entwickelten Geopolymere könnten zukünftig eine umweltfreundliche Alternative zu herkömmlichen Zement darstellen und würden sich für die Herstellung von stabilen und unbegrenzt recycelbaren Ziegeln eignen.

Für eine umfassende Bewertung bzw. Beurteilung der Umweltauswirkungen und für die Skalierung sowie Optimierung dieser neuartigen Produkte besteht jedoch weiterer Forschungsbedarf. Für den übertägigen Einsatz der Geopolymere müssten umfangreiche Zulassungsverfahren positiv durchlaufen werden. Innovative Bauprodukte bedürfen einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung. Diese regelt die bauaufsichtlich relevanten Eigenschaften des Bauproduktes, dessen Verwendungsbereich sowie Verarbeitung, Transport, Lagerung, Kennzeichnung und Übereinstimmungsbestätigung regelt.

### **AP 5: Begleitende Dokumentation, Ausstellungen, Öffentlichkeitsarbeit, Schüler-Demonstratoranlage**

#### **AP 5.8 Begleitende Dokumentation und Öffentlichkeitsarbeit**

Das AP 5.8 umfasste die Bereitstellung von Dokumenten und Unterlagen zu den Themen Bergbau im Raum Freiberg und Umgebung. Seitens SAXONIA wurden entsprechende Unterlagen aus dem Archiv der SAXONIA zur Verfügung gestellt. Diese Unterlagen bildeten die Grundlage für die Erstellung von Anschauungsmaterialien für die „Mitwachsausstellung“ des Projektpartners terra.

#### ***AP 5.8.1 Bereitstellung / Aufbereitung von Informationsmaterial***

Im Rahmen dieses Aps wurden durch SAXONIA Unterlagen zur Spülhalde Davidschacht und zum Roten Graben zusammengestellt und aufbereitet.

### **Positionen des zahlenmäßigen Nachweises**

Die Ausgaben- und Zeitplanung konnte im Wesentlichen eingehalten werden. Detaillierte Angaben zu den Ausgaben sind dem zahlenmäßigen Nachweisen zu entnehmen.

### **Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten**

Innerhalb der geplanten Projektlaufzeit konnten alle notwendigen Forschungsaufgaben bearbeitet werden. Alle durchgeführten Arbeiten waren notwendig und angemessen.

Der Finanzplan wurde eingehalten, die Hauptziele wurden erreicht.

Der Personaleinsatz war zur Erreichung der Projektziele notwendig und entsprach im Wesentlichen dem Arbeitsplan. Durch das Ausscheiden eines Projektmitarbeiters konnten jedoch die ursprünglich geplanten Personalkosten nicht vollumfänglich abgerufen werden. Die ursprünglich beantragten Reisekosten konnten jedoch nicht in Anspruch genommen werden.

### **Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse**

Die gewonnenen Projektergebnisse können zukünftig bei der Sanierung weiterer SAXONIA-eigener Objekte berücksichtigt werden und die bisherigen Sanierungsmaßnahmen optimieren. So könnten zukünftig auch alternative Baustoffe bei der Stabilisierung von Haldenböschungen zum Einsatz kommen. Die Erfahrungen und Erkenntnisse aus (genehmigungs-)rechtlicher Sicht können bei der Entwicklung zukünftigen Projekte direkt mit einfließen.

Nach Abschluss des Vorhabens verfügt die SAXONIA über das erforderliche Know-how zur Vermarktung in mehreren Bereichen:

- Erarbeitung von Verwertungsstrategien
- Beratung bei der Verwendung neuartiger Baustoffe im Rahmen der Altlastensanierung
- Genehmigungsmanagement bei Forschungsvorhaben
- Bereitstellung von Versuchsflächen
- Entwicklung alternativer und wirtschaftlicher Sicherungs- bzw. Sanierungsmethoden im Kontext der Sekundärrohstoffgewinnung und des Recyclings

Die enge Zusammenarbeit mit Projekt- und Transferpartnern sichert die Überführung von Forschungsergebnissen in praktische Anwendungen.

Außerdem erfolgte die Bekanntmachung der Ergebnisse auf Tagungen und durch Publikationen. Die detaillierte Darstellung der Nutzung und Verwertung der Ergebnisse ist dem Erfolgskontrollbericht der SAXONIA zu entnehmen.

### **Fortschritt Dritter auf dem Gebiet des Vorhabens**

Während der Laufzeit sind den Projektpartnern keine Fortschritte Dritter bekannt geworden, die den Stand der Wissenschaft und Technik gegenüber der Vorrecherche maßgeblich verändert hätten. Einer Verwertung der Vorhabenergebnisse stehen keine Hemmnisse entgegen.

## Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen von Ergebnissen

Die Projektpartner haben im Rahmen ihrer jeweiligen Internetseiten auf das Vorhaben ZauBer verwiesen. Zudem wurde an geeigneter Stelle in den jeweiligen Berichts- und Rechenschaftspublikationen auf das Vorhaben aufmerksam gemacht. Die folgende Auflistung enthält Vorträge, schriftliche Beiträge und Pressemitteilungen, die in Verbindung mit dem Vorhaben ZauBer entstanden sind. Die SAXONIA hat im Rahmen ihrer Öffentlichkeitsarbeit in Form von Vorträgen oder Exkursionen auf das Projekt ZauBer aufmerksam gemacht.

- 01/2022 Kick Off Meeting Projekt ZauBer am 28.01.2022.
- 05/2022 Presseartikel der Sächsischen Zeitung am 13.05.2025. „Freiberger Forscher holen neue Rohstoffe aus altem Erzbergbau“.  
Fernsehbeitrag des Mitteldeutschen Rundfunks (MDR) am 27.05.2022 über das Projekt ZauBer.
- 06/2022 Projekt-Upgrade. Updates, Neuigkeiten und Aktivitäten zum Projekt ZauBer. recomine Sommer-Newsletter vom 03.06.2022.
- 07/2022 recomine-Statusmeeting in Ehrenfriedersorf am 12.07.2022. Treffen aller Bündnispartner. Vortrag zum Projekt.
- 06/2023 recomine-Statusmeeting in Freiberg am 21.06.2023. Treffen aller Bündnispartner. Vortrag zum Projekt.
- 09/2023 technische Eröffnung der Demonstratoranlage am 29.09.2023 auf dem Campus der TU Bergakademie Freiberg.
- 10/2023 Projekt-Upgrade. Updates, Neuigkeiten und Aktivitäten zum Projekt ZauBer. recomine Herbst-Newsletter vom 19.10.2023.
- 04/2024 Exkursion mit der Fachgruppe Bergbaugeschichte am 06.04.2024 in Freiberg mit Bezug zu aktuell laufenden Forschungsprojekten im recomine-Verbund.  
<https://www.saxonia-freiberg.de/ueber-uns/neuigkeiten/exkursion-mit-der-fachgruppe-bergbaugeschichte-der-historischen-freiberger-huettenknappschaft>

# Wichtige Wasserlösestolln in Sachsen



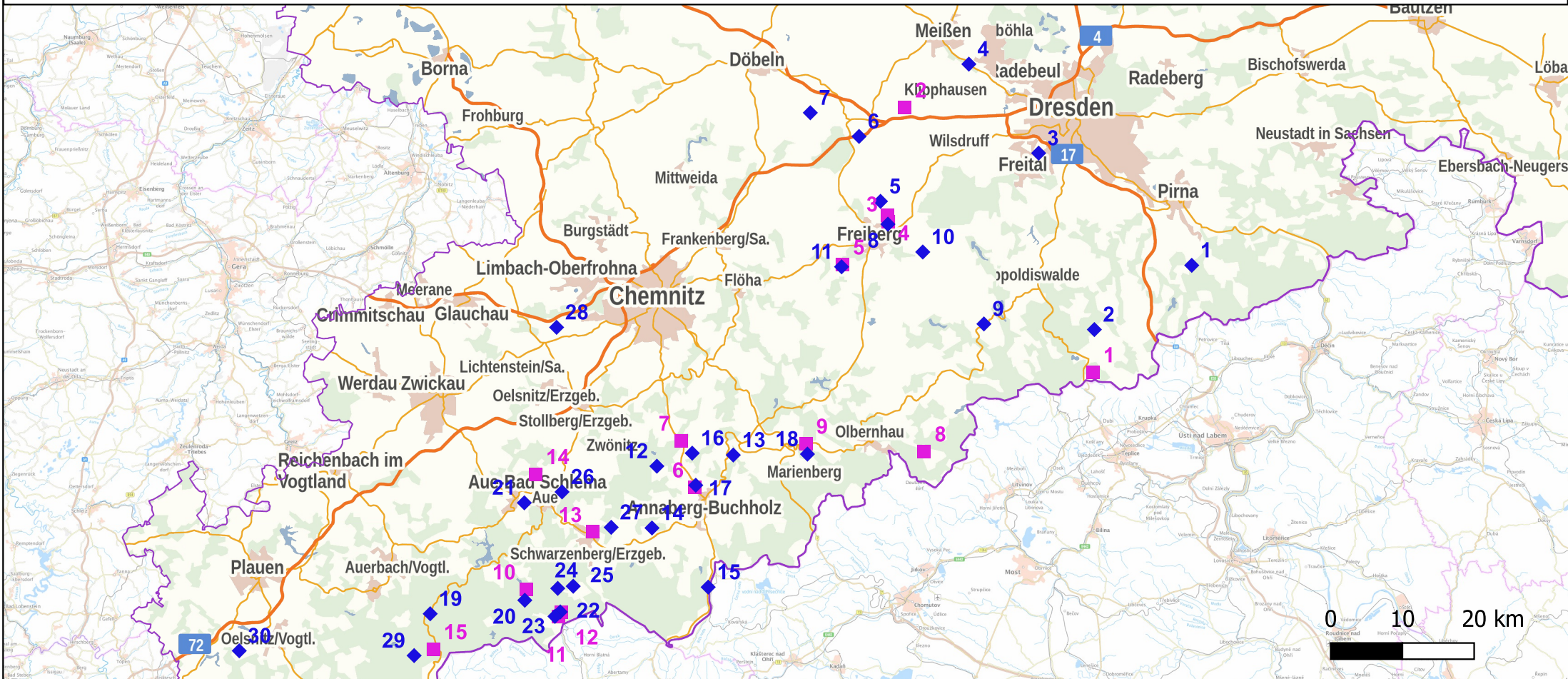
## Wasserlösestolln der LfULG-Steckbriefe [1]

- 1 - Tiefer Hilfe Gottes Stolln
- 2 - Rothschrnberger Stolln
- 3 - Kbnigl.-Vertrgl.-Ges.-Stolln
- 4 - Hauptstolln-Umbruch
- 5 - Thelersberger Stolln bei Linda
- 6 - Tiefer St. Christoph Stolln, (Tiefer) Jung Andreas Stolln
- 7 - Tiefer Sauberger Stolln
- 8 - Tiefer Heilige Dreifaltigkeit Stolln
- 9 - Kbnigl. Weistaubner Tiefer Erbstolln
- 10 - Tiefer Riesenberger Stolln
- 11 - Glck Auf Stolln

- 12 - Stolln 146
  - 13 - Treue Freundschaft Stolln
  - 14 - Marcus Semmler Stolln
  - 15 - Mhleither Stolln (Dynamostolln)
- weitere Wasserlösestolln im IDA-Portal [2]
- ◆ 1 - Tiefer Zwiesler Erbstolln
  - ◆ 2 - Neuer Bielastolln
  - ◆ 3 - Tiefer WeiBeritz Stolln
  - ◆ 4 - Neuer Kbnig David Hilfsstolln
  - ◆ 5 - Tiefer Lorenz Gegentrum Stolln
  - ◆ 6 - Tiefer Wolf Stolln
  - ◆ 7 - Adam Stolln, Segen Gottes Erbstolln

- ◆ 8 - Huthaus Kgl.-Vertr.-Ges.-Stolln
- ◆ 9 - (Tiefer) Friedrich Christoph Erbstolln
- ◆ 10 - Friedrich Erbstolln
- ◆ 11 - AblaufNeuer Segen Gottes (Sieben Planeten) Stolln
- ◆ 12 - Tiefer Hauptstolln Geyer, Mundloch
- ◆ 13 - Tropper Stolln
- ◆ 14 - Tiefer Erbstolln
- ◆ 15 - Niederschlag Stolln 111
- ◆ 16 - GroBvierunger Stolln
- ◆ 17 - (Tiefer) Kbnig Dnemark Stolln
- ◆ 18 - Walfischstolln Pobershau, Mundloch

- ◆ 19 - Stolln Jgergrn
- ◆ 20 - Eibenstocker Communstolln
- ◆ 21 - Unterer Troster Stolln
- ◆ 22 - Friedrich August Stolln
- ◆ 23 - Aaron Stolln
- ◆ 24 - Roter und WeiBer Lwe
- ◆ 25 - St. Christoph Stolln
- ◆ 26 - Lbnitz, Tiefer Reichenbach Hoffnung Stolln
- ◆ 27 - Frisch Glck Stolln
- ◆ 28 - Lampertusstolln
- ◆ 29 - Wasserlsgungsstolln zum Maischacht (Haupttagesrampe)
- ◆ 30 - Brder Einigkeit Stolln



[1] [https://www.bergbaufolgen.sachsen.de/download/LfULG\\_Steckbrief\\_Stolln\\_.pdf](https://www.bergbaufolgen.sachsen.de/download/LfULG_Steckbrief_Stolln_.pdf)  
 [2] <https://umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/ida/?jsessionid=6E7FB81DEC7D60E4CF418DBF048BDA29>

# Untersuchung Grubenschlämme Projekt ZAUBER

## Probenahmestellen

- ▲ 1 - Familienschacht
- ▲ 2 - Hauptstolln-Umbruch
- ▲ 3 - Rothschröner Stolln
- ▲ 4 - Königl.-Verträgl.-Ges.-Stolln (Neuglück-Spat)
- ▲ 5 - Königl.-Verträgl.-Ges.-Stolln (Kb-Formation An)
- ▲ 6 - Königl.-Verträgl.-Ges.-Stolln (Kb-Formation Ab)
- ▲ 7 - Tiefer Magdalena Erbstolln
- ▲ 8 - Königl.-Verträgl.-Ges.-Stolln (Mundloch)
- ▲ 9 - Hauptstolln-Umbruch (Mundloch)
- ▲ 10 - Neuer Bielastolln

