



Leben mit dem Bergbau Život s těžbou



Sachsen und der **Bezirk Ústecký** sind traditionelle Bergbauregionen, auf deren Territorien die unterschiedlichsten Bodenschätze zu finden sind. Der **jahrhundertlange Bergbau** hat sichtbare Spuren hinterlassen. Diese werden in dem grenzüberschreitenden EU-Projekt »Vita-Min« untersucht. Der Projektname »Vita-Min« (vita lat.: Leben, min engl. mining: Bergbau) steht dabei bezeichnend für das Projektthema »**Leben mit dem Bergbau**«.

Sasko a Ústecký kraj jsou tradiční „hornické“ regiony, na jejichž teritoriích se nachází různorodé nerostné bohatství. Těžba těchto surovin provozovaná po **celá staletí** ale zanechala viditelné stopy. Tyto jsou předmětem zkoumání přeshraničního projektu podpořeného z prostředků EU „Vita-Min“. Název „Vita-Min“ (vita lat.: život, min angl. mining: hornictví, důlní činnost) tedy vystihuje téma projektu „**Život s těžbou**“.

Projektziele

Vita-Min hat sich zum Ziel gesetzt, Gewässerbelastungen durch den aktiven und Sanierungsbergbau sowie den Altbergbau und daraus resultierende Konflikte zu identifizieren und Lösungsstrategien regional und grenzüberschreitend zu entwickeln.

Die Hauptziele des Projektes sind:

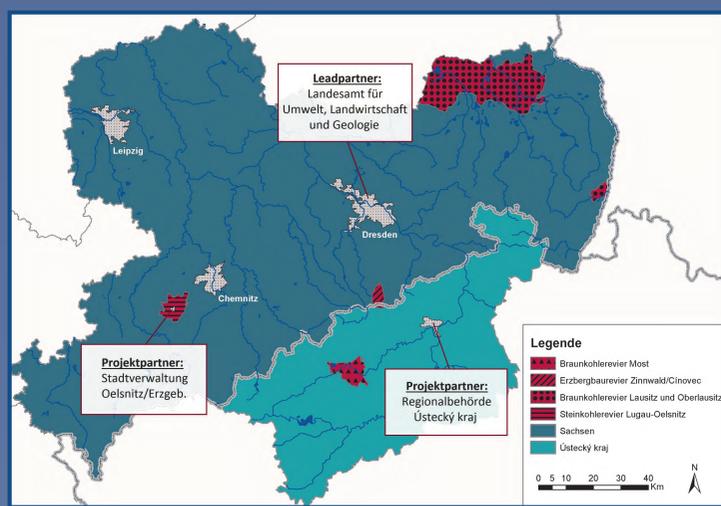
- **Unterstützung** der Umsetzung der **Wasserrahmenrichtlinie**
- **Verbesserung** und **Sicherung** natürlicher Lebensgrundlagen
- Aufbau und Durchführung von **Messkampagnen**
- **Verbesserung** der **Gewässergüte** und des Zustandes von Grund und Oberflächengewässerkörpern im sächsisch-tschechischen Grenzgebiet
- Nutzung von **länderübergreifenden** und prozessbedingten **Synergien**
- **Länderübergreifender Wissenstransfer** und -erweiterung

Cíle

Vita-Min si vytyčil cíl identifikovat zátěže ve vodních útvech způsobené aktivní, sanační a také historickou důlní činností a z nich vyplývající konflikty a vyvinout strategie na jejich řešení na regionální a přeshraniční úrovni.

Hlavní cíle projektu jsou:

- **Přínos** k realizaci **Vodní rámcové směrnice**
- **Zlepšení** a **zajištění** přirozených podmínek pro život
- Organizace a realizace **kampaní měření**
- **Zlepšení kvality vody** a stavu spodních a povrchových vodních útvarů v sasko-českém příhraničí
- Využití **synergií přesahujících** hranice zemí
- **Přeshraniční transfer** a rozšiřování vědomostí



Projektgebiet und Projektpartner (Quelle: LfULG)



Bergbauimpressionen (Quelle: LfULG und A. Gaube)

Projektlaufzeit

01.07.2016 - 30.06.2019

Förderung

Kooperationsprogramm Freistaat Sachsen -Tschechische Republik 2014-2020, EU-Fördermittelfonds

Projektpartner

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Stadtverwaltung Oelsnitz/Erzgebirge
Ústecký Kraj

Doba realizace

01.07.2016 - 30.06.2019

Podpora

Program spolupráce na podporu přeshraniční spolupráce 2014-2020 mezi Českou republikou a Svobodným státem Sasko

Partner

Saský zemský úřad pro životní prostředí, zemědělství a geologii
Město Oelsnitz/Krušnohoří
Ústecký Kraj



www.vitamin-projekt.eu



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



Ahoj sousede. Hallo Nachbar. Interreg V A / 2014-2020



Ústecký kraj



Stadt Oelsnitz/Erzgeb.

LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE



Freistaat SACHSEN



Foto: LfULG



Analyse des anthropogen und natürlich bedingten Zutrittes von Eisen und Sulfat in bergbaubeeinflusste Fließgewässer

Eisen und Sulfat kommen natürlicherweise in geringen Konzentrationen im Wasser vor. Erhöhte Konzentrationen, kombiniert mit niedrigen pH-Werten, sind meist auf den Bergbau zurückzuführen. Trübungen des Wassers, Beschädigungen der Bausubstanz von Bauwerken, Beeinträchtigungen der Nutzung von Tagebaurestseen als Badegewässer und in der Trinkwassergewinnung sind die Folge. Während Eisen relativ einfach mit gängigen Reinigungsverfahren zu entfernen ist, existieren für Sulfat keine praxistauglichen Verfahren. Dementsprechend sind Kenntnisse über die Zutrittsorte und deren Quellen relevant, um Strategien zur Minderung der Stoffeinträge zu entwickeln.

Hintergrund und Methodik

Weder für Eisen noch für Sulfat gibt es derzeit rechtsverbindliche Grenzwerte für Oberflächengewässer in der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). Lediglich Orientierungswerte geben einen Rahmen vor. Jedoch schädigen zu hohe Konzentrationen u.a. die aquatische Biozönose. Dies wirkt sich unter Umständen negativ auf die Bewertung der Gewässer gemäß WRRL. Ziel war es deshalb, die Eintragsquellen zu quantifizieren und in natürliche und anthropogene Ursachen zu differenzieren (Abbildung 1), um zielgerichtete und mengeneffiziente Maßnahmen abzuleiten.

Auf Grundlage verschiedener Geodaten wurden für alle sächsischen Wasserkörper die Eintrittspfade der Eisen- und Sulfatbelastungen anhand folgender Schritte differenziert:

- ◆ Abgrenzung der Grund- und Oberflächenwasserkörper
- ◆ Identifizierung geogen beeinflusster Gebiete
- ◆ Identifizierung anthropogen beeinflusster Gebiete
- ◆ Recherche verfügbarer Messreihen
- ◆ Beschreibende statistische Auswertung der Messdaten
- ◆ Explorative Statistik
- ◆ Recherche Best-Praxis-Verfahren
- ◆ Ableitung und Schlussfolgerungen



Abbildung 1: anthropogen und natürlich bedingte Stoffeinträge

Erkenntnisse

In Sachsen existieren auch außerhalb der Braunkohlenbergbaureviere eine Reihe von natürlichen und anthropogenen Einträgen von Sulfat und Eisen aus geogenen Quellen sowie der Landwirtschaft, des Bergbaus und der Industrie (Abbildung 2). Die damit verbundenen Einträge führen zu großflächigen Überschreitungen der entsprechenden Orientierungswerte. In dieser Studie wurden diese Quellen ausführlich analysiert (Abbildung 3).

Eisen	Nur unscharfe Aussagen ableitbar	Sulfat	Keine exakten Aussagen im Oberflächenwasser möglich
	Nur geringer Teil kann mit Landnutzungstypen in Verbindung gebracht werden		Grundwasser ist weniger stark mit Stoffquellen zu verknüpfen

Abbildung 2: Wesentliche Erkenntnisse zu Eintragsquellen

Hinsichtlich der Planung von Maßnahmen ergab sich für die Bereiche außerhalb der Braunkohlenbergbaureviere, dass es derzeit keine effizienten Verfahren zur Sulfat- bzw. Eisenabreicherung für die vorherrschenden niedrigen Sulfat- und Eisengehalte im Bereich der Orientierungswerte bei großen Durchflussmengen gibt. Dies gilt insbesondere angesichts der großen flächenmäßigen Verbreitung von Überschreitungen der Orientierungswerte.

Die recherchierten Verfahren könnten nur bei einzelnen Punktquellen angewandt werden. Bei der eingeschränkten Abtrenneffizienz insbesondere für Sulfat wäre die Wirksamkeit auf die Oberflächenwasserkörper sehr begrenzt und würde nicht zum guten Zustand der betrachteten Oberflächen- und Grundwasserkörper führen.

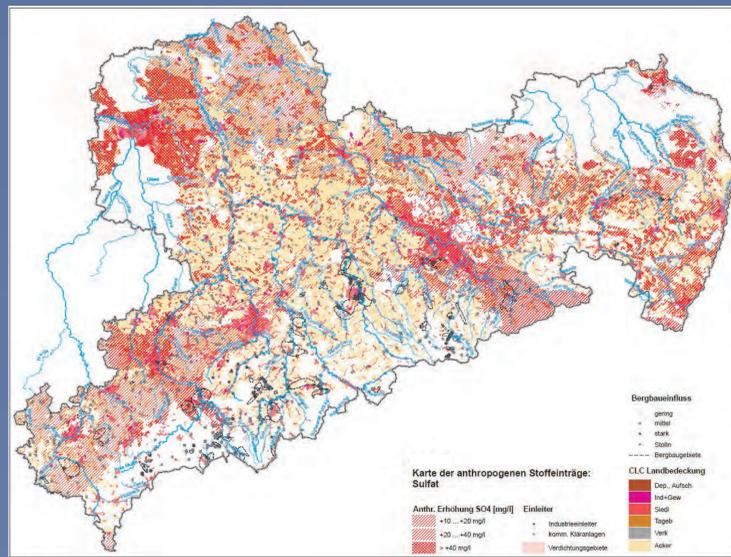
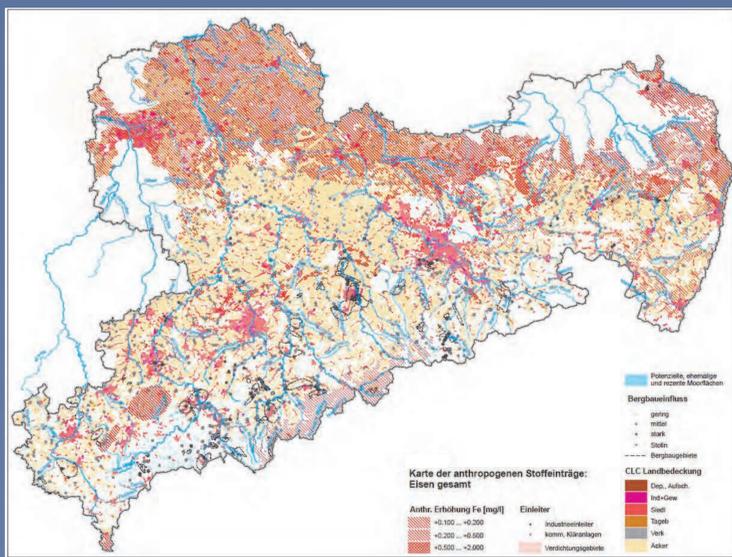


Abbildung 3: Karten des Freistaats Sachsen mit anthropogenen Eisen- (links) und Sulfateinträgen (rechts) sowie deren mögliche Quellen (Quelle: LfULG)



www.vitamin-projekt.eu



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



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



Ústecký kraj



Stadt Oelsnitz/Ergeb.

LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE



Freistaat SACHSEN



Foto: LFULG

Methodenentwicklung zur Wasserhaushaltsanalyse und -planung für die Bergbauregion Ostachsen –Erstellungskonzept für ein Großraummodell der Lausitz–



Die Lausitzer Braunkohlenregion ist aufgrund sich überlagernder Prozesse des aktiven Bergbaus und Sanierungsbergbaus vielfältig stark beeinträchtigt. Insbesondere der Wasserhaushalt unterliegt infolge des Sumpfens der Gruben, Einleitung des gehobenen Wassers in die Vorflut und Flutung von Tagebaurestseen deutlichen Beeinflussungen und Schwankungen. Mit dem nachbergbaulichen Grundwasserwiederanstieg und dem Einleiten von Sumpfungswässern wird Sulfat und Eisen in die Gewässer eingetragen (Abbildung 1). Der fortschreitende Grundwasserwiederanstieg im Braunkohlerevier Lausitz zeigt immer deutlicher, dass eine Betrachtung von Grundwasserströmungen und -prozessen einzelner Tagebaue ohne deren Wechselwirkung mit benachbarten aktiven Tagebauen und weiteren Sanierungstagebauen nicht ausreichend ist.

Anlass und Zielstellung

Für berg- und wasserrechtliche Planverfahren existieren für die Abbaureviere der Lausitz elf unabhängige Regionalmodelle mit unterschiedlicher Aktualität und Detailgrad der hydrogeologischen und geometrischen Daten. Diese Modelle können die großräumigen, komplexen, sich überlagernden Strömungs- und Stofftransportprozesse des Gesamtgebietes nicht abbilden. Deswegen ist für die großräumige Strömungs- und Stofftransportmodellierung ein gekoppeltes Bodenwasserhaushalts-Oberflächenwasser- und Grundwasserströmungsmodell (GRM) mit folgender Zielstellung erforderlich:

- ◆ Abbildung der großräumigen Grundwasserströmungsverhältnisse
- ◆ Entwicklung Bodenwasserhaushalt, auch unter Berücksichtigung klimatischer Veränderungen (v.a. Trocken- und Feuchtperioden)
- ◆ Revierweite Güteprognosen für Eisen und Sulfat
- ◆ Ausweisung und Bewertung der Sinnfälligkeit, Verhältnismäßigkeit und Nachhaltigkeit von kurz-, mittel- und langfristigen Maßnahmen hinsichtlich ihrer großräumigen Wirkung
- ◆ Ableitung modellgestützter Aussagen für Ausweisung und Begründung von Maßnahmen sowie die Begründung von Ausnahmen gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie

Erkenntnisse

Die umfangreiche Bewertung der Datengrundlagen ergab, dass alle Grundvoraussetzungen für den Aufbau eines GRM Lausitz vorhanden sind und die Datenlage sehr gut ist. Wesentliche Erkenntnisse und Aussagen sind:

- ◆ hydrogeologisches 3D-Strukturmodell kann aus verfügbaren geologischen Datenbeständen (LfULG, LEAG, LMBV) aufgebaut werden
- ◆ Wesentliche Aussagen zur Abraumbeschaffenheit der Kippenkörper liegen aus den Jahren 1960-80 vor
- ◆ Beschaffenheit kann mithilfe der hydrochemischen Daten des Analyseprogramms von LEAG und LMBV sowie ergänzend mit den Daten des Landesmessnetzes charakterisiert werden
- ◆ Für die bergbaulich geprägten, überbaggerten Bereiche liegen spezifische Daten in der Kippsubstratkartierung und den Rekultivierungsplänen vor

Anhand einer Testmodellierung im Bereich des Bärwalder Sees wurde das erarbeitete Konzept zum Aufbau eines GRM bestätigt und präzisiert. Das anschließend erarbeitete Betreiberkonzept enthält verschiedene Varianten für den späteren Betrieb des GRM.

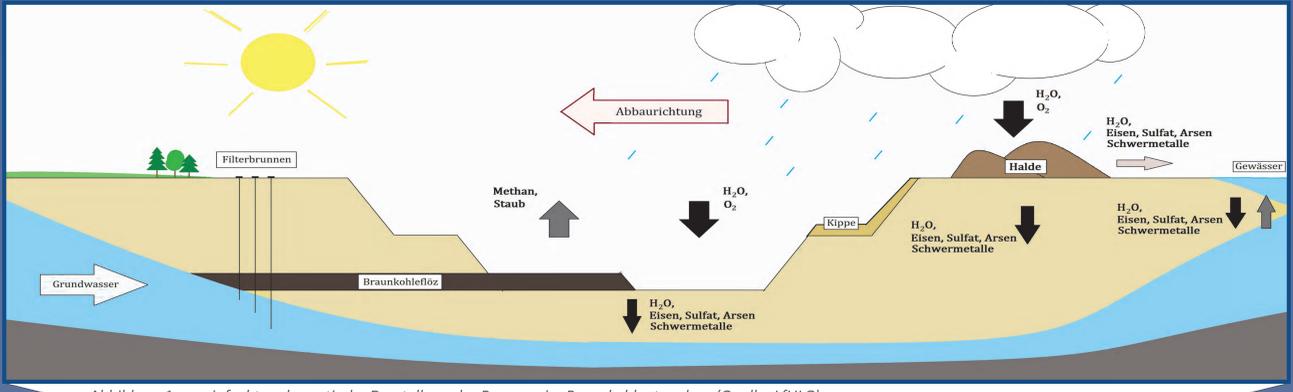


Abbildung 1: vereinfachte schematische Darstellung der Prozesse im Braunkohletagebau (Quelle: LfULG)

Ausblick

Trotz sehr guter Datenlage sind umfangreiche Anpassungen und Aufarbeitungen der Daten notwendig

Kosten würden sich auf rund 3 Millionen Euro belaufen

begründete, konsistente Randbedingungsansagen des GRM könnten Randbedingungen 2. Art der Regionalmodelle ersetzen

Dauer für Aufbau und ersten Durchlauf des Modells wird auf drei Jahre geschätzt

Datenaufbereitung und Erstellung des 3D-numerischen Modells stellen Hauptaufwand dar

Fazit

- Eine revierübergreifende Transport- und Stofftransportmodellierung muss auf einer gekoppelten Grund-Oberflächenwasser-Strömungsmodellierung beruhen. Dies können Regionalmodelle nicht leisten.
- Die Regionalmodelle decken nicht den gesamten zu betrachtenden Bereich ab.
- Aufgrund ihres inkonsistenten hydrogeologischen und hydraulischen Aufbaus ist ein GRM Lausitz nicht durch Zusammenführen dieser Regionalmodelle möglich.
- Die elf hydrogeologischen Regionalmodelle im aktiven und sanierenden Braunkohlenbergbau der sächsisch-brandenburgischen Lausitz besitzen weiterhin Bedeutung für bergbauspezifische geohydraulische Fragestellungen.
- Das GRM Lausitz muss neu aus den recherchierten und umfangreich vorhandenen Daten erstellt werden. Eine Teilübernahme von inneren Randbedingungen und Parametrisierungen aus den qualifizierten Regionalmodellen wäre zielführend.



www.vitamin-projekt.eu



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



Ahoj sousede. Hallo Nachbar. Interreg V A / 2014–2020



LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE





Fotos: LFJULG

Recherche und Wirtschaftlichkeit (mikro-)biologischer Verfahren zur Reinigung von Bergbauwässern



Abbildung 1: konstruiertes Feuchtgebiet (wetland) (Quelle: Lienyuan Lee, 2013)

Der jahrhundertelange Bergbau in der Region Ústí und im Freistaat Sachsen hinterließ Spuren im Erzgebirge sowie den Braunkohlezentren Böhmisches Becken, Lausitz und Mitteldeutschland. Die gesamte Landschaft, insbesondere die Ressource Wasser, wurden stark beeinträchtigt. Veränderungen in der Menge und Verteilung (Quantität) sowie der Beschaffenheit (Qualität) des Wassers sind die Folge. Mit der europäischen **Wasserrahmenrichtlinie** (WRRL) wurden strenge Umweltziele für die Beschaffenheit oberirdischer Gewässer und Grundwässer festgelegt. Es gilt die Frage zu beantworten: Gibt es

- ◆ chemisch/physikalische oder (mikro-)biologische,
- ◆ technisch machbare,
- ◆ verhältnismäßige

Verfahren zur Reinigung bergbauveränderter Wässer, die den guten chemischen und ökologischen Zustand, entsprechend den gültigen Verordnungen, herbeiführen können. In den letzten Jahren gewannen (mikro-)biologische Verfahren in der Bergbausanierung zunehmend an Bedeutung. Nach wie vor existieren wenige und unvollständige Übersichten zu Kosten, Leistung, Nachhaltigkeit und weiteren Merkmalen (mikro-)biologischer Verfahren, die speziell vor dem Hintergrund eines Einsatzes in Sachsen kritisch diskutiert worden sind. Diese Studie soll einen Beitrag zur Aufklärung dieser Defizite leisten.

Recherche und Analyse

Für die bergbaubeeinflussten Gewässerkörper wurde die typische, langjährige Belastungssituation ausgearbeitet. Ausgehend von diesen Eigenschaften wurden **Belastungsgruppen der Oberflächenwasser- (OWK) und Grundwasserkörper (GWK)** abgeleitet (vgl. Abbildung 2).

Anschließend wurden (mikro-)biologische Verfahren recherchiert und analysiert. Die Suche konzentrierte sich auf technisch ausgereifte Verfahren sowie ihre potenzielle Leistungsfähigkeit unter den typisch sächsischen Bedingungen. **Sieben (mikro-)biologische Verfahren** können vorgeschlagen werden:

- ◆ aerobe konstruierte Feuchtgebiete
- ◆ anaerobe konstruierte Feuchtgebiete
- ◆ in-situ reaktive Barrieren
- ◆ in-situ Reaktionszonen
- ◆ Bioreaktoren zur heterotrophen Sulfatreduktion
- ◆ Bioreaktoren zur autotrophen Sulfatreduktion
- ◆ Bioreaktoren zur Eisensulfatfällung

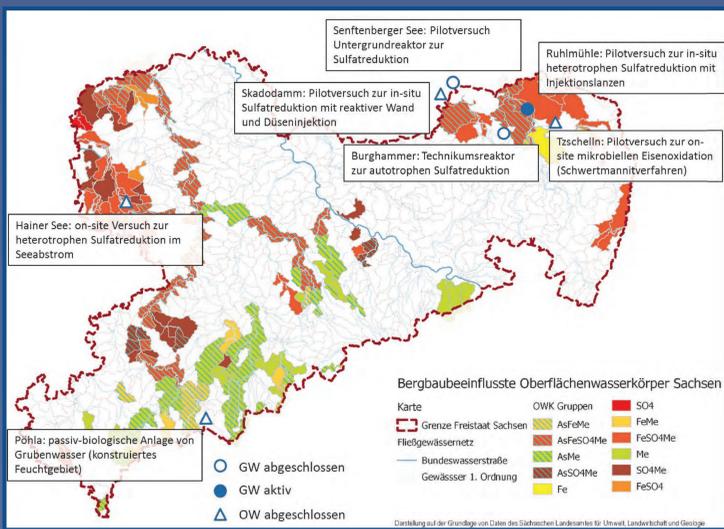


Abbildung 2: Nach Maßgaben der WRRL bergbaubeeinflusste Oberflächenwasserkörper mit Darstellung von umgesetzten mikrobiologischen Verfahren in Sachsen (Quelle: LFJULG)

Spezifizierung der Ergebnisse anhand von Fallbeispielen für Sachsen



Abbildung 3: Wesentliche Arbeitsschritte der vorliegenden Studie

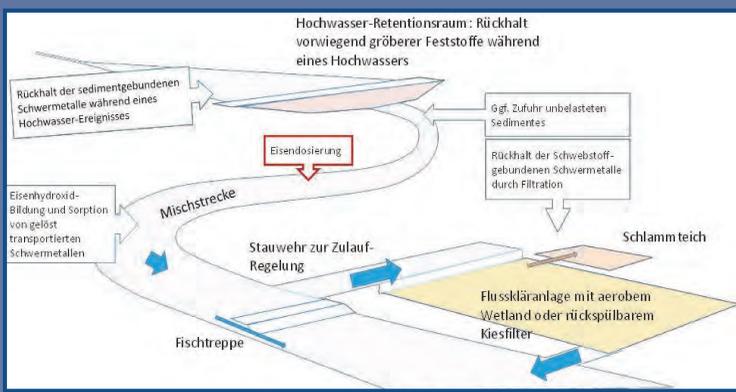


Abbildung 4: Beispiel für einen Einsatz mikrobiologischer Verfahren an kleinen Fließgewässern (Quelle: LFJULG)

Viele Verfahren wurden nur in Laborversuchen erprobt. Dadurch mangelt es an belastbaren Zahlen hinsichtlich Effektivität und Wirtschaftlichkeit.

Die sieben für Sachsen geeigneten Verfahren gilt es zu spezifizieren und die Wirtschaftlichkeit für konkrete Anwendungsfälle zu bewerten. Dafür wurde die Belastungssituation zweier Gebiete detailliert betrachtet (vgl. Abbildung 4).

Daraus konnten folgende Aussagen abgeleitet werden:

- ◆ Der Einsatz mikrobiell basierter Verfahren ist nur für lokale Einsätze und die Behandlung kleiner Volumenströme geeignet.
- ◆ Aufgrund der geringen Stoffumsatzraten ist mit einem großen Flächenverbrauch zu rechnen.
- ◆ Die Abscheidung von (nicht abbaubaren) Metall(oid)-en aus der Wasserphase produziert immer auch geologische Körper, Sedimente oder Schlämme, die mit den abgeschiedenen Stoffen angereichert sind und für die ein Verwertungs-, Nutzungs- oder Entsorgungspfad gefunden werden muss.
- ◆ Durch Einsatz der genannten Verfahren ist nicht per se mit einer Senkung des Betreuungsaufwandes und der Betriebskosten zu rechnen.

FAZIT: Aufgrund dieser Aussagen erscheinen (mikro-)biologische Verfahren für stark belastete und flächenmäßig große bzw. abflussstarke Gebiete derzeit nicht wirtschaftlich.



www.vitamin-projekt.eu



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



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



LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE





Foto: LfULG

Machbarkeitsstudie zur Nutzung multi- und hyperspektraler Verfahren für Umweltmonitoring



Beim Rohstoffabbau entstanden Halden bzw. Kippen sowie große Hohlräume oder Restlöcher. Die hinterlassene Bergbaulandschaft macht eine Rekultivierung und Sanierung erforderlich. Doch auch nach der Sanierung der Halden und Kippen können Schwermetalle oder andere Schadstoffe ausgewaschen werden. Dies erfordert effektive **Monitoringmaßnahmen**. Eine Möglichkeit der Überwachung der Fließgewässer und Bergbaufolgen ist die **Fernerkundung**. Die abbildende Spektroskopie unter Einsatz **hyperspektraler Verfahren** gewinnt als innovative Fernerkundungstechnologie immer mehr an Bedeutung. Dafür kommen Satelliten oder Drohnen als Plattform mit entsprechender bildgebender Ausrüstung zum Einsatz. Im Projekt Vita-Min wurde das Potential dieser Methode abgeschätzt. Folgende Schwerpunkte wurden bearbeitet:

- ◆ Recherche zu **Möglichkeiten** der Fernerkundung zur Überwachung von Oberflächengewässern
- ◆ Erarbeitung einer **Spektralbibliothek** bergbaurelevanter Elemente und Verbindungen
- ◆ Erstellung eines **Umsetzungskonzepts** zur Überwachung von Oberflächenwasserkörpern vor dem Hintergrund bergbaubeeinflusster Gewässer und der europäischen Wasserrahmenrichtlinie
- ◆ **Testbefliegung** zur ersten Validierung und Spezifizierung der theoretisch erarbeiteten Ergebnisse
- ◆ Heutige **Grenzen** der Fernerkundung für das Monitoring bergbaugesättigter Gewässer und Halden

Abbildung 1: Testbefliegungen Bernsteinsee (a) und Dubringer Moor (b) (Fotos: LfULG)

Einsatz bildgebender Spektroskopie in Testgebieten

- ◆ **Ziel:** Bestimmung des Grundwasserzutritts sowie die Eisen- bzw. Schadstoffverteilung in einem Tagebaurestsee und Moor (Abb. 1a und Abb. 1b)
- ◆ Durchführung von **zwei Testflügen** (August, November) unter Einsatz einer RGB-Kamera, Multispektralkamera, Hyperspektralkamera, Thermalkamera
- ◆ Ableitung verschiedener Indizes zur Charakterisierung der untersuchten Parameter

Testbefliegung - Dubringer Moor

Durch **Interaktion mit der Vegetationsoberfläche** (Absorption/Reflexion) ist **keine direkte Erfassung der Bodenoberfläche möglich**. Zudem sind die Schwermetallkonzentrationen zu gering, um direkt detektiert zu werden.

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Der **NDVI** (Abb. 2b) macht sich die charakteristische Eigenschaft des Chlorophylls von Pflanzen zu Nutze, elektromagnetische Strahlung in einem Wellenlängenbereich von ca. 600 nm bis 700 nm (rot) größtenteils zu absorbieren und Wellenlängen von 700 nm bis 1300 nm (NIR) zu reflektieren. Aufgrund dieser spektralen Eigenschaften kann der NDVI Rückschlüsse auf die Vitalität bzw. den Stress der Pflanze geben.

Es war nicht möglich, Schwermetalle direkt zu detektieren oder quantitativ abzuschätzen. Jedoch wurden mittels des NDVI die Vitalität bzw. der Vegetationsstress, welcher als Proxy für toxische Substanzen eingesetzt wurde, schnell, einfach und flächendeckend abgebildet.

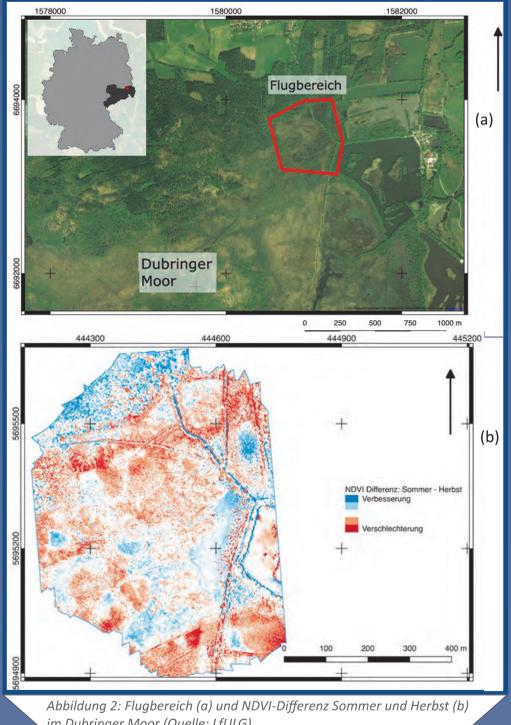


Abbildung 2: Flugbereich (a) und NDVI-Differenz Sommer und Herbst (b) im Dubringer Moor (Quelle: LfULG)

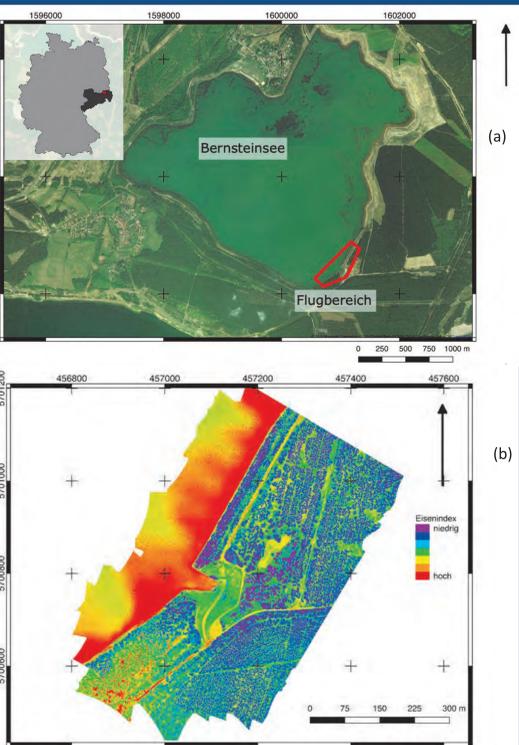


Abbildung 3: Flugbereich (a) und Eisenindex (b) am Südost-Ufer des Bernsteinsees (Quelle: LfULG)

Testbefliegung - Bernsteinsee

Eisenindex

Eisenminerale sind im VNIR durch mindestens eine charakteristische Absorption gekennzeichnet. Allen Eisenoxid- und -hydroxidmineralen gemein ist ein Absorptionsbereich bei etwa 900 nm, verursacht durch die Anwesenheit von zweiwertigem Eisen in einer kristallinen Matrix. In Abbildung 3b lässt sich der Uferbereich mit einem hohen Eisenindex klar ausmachen. Dies deckt sich mit Beobachtungen vor Ort, wo ockerfarbene Eisenablagerungen mit bloßem Auge leicht zu erkennen waren (vgl. Titelbild). Darüber hinaus ist die Eisenverteilung im Gewässer anhand des Index sichtbar.

Minimum Noise Fraction (MNF)

Die Analyse der mittels MNF-Rotation erzeugten Hauptkomponenten zeigt ein ähnliches Bild wie die Eisenindizes der Gewässer. Für den Sommer ist eine Mischung von zwei Gewässern mit unterschiedlicher spektralen Charakteristika erkennbar. Für den Herbst ist diese ausgeprägte Mischung nicht mehr erkennbar. Dennoch lassen sich kleine Unterschiede zwischen dem Zustrom und der offenen Gewässerfläche erkennen.

Breitbandthermaldaten

Zusätzlich zu multi- und hyperspektralen Daten wurden die Wassermischungen mit Thermaldaten analysiert. Es zeigt sich ein leichter Temperaturunterschied zwischen den Gewässern von Bernsteinsee und Lohsa II.

FAZIT: Die heutige Technik lässt es noch nicht zu, die Schwermetallbelastung in Gewässern oder Halden mit fernerkundungs-gestützten Systemen zu erfassen. Allerdings können erste Anhaltspunkte zur Eisenverteilung von Wassermassen bestimmt werden. Grundwasserzutritte lassen sich relativ gut erkennen.



www.vitamin-projekt.eu



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



LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE



Foto: Oelsnitz/Erzgeb.

Monitoring auf der Deutschlandschachthalde



Die aufgeschütteten Bergmassen und Kohlereste formten die Deutschlandschachthalde, ein Ergebnis des Steinkohleabbaus in Oelsnitz/Erzgeb. Auf der Halde sind immer wieder Schwelbrände zu beobachten. Durch den Druck der Gesteinsmassen des Haldenkörpers entsteht Wärme, so dass die Kohlenreste verschwelen bzw. beim Kontakt mit Sauerstoff verbrennen. Der dadurch entstehende Massenverlust verursacht vertikale und horizontale Bewegungen des Haldenkörpers. Ebenso verstärken die aufsteigenden Grund- bzw. Grubenwässer die Geländehebungen im Lugau-Oelsnitzer Revier. Diese Bewegungen können in ihrer Gesamtheit Risiken zur Standfestigkeit der Halde nach sich ziehen. Ziel der Studie war es, das Restrisiko eines möglichen Versagens der steilen Randböschungen zu beurteilen.

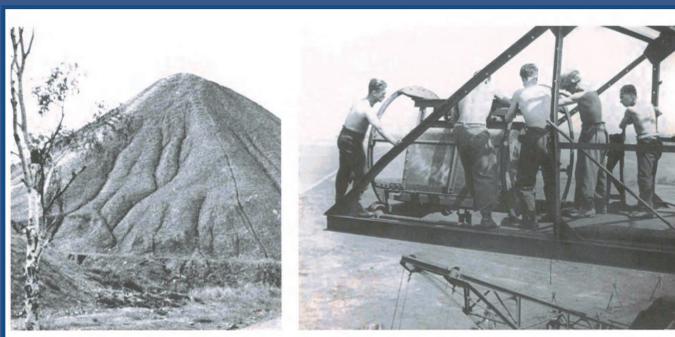


Abbildung 1: Halde früher (Quelle: Stadtverwaltung Oelsnitz/Erzgeb.)

Methodik

Die Haldenbewegung wird im Rahmen eines Monitoringprogramms überwacht (vgl. Abbildung 2). Über die Anzahl der redundanten Beobachtungen wird die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Netze ermittelt und bewertet.

Für einen rationellen und hinreichend genauen Lage- und Höhenanschluss an das Landeskoordinatensystem mit GPS (GNSS) wurde von der TU Bergakademie Freiberg ein spezielles Verfahren entwickelt und getestet. GNSS Messungen bieten die Möglichkeit Koordinaten und Richtungen „sicher“ in Gebiete zu übertragen. Dies ist insbesondere bei der Deutschlandschachthalde, die

großräumigen Bewegungen unterworfen ist, essentiell.

Um vertikale und horizontale Bodenbewegungen im cm-Bereich als signifikant nachweisen zu können, sind für die Standardabweichungen der Anschlüsse, als Maß für die sogenannte äußere Genauigkeit, Größenordnungen von mm zulässig. Die „Nullmessung“ für den Zeitbezug erfolgte 2006. Bisher wurden die Messungen 2008, 2011, 2013 und 2015 wiederholt.



Abbildung 3: Haldeturm (Quelle: A.Wölfel)

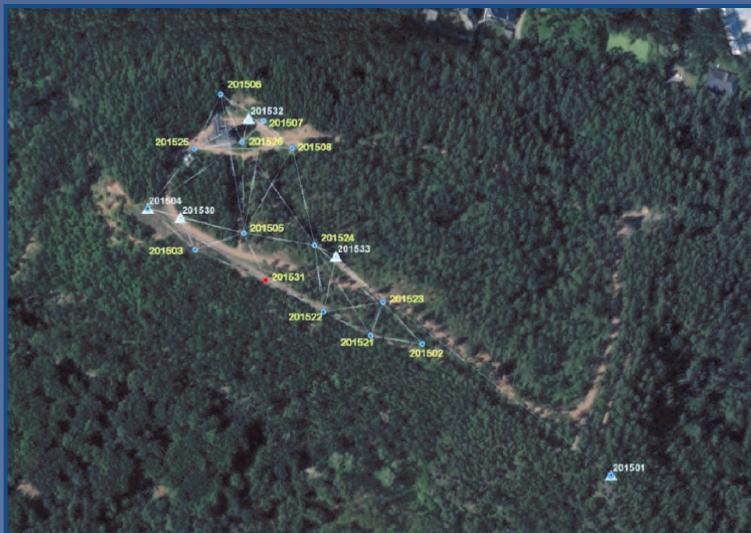


Abbildung 2: Messpunkte auf der Deutschlandschachthalde (Quelle: Dr. Löbel)

Ergebnis

Nach Auswertung der Messungen war festzustellen, dass sich sowohl die horizontalen als auch die vertikalen extremen Bodenbewegungen der Jahre 2006 bis 2015 in der vergangenen Periode von 2015 bis 2018 nicht fortgesetzt haben.

Dennoch kann auch nach dieser Messkampagne nicht ausgeschlossen werden, dass sich die Halde weiter bewegen wird, zumal sie offensichtlich auch weiterhin thermisch aktiv ist.

Es ist daher vorgesehen, das Messregime im regelmäßigen Turnus von circa drei Jahren fortzusetzen.



www.vitamin-projekt.eu



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



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014–2020



Ústecký kraj



Stadt Oelsnitz/Erzgeb.

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Freistaat
SACHSEN



Foto: A. Gaube

Risiken und Chancen von Bergbaufolgen



Der 127 Jahre andauernde Steinkohleabbau im Revier Lugau-Oelsnitz/Erzgeb. hinterließ sichtbare und unsichtbare Spuren, wie z. B. zahlreiche Halden. In einem Konzept wurden die Folgerisiken erfasst sowie der Handlungsbedarf und die Maßnahmen abgeleitet, um Schäden und Gefährdungen der öffentlichen Sicherheit und Ordnung dauerhaft vorzubeugen. Dabei wurden sechs Bergbaufolgen näher betrachtet und bewertet.



Ableitung und Bewertung der Risiken und Chancen

1. Risiken erfassen und bewerten
2. Gegenseitige Beeinflussung darstellen
3. Kenntnisdefizite identifizieren und beheben
4. Chancen abbilden

Maßnahmenempfehlungen

1. Aufstellung Maßnahmenplan inkl. Zeithorizont
2. Erarbeitung Monitoringkonzept: Art + Umfang der Kontroll-/Überwachungsmaßnahmen



www.vitamin-projekt.eu



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



Ahoj sousede. Hallo Nachbar. Interreg V A / 2014 – 2020



Ústecký kraj



Stadt Oelsnitz/Erzgeb.

LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE



Freistaat SACHSEN



Quelle: Ústecký kraj

Wasserkörper auf Tagebaukippen

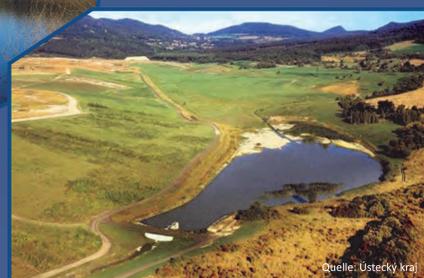


Die Hauptaufgabe der Region Ústí im Rahmen des Projekts Vita-Min ist die Erhaltung der Wasserqualität im Most-Becken, insbesondere im Zusammenhang mit der Flutung der Gruben ehemaliger Tagebaue der Braunkohlegewinnung sowie die Charakterisierung kleiner Seen auf Tagebaukippen.

Im Jahr 2017 wurden in der Region Ústí insgesamt 351 kleine Wasserkörper unterschiedlicher Art und Größe auf 38 Kippen erfasst. Der Vergleich historischen und aktuellen Bildmaterials ergab, dass sich die Wasserfläche im Vergleich zu 1960 aktuell annähernd verdoppelt hat. Einige der Wasserflächen wurden gezielt angelegt, andere entstanden sukzessive natürlich.

Ziel war es,

- ◆ die kleinen Wasserkörper zu kartieren
- ◆ 24 repräsentative Wasserkörper auszuwählen
- ◆ vier Typen abhängig von der Entstehung zu differenzieren
 - Speicherseen (für Rekultivierungszwecke angelegt)
 - Wasserkörper, die auf unbearbeiteten Kippen entstanden
 - Wasserkörper, die sich spontan auf rekultivierten Flächen entwickelten
 - Wasserkörper an Kippenrändern
- ◆ Geländeuntersuchungen und ausführlichere Charakteristik der 24 Wasserkörper vorzunehmen
- ◆ biologische Untersuchungen der 24 Wasserkörper (Gefäßpflanzen, Vögel, Reptilien, Amphibien, wirbellose Wassertiere) für ein Jahr durchzuführen.



Die einjährige Untersuchung ergab, dass sich die Wasserkörper in ihrem biologischen Wert nicht signifikant unterscheiden. Ein Teil der Kippen sollte jedoch der natürlichen Sukzession überlassen werden, da dies zur Entwicklung der Biotopvielfalt und Entstehung unterschiedlich großer Wasserkörper beiträgt.



Hydrochemische Überwachung der kleinen Wasserkörper

Das **hydrochemische Monitoring** der 24 Wasserkörper wurde von März bis Dezember 2017 durchgeführt. Neben den grundlegenden chemischen Parametern wurden Indikatoren für mögliche Verunreinigung (toxische Elemente, Kohlenwasserstoffe, polychlorierte Biphenyle, Polyaromaten) ermittelt. Folgende Erkenntnisse ergaben sich:

- ◆ hohe Konzentrationen an gelösten Stoffen und Sulfaten in allen kleinen Wasserkörpern
- ◆ pH-Werte: neutral bis schwach alkalisch
- ◆ organische Substanz (CSB-Cr, TOC und BSB5): höchste Werte während der Sommermonate in Wasserkörpern auf rekultivierten Flächen und bei einigen Wasserkörpern am Kippenrand
- ◆ Gesamtstickstoffkonzentration meist <5 mg/l (erhöht nur während der Frühlingsmonate in Wasserkörpern auf rekultivierten Flächen)
- ◆ Gesamtphosphorkonzentrationen meist sehr niedrig
- ◆ Kalzium- und Magnesiumkonzentration: zwischen 30 und 350 mg/l
- ◆ ungewöhnlich für Oberflächengewässer: für natürlich entstandene Wasserkörper überstiegen die Magnesiumkonzentrationen z. T. die von Kalzium
- ◆ Eisen- und Mangankonzentrationen am höchsten bei den Wasserkörpern am Kippenrand
- ◆ Spezifische Schadstoffe (gemäß NV 401/2015 Sb., Anhang Nr. 3, Tab. 1c): erhöhte Konzentrationen von Eisen, Mangan, Quecksilber, Bor und Molybdän

Für die **hydrobiologischen Parameter** Chlorophyll-a, Phytoplankton, Zooplankton (monatlich) und Makrozoobenthos (April und August) ergab sich:

- ◆ höchste Chlorophyll-a Gehalte und höchste Anzahl an Phytoplankton in Speicherseen und Bereichen am Kippenrand
- ◆ höchste Individuenzahl an Zooplankton in Wasserkörpern am Kippenrand und auf unbearbeiteten Kippen
- ◆ hohe Artenvielfalt an Makrozoobenthos in Wasserkörpern am Kippenrand und auf unbearbeiteten Kippen
- ◆ Geringe Artenvielfalt in Speicherseen und spontan entstandenen Wasserkörpern auf Rekultivierungsflächen

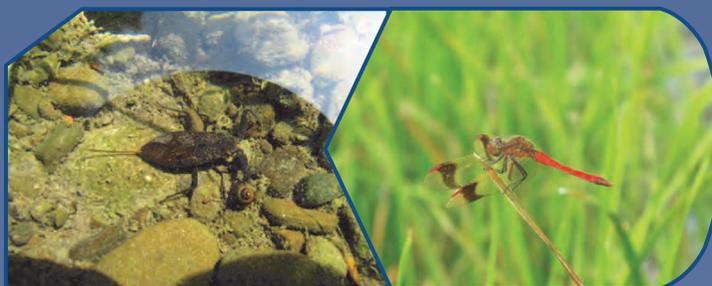


Abbildung: Fauna in und an Wasserkörpern unbearbeiteter Kippen (Quelle: M. Straka, VUV-TGM)

Bewertung der hydrochemischen Risiken und Maßnahmen zu deren Beseitigung

Ziel war es, die hydrochemischen Risiken der ausgewählten Wasserkörper zu bestimmen, die Ergebnisse des Monitoring der Wasserqualität im Grabensystem von drei Seen (Barbora, Chabařovice und Most) zu bewerten und eine geeignete biologische Methode zur Wasserreinigung zu entwickeln.

Einflussfaktoren für potenzielle hydrochemische Risiken für die Wasserqualität sind u. a.:

- ◆ Eutrophierung
- ◆ Fischerei
- ◆ hydrochemische Veränderungen im Einzugsgebiet
- ◆ Auftreten toxischer Cyanobakterien
- ◆ Nutzung als Erholungslandschaft
- ◆ Zusammensetzung der Wasserflora und -fauna
- ◆ Geomorphologie des Geländes
- ◆ Alter, Größe und Tiefe der Wasserkörper

Saure Grubenwässer aus dem Kohlebergbau können in biologischen Kläranlagen sehr schlecht gereinigt werden, da sie meist einen sehr geringen Gehalt an organischer Substanz und niedrige pH-Werte aufweisen. Deswegen werden zur Sanierung meist künstliche Feuchtgebiete verwendet.

Mögliche Methoden zur Wasserreinigung:

- ◆ Aerobe künstliche Feuchtgebiete mit Oberflächenströmung (Entfernung von Eisen und Mangan)
- ◆ Anaerobe Feuchtgebiete (Sulfatreduktion in organischem Material)
- ◆ Anoxic limestone drain (ALD; zur Erhöhung des pH-Wertes)
- ◆ Aneinanderreihung mehrerer Feuchtgebietstypen



Die Bewertung der Wasserqualität im Jahr 2017 ergab, dass es keine belegbaren Unterschiede in der Wasserqualität zwischen den Wasserkörpern gibt und diese überwiegend oligo- bis mesotroph sind.



www.vitamin-projekt.eu



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



Ahoj sousede. Hallo Nachbar. Interreg V A / 2014 – 2020



LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE

