


Exkursionsführer Altbergbau - 06.04.2024

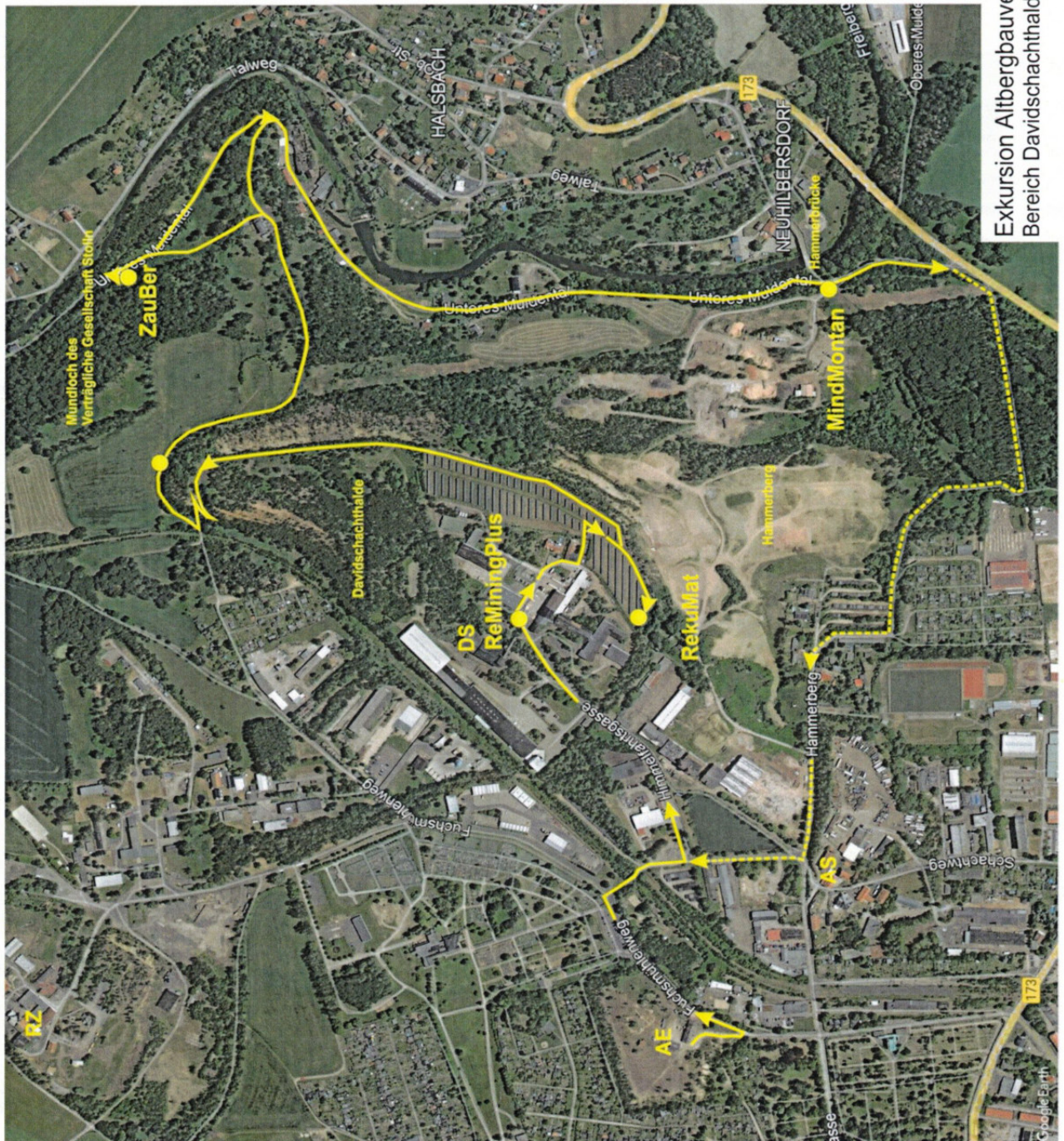
Legende

- AE - Schacht und Halde "Alte Elisabeth"
- RZ - Schacht, Halde und Leihbergwerk
- TU Bergakademie "Reiche Zeche"
- AS - Abrahamschacht
- DS - Davidschacht
- EB - Erzbrautunnel

 Exkursionsroute mit Standortinformationen

Forschungsprojekte im recomine - Verbund

- ReMiningPlus:**
Rohstoffe aus Bergbaualtablagerungen + Entwicklung Rohstoffbewusstsein
- ZauBer:**
Zukunftsmaterialien aus Bergbauschlämmen + Entwicklung Rohstoffbewusstsein
- MindMontan:**
Verminderung von Gewässerbelastungen in der Montanregion
- RekuMat:**
Entwicklung von spezifischen Rekultivierungsmaterial für die qualifizierte Abdeckung von Bergbauhalden



Exkursion Altbergbauverein Freiberg - 06.04.2024
Bereich Davidschachthalde - Roter Graben - Hammerberg

Abbildung 1: Exkursionsroute 06.04.2024 – Altbergbau mit Standorten der Forschungsprojekte im recomine-Verbund

Projekt Remining Plus (Jana Pinka, Philipp Baumgart)

Im Rahmen des BMBF-Programms „WIR! – Wandel durch Innovation in der Region“ sollen modulare Anlagen entwickelt und gebaut werden, um biotechnologisch die Gewinnung von Wertmetallen und nachfolgender Abtrennung von Schadstoffen zu entwickeln und im praktischen Einsatz am Standort der Davidschachthalde zu erproben.

Projektlaufzeit: 09.12.2021 – 31.10.2024, Förderkennzeichen: FKZ: 03WIR190 BMBF

Projektpartner:

- G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH
- Helmholtz Institut Freiberg für Ressourcentechnologie
- SAXONIA Standortentwicklungs- und -verwaltungsgesellschaft mbH
- GEOPARK Erlebnis Tharandter Wald e.V.
- Kaden & Döring OHG.

WIR SIND ERDGESCHICHTE

geopark
SACHSENS MITTE
NATIONALER GEOPARK

ROHSTOFFE aus alten Bergbauhalden

Wertelemente gewinnen
Gefahrenstoffe beseitigen • Restabfälle verwerten

Bewertung der Abbauwürdigkeit
Bergbauhalde → Erkundung Probenentnahme → Analyse

Entwicklung effektiver Verfahren
Versuchserien im Labormaßstab → Versuchsanlage im Pilotmaßstab

Umsetzung in der Praxis
Einbindung und Beteiligung der Öffentlichkeit → Abbau

Ergebnisse

- Gewinnung Wertstoffe (z.B. Indium, Zink, Kupfer, Cobalt)
- Bindung Gefahrstoffe (Umweltschutz)
- Verwertung Restabfälle (Baumaterial)
- Sanierung der Bergbauhalde (Sicherung, Renaturierung)

Rohstoffbewusstsein fördern und die Region unterstützen – stark!

Geopark Sachsen Mitte e.V.
Talstraße 7 • 01738 Dorfhain • Tel.: 035055 696820
kontakt@geopark-sachsen.de • www.geopark-sachsen.de

WIR SIND ERDGESCHICHTE

geopark
SACHSENS MITTE
NATIONALER GEOPARK

REMINING Bergbau 2.0

BMBF-Forschungsprojekt **ReMining^{PLUS}**
Davidschachtspülhalde Freiberg

Der Hintergrund und die Zielstellung

Bergbau und Erzaufbereitung sind immer mit dem Anfall von Reststoffen verbunden, welche in der Vergangenheit auf Bergbauhalden verbracht wurden. Diese weisen unter heutigen technologischen Gesichtspunkten oft noch erhebliche Mengen an Wertstoffen auf und werden für den Weltmarkt im Zuge des globalen Rohstoffhungers zunehmend interessanter.

Innerhalb von **ReMining^{PLUS}** soll mittels einer modularen Pilotanlage die Wertstoffgewinnung (In, Zn, Pb, Cu, Co), die Nutzung inerte Bestandteile (z.B. als Baustoff) und die Beseitigung/Immobilisierung der Restschadstoffe aus Haldenmaterial weiter erforscht werden.

Die Projektpartner

HiF HELMHOLTZ-INSTITUT FREIBERG FÜR RESSOURCENTECHNOLOGIE
SAXONIA Standortentwicklungs- und -verwaltungsgesellschaft mbH
geopark SACHSENS MITTE NATIONALER GEOPARK
KD KADEN & DÖRING OHG
G.E.O.S. INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

Davidschachtspülhalde Freiberg

Alte Bergbauhalden enthalten noch erhebliche Mengen an Wertstoffen. Durch **ReMining** sind diese gewinnbar.

Die 3D-modellierte Halde zeigt die Konzentration des wichtigsten Zinkerzes, dem Mineral Sphalerit, mit Anteilen von Indium und Gallium im Haldenkörper in Gewichtsprozent.

Geopark Sachsen Mitte e.V.
Talstraße 7 • 01738 Dorfhain • Tel.: 035055 696820
kontakt@geopark-sachsen.de • www.geopark-sachsen.de

Abbildung 2: Flyer zum Projekt ReMiningPlus im Forschungsverbund recomine

Altlastenprojekt SAXONIA (Sabine Meißner)

Ausgangssituation

Durch das ehemalige Bergbau- und Hüttenkombinat Albert Funk und dessen Vorgänger wurde bis 1990 auf vier großen Standorten im Freiburger Raum Bergbau- und Hüttenindustrie betrieben. Dazu zählen die Hütte Freiberg, die Hütte Halsbrücke, Muldenhütten und der ehemalige Erzaufbereitungsstandort Davidschachtkomplex (Abbildung 3).

Die Berge- und Schlackehalden und die ehemaligen Produktionsstandorte wiesen aufgrund ihrer Schadstoffemissionen durch ihre Lage zu Baugebieten und zum Oberflächenwasser ein hohes Gefährdungspotential auf.

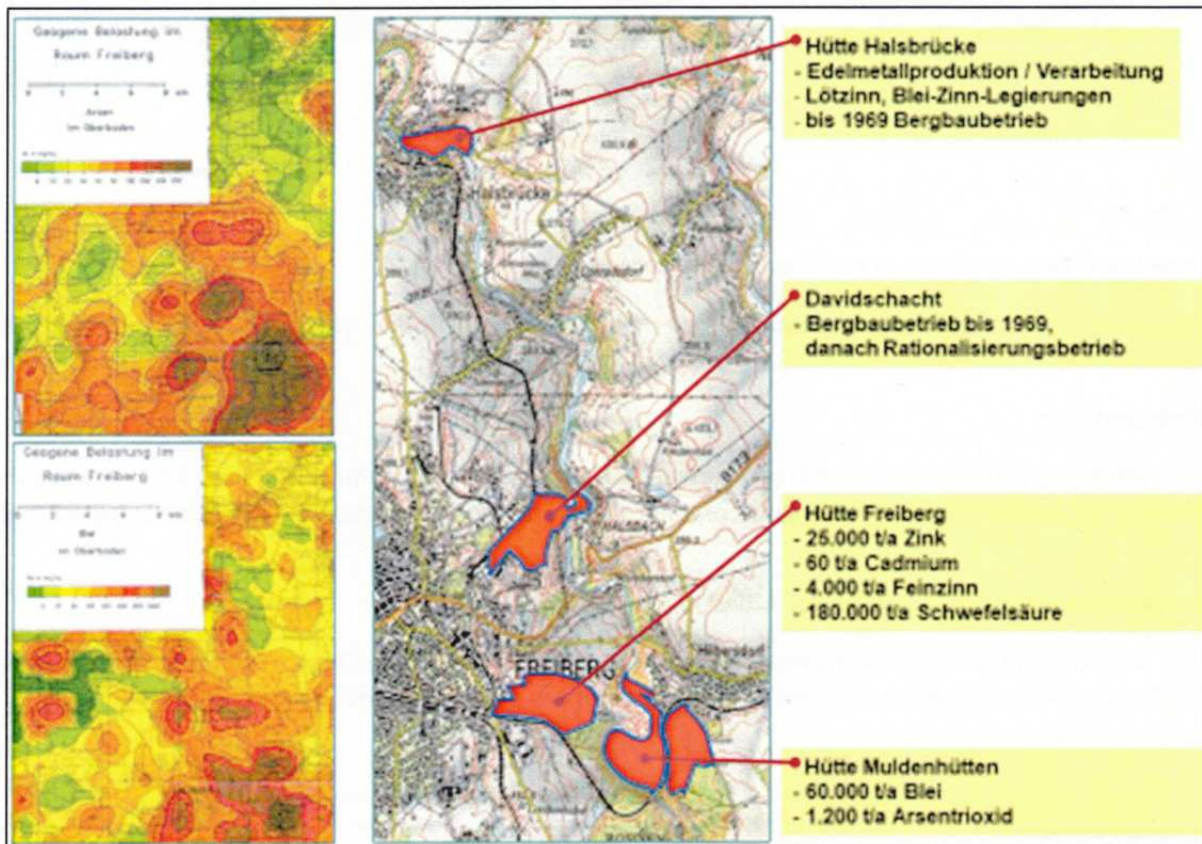


Abbildung 3: Geogene Arsen- und Bleibelastung (links) und die vier Hauptstandorte der Bergbau- und Hüttenindustrie im Freiburger Raum.

Zielstellung

Durch geeignete Maßnahmen sollten die Schadstoffemissionen auf ein standortspezifisch verträgliches Maß gemindert werden. Den Schwerpunkt bildeten dabei die Unterbindung der Ausbreitung über den Luftpfad (Staub) und die deutliche Reduzierung der Belastung über den Wasserpfad. Die Sanierung sollte nutzungsbezogen, zum Teil investitionsvorbereitend bzw. – begleitend erfolgen. Hinsichtlich der Nachnutzung stand die gewerbliche Nutzung im Vordergrund, gefolgt von der Gewinnung regenerativer Energien in Form von Freiflächen-Photovoltaikanlagen und schließlich eine Renaturierung. Die erfolgreiche Umsetzung und der zeitgerechte Abschluss der Altlastenbearbeitung bildete das sogenannte Rahmensanierungskonzept.

Im Rahmen des Altlastenprojektes SAXONIA, das auch als Ökologisches Großprojekt SAXONIA bekannt ist, wurden im Zeitraum von 1993 bis 2013 mehr als 400 Maßnahmen an mehr als 50 Objekten durchgeführt.

Umsetzung

Die Sicherung der Halden erfolgte durch eine mineralische Abdeckung bzw. Abdichtung, die in Abhängigkeit des zu sanierenden Objektes und des Sanierungszieles eine unterschiedliche Abdeckgüte besaß. Unterschieden wurde dabei vordergründig zwischen der Abdeckgruppe A und der Abdeckgruppe B (Abbildung 4).

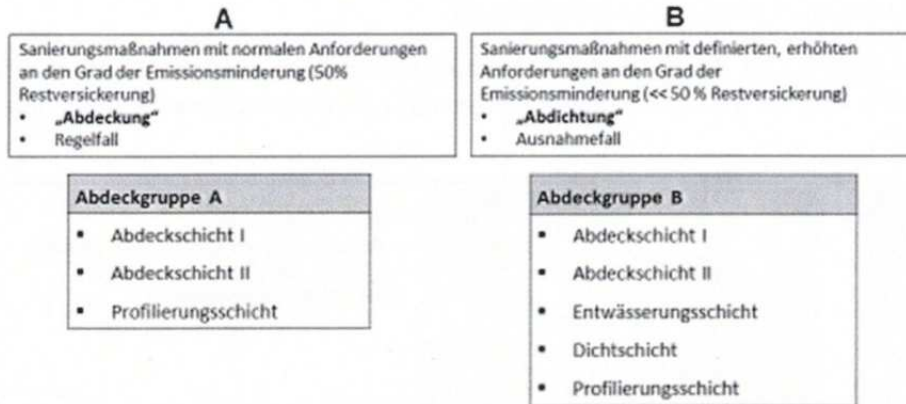


Abbildung 4: Abdeckungsarten im Altlastenprojekt SAXONIA.

Mineralische Baustoffe, Kunststoffdichtungsbahnen, Asphalt oder TRISOPLAST® (Sand-Bentonit-Gemisch unter Zugabe eines Polymers) dienen als Dichtstoffe.

Folgenutzung

Die sanierten Standorte werden heute gewerblich oder industriell genutzt (z.B. das SAXONIA-Areal), dienen als Standort für die Erzeugung regenerativer Energien oder stellen naturnahe Lebensräume dar.

Bodenverwertung im Rahmen der Altlastensanierung

Die Böden im Freiburger Raum weisen nicht nur montan oder anthropogen, sondern auch geogen bedingt, erhöhte Gehalte an As und Schwermetallen wie Blei und Cadmium auf.

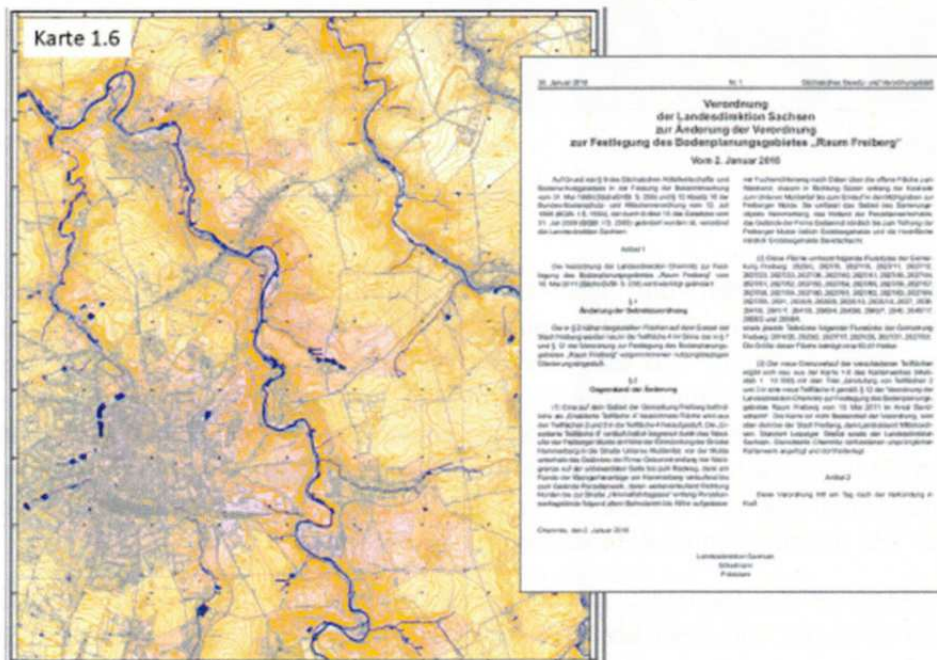


Abbildung 5: Bodenverwertung nach der Bodenplanungsgebietsverordnung der Landesdirektion Sachsen.

Standort Davidschachtkomplex

Der Davidschachtkomplex wurde mit der Aufnahme der Förderung auf der Himmelfahrt Fundgrube in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts schrittweise aufgebaut und erweitert. Die Schachanlage selbst wurde 1835 angelegt und diente als Hauptförderschacht und ausziehender Wetterschacht (Abbildung 6). Der Davidschacht wurde wie alle Schachanlagen in Freiberg 1913 zunächst stillgelegt.

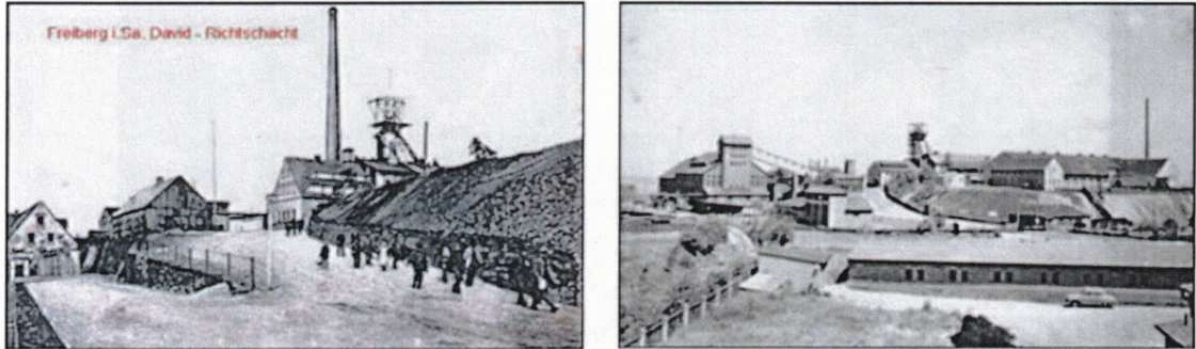


Abbildung 6: Davidschacht 1912 (links) und nach der Stilllegung 1969 (rechts).

Während der vierten Hauptperiode des Freiburger Erzbergbaus war der Davidschacht neben der Reichen Zeche der Hauptförderschacht, was durch die riesigen Haldenflächen (Bergehalde mit zwei Spülhalden) heute noch bezeugt wird (Abbildung 7). Es sind vorwiegend Blei-, Zink-, Arsen- und Schwefelerze gefördert worden. Ab der Mitte der 30er Jahre des letzten Jahrhunderts wurde der Freiburger Bergbau schrittweise wieder aufgenommen. Die bestehende Aufbereitungsanlage am Davidschacht wurde durch eine neue Flotationsanlage ersetzt, die 1943 in Betrieb genommen worden ist. Durch diese Anlage sollte auch erzarmes Gestein wirtschaftlich vertretbar verarbeitet werden. Durch die kontinuierliche Erzförderung und –aufbereitung wurde ab 1951 eine neue Spülhalde angelegt. In diese Spülhalde wurden die Rückstände der Erzaufbereitung eingeleitet. Die Spülhalde Davidschacht war bis 1964 in Betrieb.

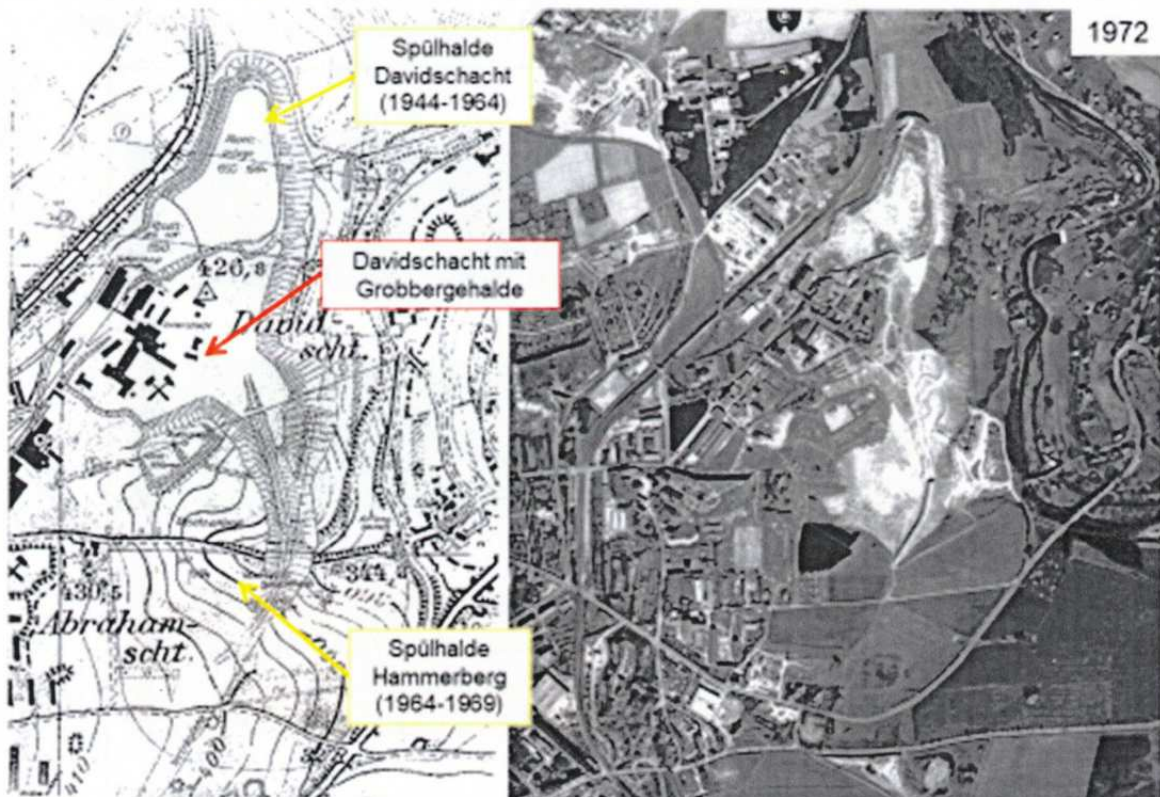


Abbildung 7: Standort Davidschachtkomplex mit den beiden Spülhalden und der Grobbergehalde.



Abbildung 8: Davidschachtkomplex vor der Sanierung.

Für den gesamten Davidschachtkomplex wurde Mitte der 1990er eine Historische Erkundung durchgeführt. Im Ergebnis resultierte für das Davidschachtgelände als Handlungsbedarf eine Orientierende Erkundung. Dabei wurde festgestellt, dass die Existenz von Altlasten eine gewerbliche Nutzung nicht einschränkt, sodass umfassende Sanierungsplanungen nicht durchgeführt worden sind. Die abgelagerten Grobberge stellen ursprünglich keine Gefahrenquelle dar. Erst Untersuchungen, die im Rahmen der Wasserrahmenrichtlinie der EU durchgeführt worden sind, führten zu neuen Erkenntnissen und zu einem Umdenken hinsichtlich der Gefährdungssituation.

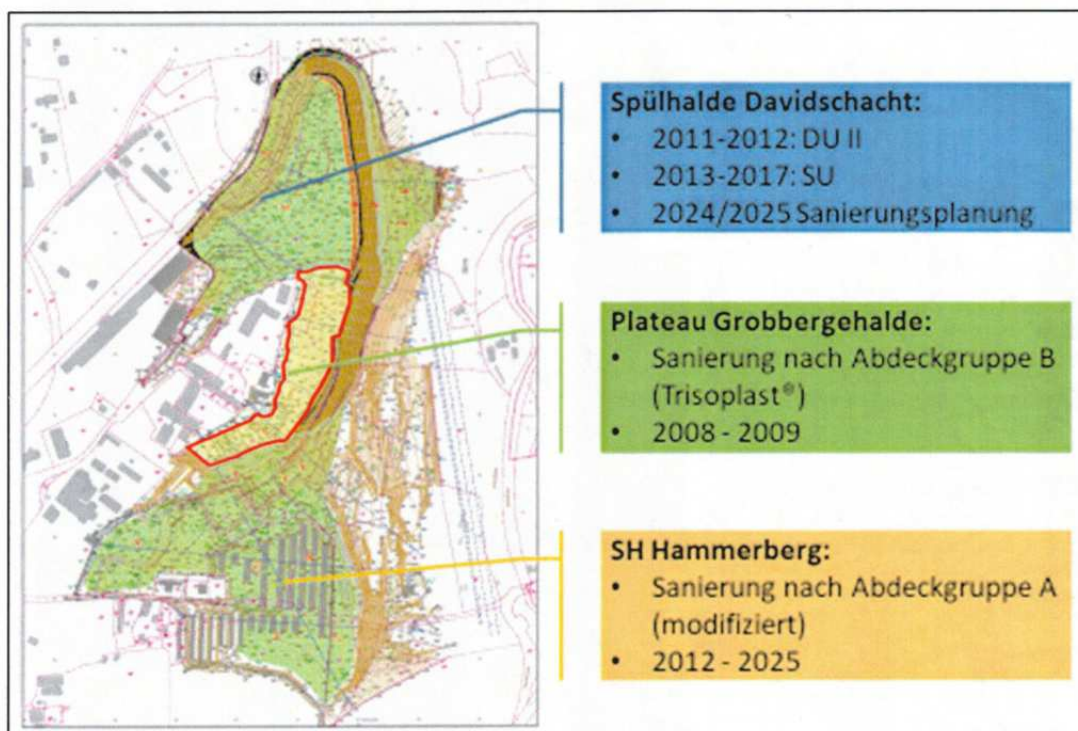


Abbildung 9: Bearbeitungsstand der Altensanierung der drei Teilobjekte des Davidschachtkomplexes.

Sanierung Plateau der Grobbergehalde

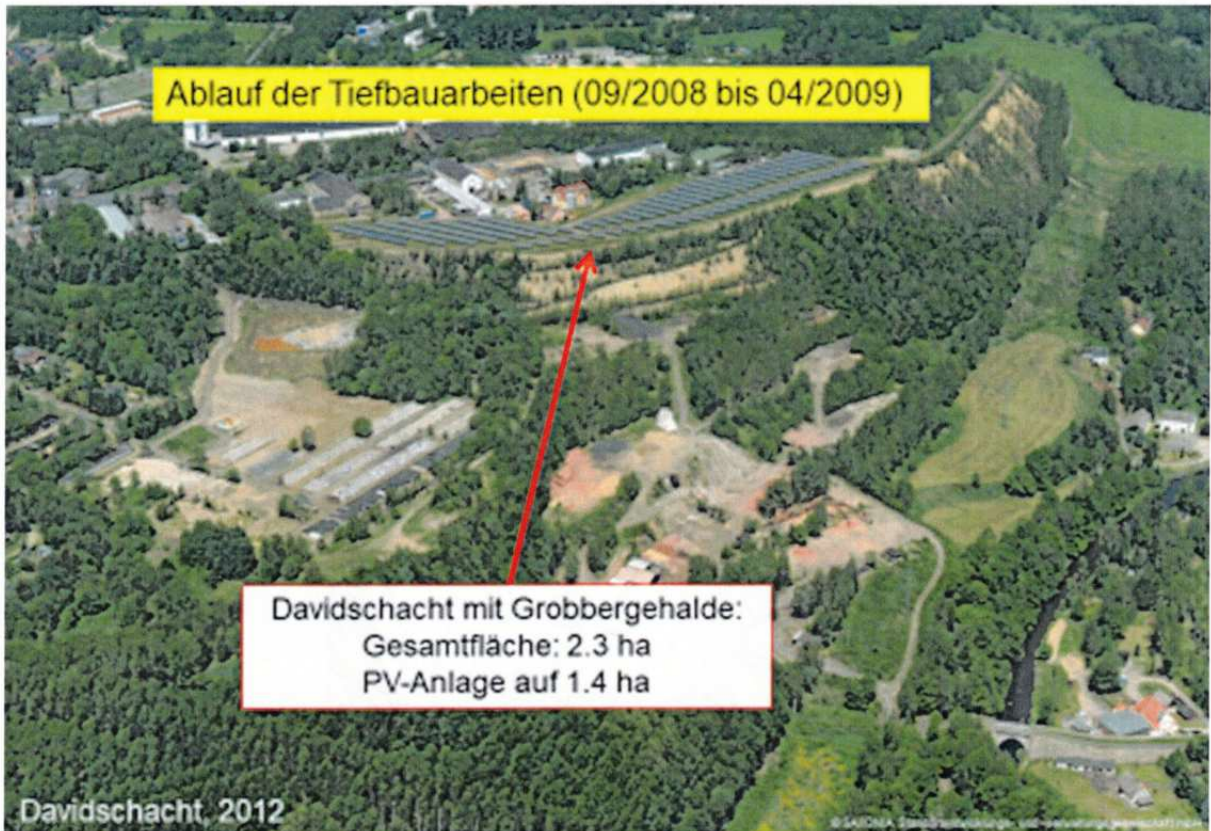


Abbildung 10: Davidschacht mit Grobbergehalde und PV-Anlage

Durch die behördlich abgestimmte Sicherungsvariante sollte die Versickerung auf dem Plateau fast vollständig verhindert werden. Als Dichtstoff wurde TROSOPLAST® verwendet. Im Rahmen der Sanierungsmaßnahme mussten neben den baurechtlichen sowie bodenschutzrechtlichen Vorgaben auch die Belange des Natur- und Denkmalschutzes mit berücksichtigt werden.

Spülhalde Hammerberg

Nach dem Erschöpfen des maximal möglichen Einspülvolumens der Spülhalde am Davidschacht wurde am Hammerberg eine neue Absetzanlage zur Förderung und Aufbereitung der Erze errichtet. 1960 wurde mit den Arbeiten begonnen. Um das bisherige Kerbtal abzuriegeln wurde ein Hochdamm aus dem Grobbergematerial des Davidschachtes errichtet.

Die Spülhalde Hammerberg umfasst insgesamt drei Teilobjekte (Abbildung 11):

- das eigentliche Spülbecken Hammerberg
- die Vorklärbecken I und II
- und den Grobbergedamm

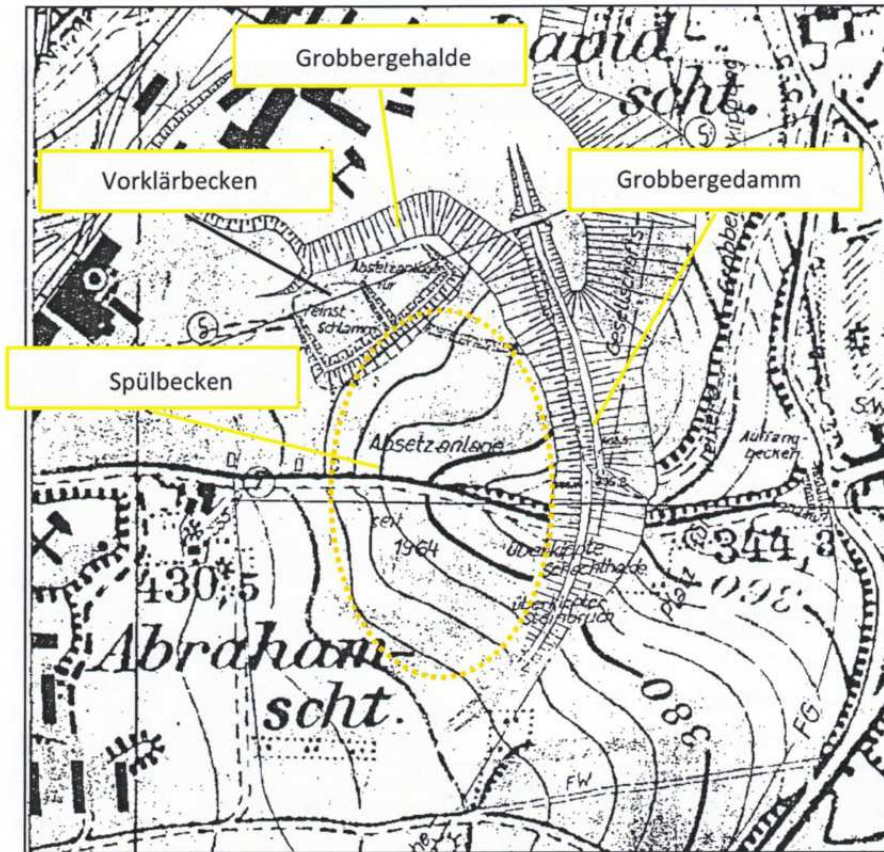


Abbildung 11: Lage der Teilflächen der Spülhalde Hammerberg auf der Grundlage historischer Risskarten.

Die Spülhalde Hammerberg ging 1964 in Betrieb und wurde bis zu Einstellung des Freiburger Bergbaus im Juni 1969 genutzt. Bis zu deren Stilllegung sind ca. 330.000 m³ Spülgut der Erzaufbereitung eingespült worden. Die ursprüngliche Kapazität der Anlage wurde bei weitem nicht erreicht. Der ursprüngliche Hochdamm bzw. der sogenannte Grobbergedamm wurde im Zuge der Haldenrückgewinnung bis auf das Niveau des Einspülgutes zurückgebaut.

In den 1980ern wurde die Geländeoberfläche der Spülhalde für eine weitere Nutzung mit Bauschutt befestigt und als Garagenstandort genutzt. Als der Garagenkomplex zunehmend von Vandalismus und großen Müllablagerungen geprägt war, begann die SAXONIA 2010 mit der Beräumung und dem Abbruch der Garagen. Die Müllablagerungen wurden entfernt und fachgerecht entsorgt.

Im Rahmen des Altlastenprojektes der SAXONIA wurden erste Erkundungsmaßnahmen durchgeführt und im Ergebnis dieser Untersuchungen ein Sanierungserfordernis für die Spülhalde Hammerberg festgestellt. Seit 2012 erfolgt die Sicherung und Sanierung der Spülhalde Hammerberg durch eine mineralische Oberflächenabdeckung in Verbindung mit einer Geländekontuierung. Das Sanierungsziel besteht in der standsicheren Endkontuierung und der abdeckenden Verwahrung mit einer erosionsverhindernden Erstbegrünung.



Abbildung 12: Spülhalde Hammerberg mit Garagenkomplex vor der Sanierung (links) und sanierungsvorbereitende Maßnahmen (rechts).

Der Aufbau der Abdeckung und die räumliche Verteilung der zu verwendenden Bodenmaterialien erfolgt in Anlehnung an vergleichbare Projekte der SAXONIA und gemäß der mit der zuständigen oberen Bodenschutzbehörde abgestimmten und genehmigten Grenzwerte. Die zur Profilierung eingesetzten Materialien weisen im Vergleich zur vorhandenen Vorort-Hintergrundsituation erheblich geringere Schwermetall- und Arsenkonzentrationen auf, so dass keine Verschlechterung auftritt. Für die oberste durchwurzelbare Bodenschicht gelten besondere bodenschutzrechtliche Vorgaben.



Abbildung 13: Das fast fertiggestellte Plateau der Spülhalde Hammerberg.

Die Sanierungsmaßnahme Spülhalde Hammerberg ist weitestgehend abgeschlossen. Nach Abschluss der Sanierungsmaßnahmen erfolgt die Renaturierung der Fläche.

Grobbergedamm

Wie in Abbildung 11 zu sehen ist, stellt der Grobbergedamm die Verlängerung der Grobbergehalde dar und befindet sich zwischen dem Plateau der Spülhalde Hammerberg und dem Betriebsgelände der Firma Gelsenrot – Spezialbaustoffe GmbH. Er ist die östliche Begrenzung der Spülhalde Hammerberg und wurde zur Abriegelung des Kerbtals errichtet. Die maximale Böschungshöhe des Grobbergedammes beträgt 30 m. Diese ist gleichzeitig die größte Höhe des Urgeländes. Aufgrund von Haldenrückgewinnungsarbeiten variiert der Böschungswinkel des Dammes zwischen 38,5° und 34°. Die Schüttkörpermächtigkeit nimmt gemäß der Morphologie des Kerbtals in nördliche, südliche und westliche Richtung ab.

In Erweiterung der Sanierungsmaßnahme Spülhalde Hammerberg ist die Sicherung des Grobbergedammes geplant. Für diese Sicherung ist eine Vorschüttung bzw. der Aufbau eines mineralischen Stützkörpers an den Grobbergedamm vorgesehen.

Altdeponie Porzellanwerkshalde

Den westlichen Anschluss an die Spülhalde Hammerberg bildet die Altdeponie Porzellanwerkshalde, die sogenannte „Scherbehalde“ des ehemaligen Porzellanwerkes. Der Aufbau dieser Halde wird vordergründig geprägt von Ascheablagerungen, Bodenmaterial, Bauschutt und Gips.



Abbildung 14: Altdeponie Porzellanwerkshalde vor der Sanierung mit Gipsablagerungen, Scherben und Bauschutt.

Im Ergebnis der Deponieerkennung nach Sächsischer Stilllegungsmethodik wurde für die Altdeponie Porzellanwerkshalde ein Sanierungserfordernis mit dem Schwerpunkt der Minimierung des Sickerwasserpfadest festgestellt. Die behördlich abgestimmte Sanierungsmaßnahme beinhaltete die Sicherung der Porzellanwerkshalde durch eine mineralische Oberflächenabdeckung in Verbindung mit einer Geländekonturierung. Die Sicherung und Sanierung der Altdeponie Porzellanwerkshalde erfolgte im Frühjahr 2023 gemäß behördlich abgestimmter Qualitätssicherungsmaßnahmen. Die verwendeten mineralischen Materialien unterlagen vor dem Einbau der Eigen- und Fremdprüfungen entsprechend der Anforderungen des Qualitätsmanagementplanes. Nach Einbau der Rekultivierungsmaterialien erfolgte die Ansaat von Landschaftsrasen mit Kräutern.



Abbildung 15: Sanierte Altdeponie Porzellanwerkshalde mit Erstbegrünung (links) und nach der Mahd (rechts).

Mittlerweile wurde auf dem Plateau der Altdeponie Porzellanwerkshalde ein neuer Komplexlebensraum für Reptilien (Zauneidechse) durch die Anlage von Lesesteinhaufen mit Sandlinsen, Wurzelstubben und Reisighaufen geschaffen. Im Haldenvorland ist die Anpflanzung eines standortgerechten Laubmischwaldes vorgesehen.

Porzellanwerk Freiberg

Der Standort des ehemaligen Porzellanwerkes stellt aktuell eine Brachfläche dar, die ein Teilbereich des Gewerbegebietes Davidschacht darstellt. In nördlicher Richtung schließen sich die ehemaligen Bergwerksanlagen des Davidschachtes an. Östlich wird der Standort durch die Altdeponie Porzellanwerkshalde und die Spülhalde Hammerberg begrenzt. Südlich befindet sich der Abrahamschacht und in westlicher Richtung grenzt unmittelbar der Erzwäscheteich an.



Abbildung 16: Ehemaliges Porzellanwerksgelände mit Erzwäscheteich 2012.

Das Grundstück des ehemaligen Porzellanwerkes wurde ursprünglich im Zeitraum von 1889 bis zur Einstellung des Freiburger Bergbaus 1913 als Zentralwäsche der Himmelfahrtfundgrube betrieben.

Danach kam es zu einem häufigen Besitzer- und Produktionswechsel (s. Tabelle 1). 1945 erfolgte die Übernahme des Grundstückes durch den VEB Porzellanwerk Freiberg. Auf dem Gelände wurde bis 1996 Porzellan produziert. Seit Mitte der 1990er Jahre wurde der Standort nur noch teilweise nachgenutzt. Ein großer Teil der Produktionsanlagen wurde demontiert und die Gebäude wurden größtenteils beräumt.

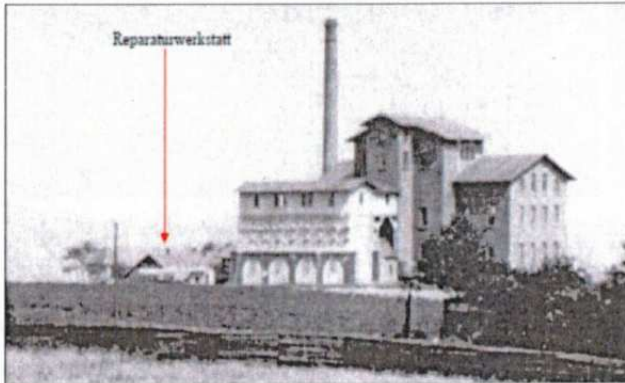


Abbildung 17: Zentralwäsche um 1906 mit Reparaturwerkstatt. Abbildung 18: Errichtung der Tunnelofenhallen 1961.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Nutzungsarten des Standortes.

Zeitraum	Nutzung
1889-1913	Zentralwäsche der Himmelfahrt Fundgrube
1916	Lagergebäude
1916-1920	Zentralwäsche für Wolframerze
1921-1926	Flachsverarbeitungsanstalt
1921-1927	Pappenindustriewerke Muldental
1927-1932	Chemische Versuchsanstalt - Goldherstellung (Frenz Tausend)
1932-1936	Vermutlich keine Nutzung und keine Umbaumaßnahmen am Standort
1928-1945	Zementwerk
1936-1945	Werkstatt für Präzisionsinstrumente
1945-1996	Porzellanwerk Freiberg
Ab 1997	Autoverwertung in Teilbereichen bzw. Leerstand

Aufgrund des zunehmenden Gebäudeverfalls wurde 2015 ein Teil der sanierungsbedürftigen Teilgebäude abgebrochen. 2021 erfolgte der Abbruch weiterer Gebäude, Lager und Hallen. Aktuell ist nur noch der unter Denkmalschutz stehende historische Altbau bzw. das ehemalige Verwaltungsgebäude zu sehen. Dieser wurde zunächst umfangreich gesichert, um Vandalismus und Witterungseinflüssen einzudämmen. Im letzten Jahrzehnt wurden bereits mögliche Folgenutzungskonzepte erarbeitet und verschiedene Nachnutzungsmöglichkeiten in Betracht gezogen. Eine konkrete Nachnutzung der Brachfläche steht zum aktuellen Zeitpunkt jedoch noch nicht fest.

Aktuelle Forschungsvorhaben

Projekt RekuMat

Projektlaufzeit: 01.08.2021 – 31.07.2024, Förderkennzeichen: FKZ: 03WIR1907C BMBF

Projektpartner:

- Veolia Klärschlamm Deutschland GmbH (VKD)
- Institut für Holztechnologie Dresden (IHD)
- Fraunhofer IKTS
- SAXONIA Standortentwicklungs- und –verwaltungsgesellschaft mbH

Das aktuell, im Rahmen des **recomine** Bündnisses, laufende Forschungsvorhaben **RekuMat** beschäftigt sich mit der Entwicklung von spezifischem **Rekultivierungsmaterial** für die qualifizierte Abdeckung von Bergbauhalden. Ziel dieses Vorhabens ist es standortspezifische Rekultivierungsmaterialien unter Nutzung hochwertiger Reststoffe als Zuschlagsstoffe zu entwickeln. Regional verfügbare Haldenmaterialien oder mineralische Reststoffe dienen als Inputmaterialien für die Grundmatrix. Bei den verwendeten Reststoffen handelt es sich um Klärschlammprodukte und abgetragene Pilzkultursubstrate aus der Speisepilzproduktion. Diese Stoffströme stehen in der Regel ebenfalls regional zur Verfügung und weisen eine Vielzahl gewünschter Eigenschaften auf, um die Schwachpunkte der Grundmatrix zu beheben. Aus den ausgewählten Einsatzstoffen werden im Labormaßstab Rekultivierungsmaterialien hergestellt. Die erzeugten Mischungen werden bezüglich ihrer stofflichen, chemischen, bodenmechanischen sowie mikrobiellen Eigenschaften analysiert und entsprechende Rezepturen hergestellt.

In einem Freilandversuch im Technikumsmaßstab werden die neu entwickelten Rekultivierungsmaterialien unter realen Bedingungen getestet. Der Freilandversuch wurde im Sommer 2023 auf der Spülhalde Hammerberg begonnen, indem eine Versuchsfläche, bestehend aus vier Versuchsfeldern, angelegt wurde. Auf diesen Versuchsfeldern wurde mittels Bodenfräse das neu entwickelte Rekultivierungsmaterial (Substratmischung) in eine Stärke von ca. 20 cm bis 30 cm in das vorhandene Abdeckmaterial eingearbeitet. Die Kontrollfläche wurde dabei ausgespart. Anschließend wurden auf den gesamten Flächen zwei Saatgutmischungen (mit / ohne Kräuter) aufgebracht.



Abbildung 19: Einbau der Rekultivierungsmaterialien auf der Spülhalde Hammerberg am 13.09.2023, Haufwerke mit den Substratmischungen (links oben), Einarbeitung mit der Forstfräse (rechts oben), Versuchsfelder mit den verteilten Substratmischungen (links unten) und Versuchsfläche am 24.10.2023 (rechts unten).

Bei der Entwicklung der Rezepturen der Rekultivierungsmaterialien und der Herstellung des Freilandversuches wurden die behördlichen Vorgaben, die im Rahmen der Sanierung der Spülhalde Hammerberg zu beachten sind, sowohl chemisch, als auch bodenmechanisch berücksichtigt.

Der Rote Graben und der Verträgliche Gesellschaft Stolln (Frank Haubrich)

Auszüge aus: <http://www.unbekannter-bergbau.de/> (Lutz Mitka, Halsbrücke; H.-J. Beck, Falkenberg)

Der Rote Graben wurde als Kunstgraben 1612/1613 angelegt, sammelte das Ablaufwasser der Freiburger Gruben an den alten Stollenmundlöchern im Muldental ein und leitete es parallel zum Fluss mit möglichst minimalem Gefälle am Talhang entlang bis nach Halsbrücke. An der Hütte in Halsbrücke hatte dieser Graben nach rund 4 km Länge immerhin mehr als 10 m Höhenunterschied zur Mulde eingebracht - genug für ein leistungsfähiges Kunstrad.

Mit seinem Wasser wurden sowohl die Bergwerke Oberes Neugeschrei und Beihilfe auf dem Südufer der Mulde versorgt, als auch die Erzwäschen und die Halsbrücker Hütte. Die Hütte brauchte Antriebs-, Kühl- oder/und Löschwasser. Kurz vor Halsbrücke wurde das herangeleitete Wasser daher nochmals zwischen Hüttenwerk und Beihilfe aufgeteilt.

Der Kunstgrabenabschnitt zur Beihilfe und der dahinterliegende Abschnitt bis zum Münzbachtal sind nicht erhalten geblieben. Selbst am Ende aber wurde das mühsam herangeschaffte Antriebswasser nicht einfach in die Mulde abgelassen. Das Münzbachtal wurde mit einem Düker unterquert und das Wasser des Roten Grabens in den am Westufer des Münzbaches unterhalb von Loßnitz abzweigenden Oberen Kunstgraben des Schreiber-Schachts in Großschirma eingespeist.

Auch das in tieferem Niveau ablaufende Wasser aus der Hütte und der Grube Beihilfe wurde weiter genutzt und speiste die Churprinzer Bergwerkskanäle bei Rothenfurth.

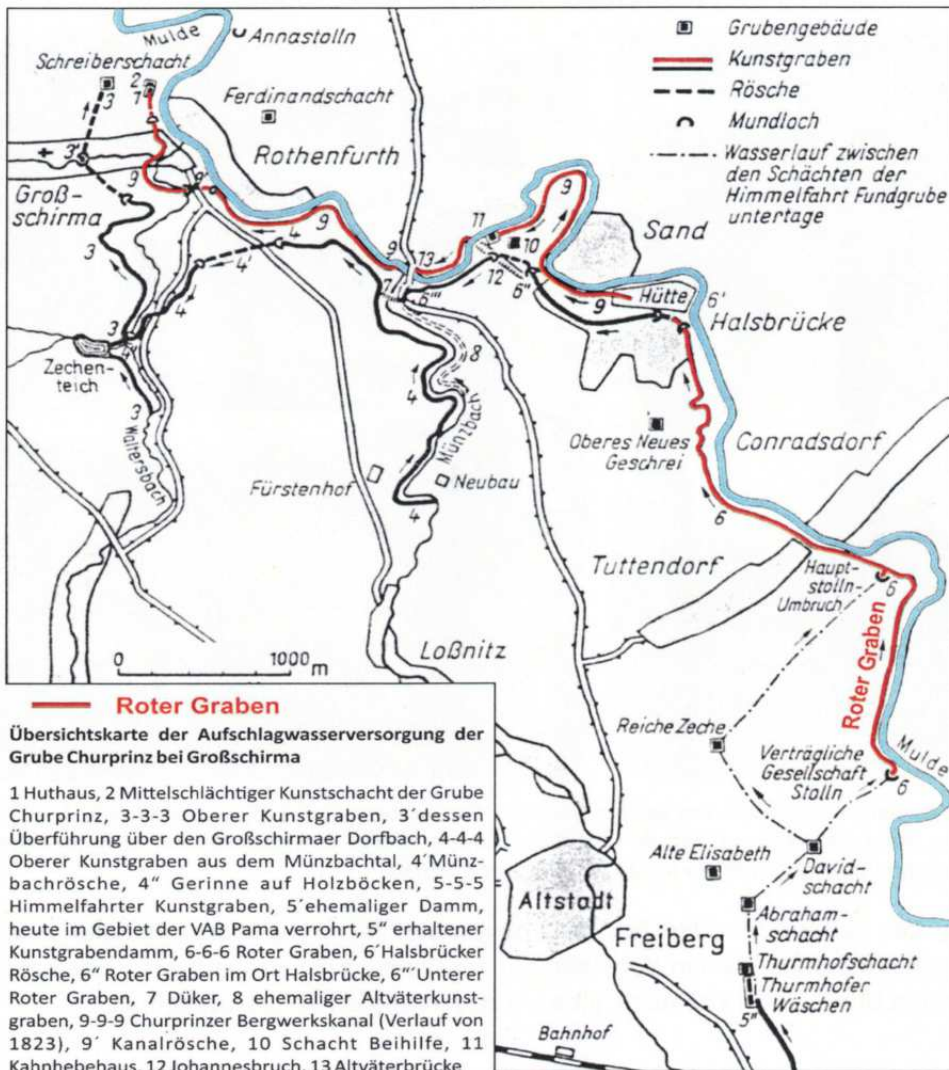


Abbildung 20: Verlauf des Roten Grabens vom Verträgliche Gesellschaft Stolln bis nach Großschirma.

Ein bisschen Chemie muss sein ☺ – Chemische Prozesse, die zum Namen „Roter Graben“ führten und was in der Grube so abläuft – **Eisen- und Schwefel oxidierende Bakterien lassen grüßen**

Wenn man den Namen „Roter Graben“ hört und dann die ockerfarbenen Sedimente im Graben sieht, denkt man als erstes: das ist doch „Rost“. Aber wie kommt der dorthin? In erster Linie muss man hierbei die Ursachen in den Mineralen bzw. abgebauten Erzen suchen.

Die hauptsächlichsten Erze, welche im Freiberg-Brand-Erbisdorfer Revier auftreten sind: Bleiglanz (PbS - Silberhaltig mit 0,1 – 0,3 % Ag), Zinkblende (ZnS - Cadmium- und Indium-haltig, ca. 1 % Cd und bis 0,1 % In), wenig Kupferkies (CuFeS₂), aber eine ganze Menge Pyrit (FeS₂) und Arsenkies (FeAsS) neben Calcit (CaCO₃) und Quarz (SiO₂) = Gangarten.

Beim Abbau der Erze wurden von unseren Altvorderen nur die Reicherze gewonnen mit PbS(Ag) und ZnS. Die Armerze und Gangarten wie Pyrit und Arsenkies wurden möglichst nicht mit gefördert und blieben zum Teil in den alten abgebauten Gängen. Durch das Aufbrechen der Gänge gelangte Wasser und Sauerstoff an die noch in der Grube vorhandenen Erze.

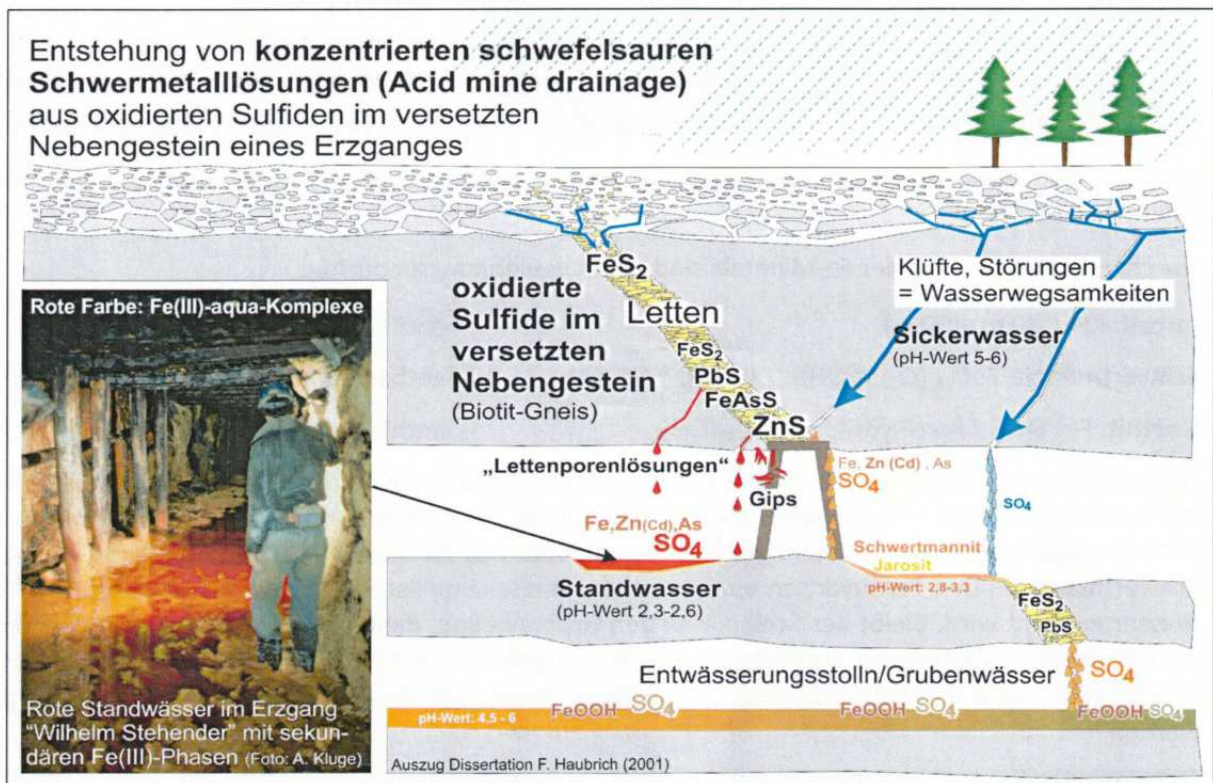
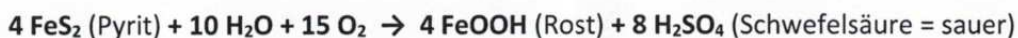


Abbildung 21: Schema der Entstehung von konzentrierten Schwefelsauren Grubenwässern aus oxidierten Sulfiden

Und damit fängt das Dilemma der sauren Grubenwässer an. Nach der allgemeinen chemischen Gleichung:



entstehen aus dem Pyrit und dem Arsenkies erst lösliches **Fe(II)-Sulfat**, was durch Mikroorganismen zu **Fe(III)-Sulfat** oxidiert wird und **Schwefelsäure**. Dabei gehen auch Zn, Cd, As, Cu z.T. auch Pb in Lösung und kontaminieren die Grubenwässer mit Schwermetallen. Die freigesetzte Schwefelsäure greift aber auch das Nebengestein, den Gneis an und löst speziell aus den Glimmern und Feldspäten Aluminium heraus. Die gelösten Metalle im Wasser = ungünstig für die Wasserqualität und bereitet den Wasserbehörden Kopfschmerzen, die für sauberes Wasser sorgen müssen.

Bei Mischung mit Oberflächen- bzw. Sickerwasser (Verdünnung der sauren Wässer) steigt der pH-Wert und das gelöste **Fe(III)** fällt als **farbiger Ocker** aus – die Folge sind verschiedenfarbige sekundäre

Fe-Mineralen, wie **Jarosit (gelb-orange)**, **Schwertmannit (ocker-orange)** und **Goethit bzw. Ferrihydrit (mittel bis dunkelbraun)**, in Abhängigkeit des pH-Wertes.

Wenn der pH-Wert > 4,5 wird, fallen weiße Aluminiumphasen aus (Aluminiumhydroxide und basische Aluminiumsulfate).

Fe-reiche Sekundärminerale im Erzgang Schwarzer Hirsch Stehender / Reiche Zeche FG

Verschiedene Farben zeigen oft unterschiedliche Minerale an

Ferrihydril/Goethit

$Fe^{2+} \xrightarrow{\text{Eisen oxidierende Mikroorganismen}} Fe^{3+} \text{ (löslich)}$

$S^{2-} + H_2O/O_2 \xrightarrow{\text{Schwefel oxidierende Mikroorganismen}} H_2SO_4$
(sauer und löslich mit pH-Werten 0,7 bis 2,4)

Zwischenprodukt:
Fe³⁺-Sulfat-Lösung (Rotes Standwasser)

Schwertmannit

Erhöhung des pH-Wertes durch Mischung mit Oberflächen- bzw. Sickerwasser

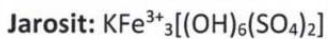
Jarosit

In Abhängigkeit des pH-Wertes Bildung von:

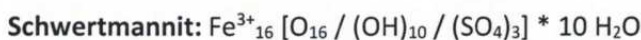
pH-Wert 1 - 2,5 = Jarosit
pH-Wert 2,5 - 4,5 = Schwertmannit
pH-Wert > 4,5 Ferrihydril/Goethit

Abbildung 22: Häufige Fe-haltige Sekundärminerale in den abgebauten und versetzten Erzgängen und ihre Bildungsbedingungen

Die chemischen Formeln der Fe-Mineralen sind etwas gewöhnungsbedürftig:



enthält Sulfat



enthält Sulfat



enthält kein Sulfat

Die feinkörnigen sekundären Eisen- und Aluminiumminerale werden mit dem Grubenwasser über die Wasserlösungsstollen (Verträgliche Gesellschaft Stolln, Hauptstolln-Umbruch, Rothsönberger Stolln) ausgetragen bzw. sedimentieren im Grubenbau. Das ist Segen und Fluch zugleich. An den Schwertmanniten und Ferrihydriten bindet sich das toxische gelöste Arsen, so dass dieses aus dem Wasser entfernt wird. Bleibt der Schlamm in den Grubenbauen, dann ist das OK. Wird der Schlamm aber über die Grubenwässer ausgetragen (die Trübungen im Wasser), dann wird der Schlamm zum Sondermüll und muss bei Sanierung des Grabens teuer auf einer Sondermülldeponie entsorgt werden.



Abbildung 23: Ausfällungen von sekundären Fe- (ockerbraun) und Al- (weißgrau)-Mineralphasen im Ablauf des Roten Grabens – Gegenstand des Forschungsprojekt **ZauBer**

Die Behandlung solcher Schlämme werden demnächst im **BMBF-Projekt ZauBer** am Hauptstolln-Umbruch gezeigt (Container mit Aufbereitungsanlage im Bau).

Gelöste Metalle, wie Zink und Cadmium bleiben im Wasser und werden zurzeit noch in die Freiburger Mulde (VGS, HU) und Triebisch (RSS) abgegeben.

Projekt ZauBer (Jana Pinka, Sabine Meißner)

Projektlaufzeit: 01.01.2022 – 30.11.2024, Förderkennzeichen: FKZ: 03WIR1908 BMBF

Projektpartner:

- TU Bergakademie Freiberg:
 - Institut für Technische Chemie
 - Institut für Thermische Verfahrenstechnik, Umwelt- und Naturstoffverfahrenstechnik
- terra mineralia und Mineralogische Sammlung Deutschland
- INTEC Gesellschaft für Injektionstechnik mbH & Co. KG
- G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH
- SAXONIA Standortentwicklungs- und -verwaltungsgesellschaft mbH

Das Forschungsprojekt ZauBer **Zukunftsmaterialien aus Bergbauschlämmen** soll aus technischer Sicht die Verwertung von eisenhaltigen Grubenschlämmen aus dem Roten Graben gemeinsam mit eisenhaltigen Schlackerückständen realisieren. Dabei stehen vor allem die Gewinnung enthaltener Wertstoffe sowie die Stabilisierung der Reste in neuartigen elutionsstabilen Baustoffen im Fokus. Darüber hinaus soll aus gesellschaftlicher Sicht parallel eine aktive Aufklärung und Einbeziehung der Bevölkerung erfolgen. Vor allem soll die Jugend für das Thema Bergbau motiviert werden, mit dem Ziel der Gewinnung neuer Fachkräfte durch Ausbildung und/oder Studium. Geplant sind dafür unter anderem Ausstellungen und Veranstaltungen in der terra mineralia.

Im Zentrum der geplanten technischen Arbeiten des Vorhabens steht der Rote Graben am Entwicklungsstandort Spülhalde Davidschacht, welcher Bergbau- und Haldensickerwässer in sich vereinigt. Innerhalb der Projektlaufzeit soll eine Demonstratoranlage direkt am Roten Graben errichtet werden (Abbildung 24), um die entwickelten Technologien und Verfahren in Realumgebung zu testen.

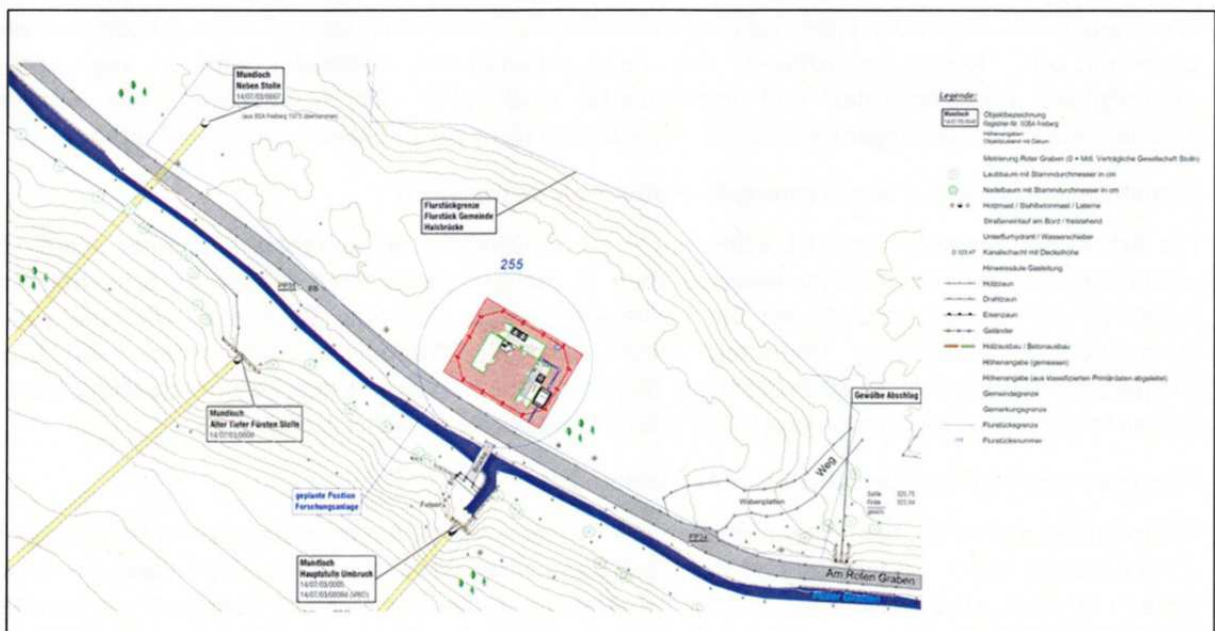


Abbildung 24: Standort der Pilotanlage am Roten Graben (Quelle: GEOS).

Das Projekt soll in seiner Gesamtheit einen zukunftsorientierten und nachhaltigen Beitrag für umweltrelevante Fragestellungen im Bereich Grubenwässer und -schlämme liefern, welcher von regionalen Partnern international skaliert werden kann und die öffentliche Akzeptanz mit integriert. So sollen Alternativen zur Entsorgung, Schonung von Deponieraum, Reduktion von CO₂-Emissionen und ökologische Verbesserungen für Flora und Fauna erreicht werden.

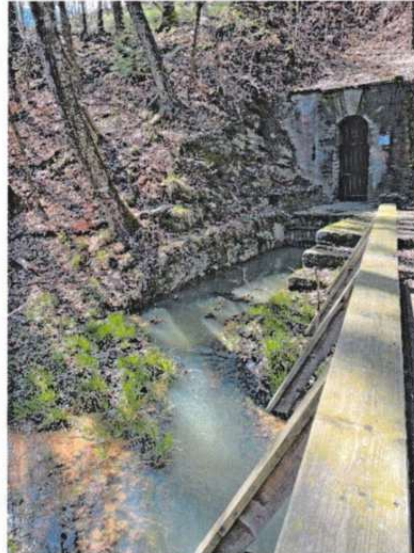


Abbildung 25: Der Rote Graben mit seiner Sedimentfracht am Hauptstolln-Umbruch

Spülen anstatt Ausbaggern und Deponieren

Der Rote Graben beinhaltet mehr als 13.000 Tonnen Schlamm. Dieser stammt aus Grubenwässern des Freiburger Reviers auf Niveau der Freiburger Mulde oder auch aus Sickerwässern wie z. B. der alten Halde am Davidschacht. Um die Schlammablagerungen nicht teuer und aufwendig ausbaggern und anschließend auf Deponien entsorgen zu müssen, werden sie in eine Filterpresse gepumpt und entwässert. Dafür wird das Wasser und die Schlämme über mehrere Membranen geführt. Diese filtern die festen Bestandteile ab und entfernen in einem weiteren Schritt enthaltene Schwermetalle.

Am Ende erhält man sauberes Wasser, was in die Ursprungsgewässer zurückgeführt werden kann. Als weiteres Produkt entsteht noch ein Restschlamm, den die Forschenden auf vorhandene Wertmetalle wie Zink oder Eisen aufarbeiten und dabei letzte noch verbleibende Schadstoffe wie Cadmium oder Arsen herausfiltern. Der feste mineralische Rückstand wird in sogenannte Geopolymere überführt, das sind anorganische Bindemittel mit Eigenschaften, die Zement gleichkommen oder ihn sogar übertreffen. Am Ende entsteht ein stabiles betonartiges Material.

Klimafreundliche Beton- oder Zementalternativen als Restprodukt

Die Arbeit mit Geopolymeren ist nicht neu – die Verbindung mit Bergbauschlämmen allerdings schon. Mit der allein aktuell im Roten Graben in Sachsen geschätzten Menge an Schlamm von 13.000 m³ bietet der neue Ansatz ein vielversprechendes Potential für die Entwicklung eines ökonomischen Verfahrens. Immerhin bietet das klimafreundliche Bindemittel ein CO₂-Einsparpotential von bis zu 80 Prozent im Gegensatz zur herkömmlichen Betonherstellung. Es ist zudem hitzestabiler, resistenter gegen Chemikalien und härtet schneller aus als Beton.

Demonstrationsanlage überführt Labor- in Realmaßstab

Bisher laufen die Versuche im Labormaßstab. Im nächsten Jahr sollen die entwickelten Technologien dann mit einer neu entstehenden und von G.E.O.S geplanten Demonstrationsanlage direkt am Roten Graben in Halsbrücke (Ortsteil Tuttendorf) bei Freiberg, in den Realmaßstab überführt werden. Die Container dazu wurden liebevoll von der Freien Schule Montessori gestaltet.



Abbildung 26: Veredlung der Container des Projektes ZauBer durch Grafiken der Schüler Freien Schule Montessori (Fotos: J. Pinka)

Projekt MindMontan (Sabrina Hedrich)

Verminderung von Gewässerbelastungen in der Montanregion Erzgebirge/Krušnohoří.

Projektlaufzeit: 01.05.2023 bis 31.12.2025, Förderkennzeichen: FKZ: 03WIR1905 BMBF

Projektpartner:

- TU Bergakademie Freiberg
- G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH
- Förderverein Montanregion Erzgebirge e.V.

Ziel des Vorhabens MindMontan ist es, durch innovative Technologien die Auswirkungen des Bergbaus auf die Umwelt sowohl regional als auch global zu reduzieren, regionale Strukturen auszubauen, gesellschaftliche Konflikte zu minimieren und die soziale Entwicklung durch aktive Einbindung der Öffentlichkeit zu stärken.

Unter Einsatz neuartiger Wasserbehandlungsverfahren sollen die am Standort der Spülhalde Hammerberg in Freiberg anfallenden, bergbaubeeinflussten Sickerwässer kostengünstig und langfristig aufbereitet, der Rohstoff Wasser in einen ökologisch und chemisch guten Zustand versetzt und damit die Umgebung dekontaminiert werden. Der geplante modulare Aufbau der Wasserbehandlungsanlage, bestehend aus chemischen und biologischen Verfahren, soll einen Übertrag auf ähnliche, bergbaubeeinflusste Standorte weltweit erlauben und somit auf dem Weltmarkt konkurrenzfähig sein. Durch Integration eines Solarmoduls (gestiftet von der Firma Meyer Burger, Freiberg) zur unabhängigen Energiegewinnung für den Betrieb der Anlage wird das nachhaltige und innovative Konzept der Technologie weiterhin gestärkt.

Durch Entwicklung und Erprobung des Verfahrens im Pilotmaßstab am Standort Hammerberg unter Einbeziehung von Behörden soll die wirtschaftliche und soziale Entwicklung in der Region gestärkt werden. Gleichzeitig soll mit diesem Vorhaben ein wichtiger Schritt zum Erreichen der in der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) vorgegebenen Ziele und der Umsetzung der dafür notwendigen Maßnahmen getätigt werden.

Der geplante Verlauf und die Ergebnisse des Vorhabens sollen öffentlichkeitswirksam aufbereitet und im aktiven Austausch mit Bürgern und der breiten Öffentlichkeit zur Stärkung der Montanregion Erzgebirge als Weltkulturerbe verwendet werden.



Über uns

Wir sind ein Team, das sich der nachhaltigen Behandlung von Sickerwässern am Standort Hammerberg in Freiberg verschrieben hat. Unser Ziel ist es, innovative Technologien flexibel einzusetzen, um die Umweltauswirkungen des Bergbaus zu minimieren.

Kontakt

Wissenschaftlicher Koordinator:

TU Bergakademie Freiberg
Institut für
Bioswissenschaften

Prof. Dr. Sabrina Hedrich
+49 3731 392330
sabrina.hedrich@bio.tu-
freiberg.de

Öffentlichkeits- und Bildungsarbeit:

Förderverein
Montanregion Erzgebirge

Dr. Anna Wierzgon
+49 3731 392823
anna.wierzgon@fv-
montanregion-erzgebirge.de



info@mindmontan.de

Projektpartner:



Assoziierte Partner:

Saxonia Standortentwicklungs- und -verwaltungsgesellschaft mbH

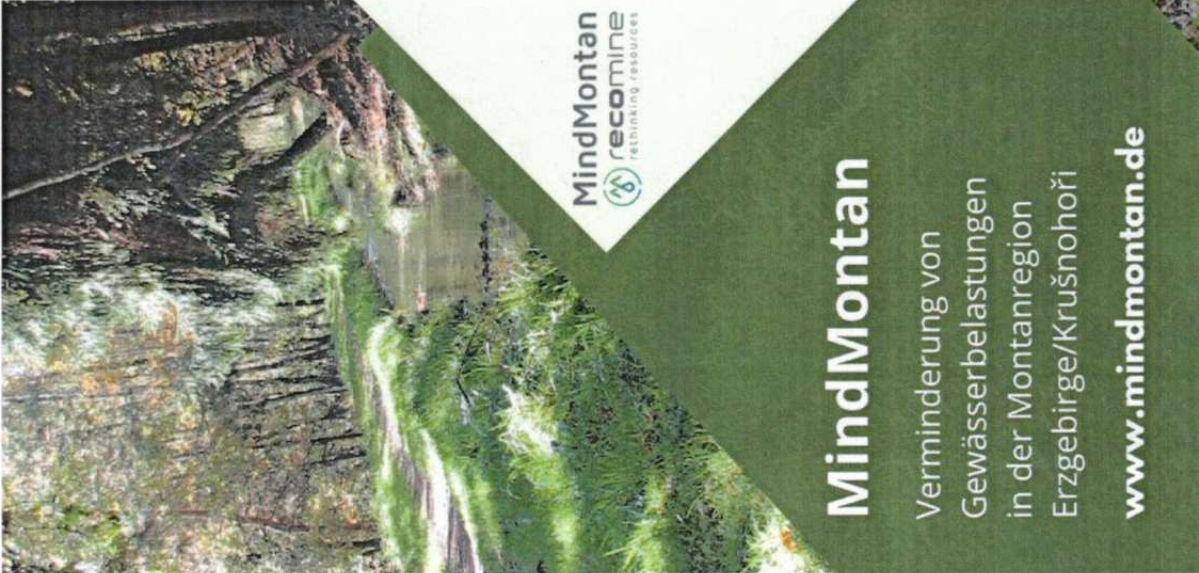
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Landkreis Mittelsachsen

Landesdirektion Sachsen

Meyer Burger GmbH

gefördert von



MindMontan

Verminderung von
Gewässerbelastungen
in der Montanregion
Erzgebirge/Krušnohoří

www.mindmontan.de

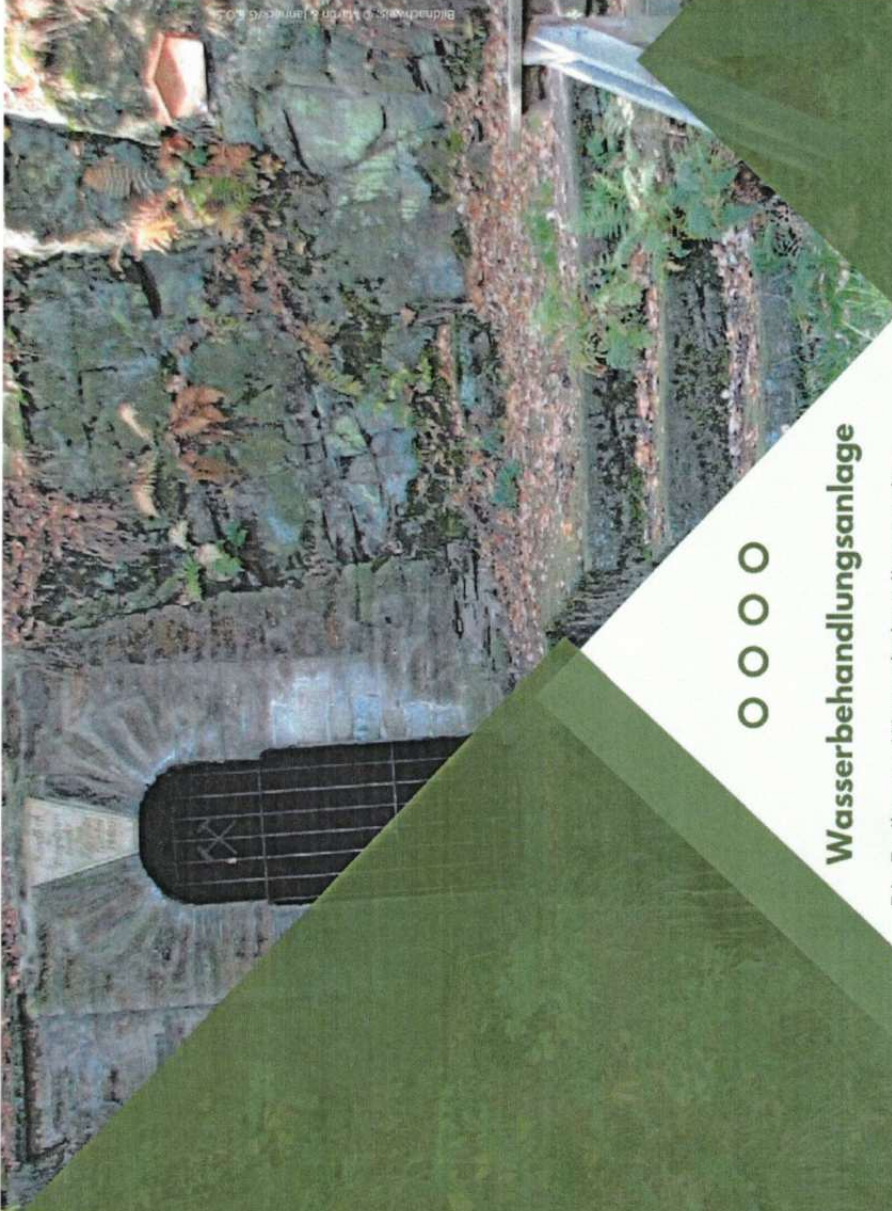
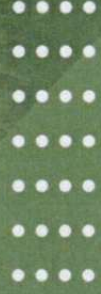
Unsere Ziele

1. MindMontan zielt darauf ab, Auswirkungen des Bergbaus auf die Umwelt zu minimieren, regionale Strukturen zu stärken und soziale Entwicklungen durch Bürgerbeteiligung zu fördern.
2. Die Wasserbehandlungsanlage soll bergbaubeeinflusste Sickerwässer am Fuße der Spülhalde Hammerberg kostengünstig aufbereiten und ökologisch verbessern. Solarmodule unterstützen das nachhaltige Konzept.
3. Die regionale Entwicklung wird durch den Einsatz eines Pilotverfahrens am Standort Hammerberg und die Beteiligung mehrerer Behörden gefördert. Zudem unterstützt das Projekt die Erreichung der Ziele der EU-Wasserrahmenrichtlinie.



Wasserbehandlungsanlage

Die Freiburger Wasserbehandlungsanlage nutzt innovative Verfahren, um bergbaubeeinflusste Sickerwässer der Spülhalde Hammerberg kostengünstig und langfristig zu reinigen. Der modulare Aufbau mit chemischen und biologischen Verfahren ermöglicht eine flexible Anwendung und stärkt die Wettbewerbsfähigkeit auf dem Weltmarkt.



Bildnachweis: © Martin & Janitsch, 2019