A large, high-resolution image of the Earth from space, showing the Western Hemisphere with North and South America visible. The image is positioned on the left side of the slide, partially overlapping a diagonal white and blue background.

Forschungs- und Entwicklungszentrum Bergbaufolgen (FEZB)

Prof. Dr. habil. Christoph Neukum
Fachbereichsleitung FEZB

13.03.2025



Der Planet Erde ist unsere Lebensgrundlage – seine Ressourcen sind begrenzt.

Deshalb setzt sich die BGR für die
Sicherung unseres Lebensraumes
und die nachhaltige Nutzung
natürlicher Ressourcen ein.



Hauptsitz und Außenstellen





Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe ist eine wissenschaftlich-technische Oberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK).



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



- Beratung der Bundesregierung und der deutschen Wirtschaft
- Förderung von Wissenschaft und Wirtschaft
- Nationale und internationale geowissenschaftliche und technische Zusammenarbeit
- Erhebung, Standardisierung, Harmonisierung und Bereitstellung geowissenschaftlicher und rohstoffwirtschaftlicher Fachdaten und entsprechende Koordinierungsarbeiten
- Erdbebendienst des Bundes
- Nationales Datenzentrum für den Kernwaffenteststopp

Organisationsplan der BGR



Präsident Vizepräsident		Interne Revision		Deutsche Kontrollstelle EU-Sorgfaltspflichten in Rohstofflieferketten (DEKSOR)
Präsident Vizepräsident		Interne Revision		Deutsche Kontrollstelle EU-Sorgfaltspflichten in Rohstofflieferketten (DEKSOR)
Abteilung Z Zentrale Dienste	Abteilung 1 Rohstoffe	Abteilung 2 Grundwasser und Boden	Abteilung 3 Unterirdischer Speicher- und Wirtschaftsraum	Abteilung 4 Geowissenschaftliche Informationen, Inter- nationale Zusammenarbeit
Z.1 Personal	1.1 Deutsche Rohstoffagentur (DERA)	2.1 Geophysikalische Erkundung, Technische Mineralogie	3.1 Nutzungspotenziale des geologischen Untergrunds	4.1 Internationale Zusammenarbeit
Z.2 Betriebstechnik, Innerer Dienst	1.2 Geologie der mineralischen Rohstoffe	2.2 Informationsgrundlagen Grundwasser und Boden	3.2 Geologisch-geotechnische Erkundung	4.2 Geoinformationen, Stratigraphie, Bibliothek
Z.3 Organisation	1.3 Geologie der Energieroh- stoffe, Polargeologie	2.3 Grundwasserressourcen – Beschaffenheit und Dynamik	3.3 Charakterisierung von Speicher- und Barrieregesteinen	4.3 Erdbendienst des Bundes, Kernwaffenteststopp
Z.4 Haushalt und Finanzmanagement	1.3 Marine Rohstofferkundung	2.4 Boden als Ressource – Stoffeigenschaften und Dynamik	3.4 Langzeitsicherheit	4.4 Gefährdungsanalysen, Fernerkundung
Z.5 Beschaffung, Materialwirtschaft	1.3 Geochemie der Rohstoffe	2.5 Forschungs- und Entwick- lungszentrum Bergbaufolgen	3.5 Geotechnische Sicherheitsnachweise	
Z.6 Zentrale Informationstechnik				
Z.7 Interne Kommunikation, Service-Z-Managem., Publikationen				
Z.8 Zentrales Controlling				
Referate	Fachbereiche			



- 31 permanente Fachstellen
3 permanente Verwaltungsstellen
- Fachbereichsleitung als gemeinsame Berufung mit der BTU Cottbus
 - Berufung erfolgte zum Oktober 2024
 - Lehrgebiet <Umweltgeologie im Nachbergbau> am <Institut für Umweltwissenschaften und Umwelttechnik>
- Bezug der Büros in Cottbus im November 2022
- Derzeit Umbau des ehemaligen Kantinengebäudes zu Laboren und Tagungsräumen





Arbeitsbereiche: **Umweltmonitoring und Data Science;**
Geotechnologien

Die Forschungsthemen sind auf die Umweltmedien **Grundwasser** und **Boden** sowie auf **Sanierungsbergbau, Geotechnik** und **Umwelt-Monitoring** ausgerichtet:

- Hydrogeochemische Veränderungen in Grundwasser und Boden
- Angepasste Monitoring- und Prognosewerkzeuge
- Bewertung von Langzeitfolgen
- Gestaltung neuer Landschaften und geotechnische Sicherheit



Wasserqualität



Wasserquantität



Geotechnik &
Boden

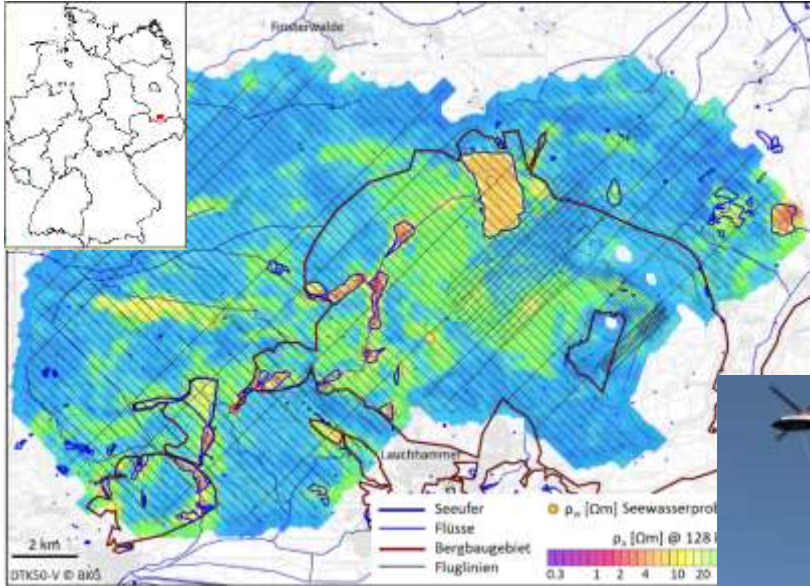
Bereitstellung und wissenschaftliche Aufarbeitung von Informationen zu Konzepten für die **Schließung** von Braunkohle- und Erzbergbau sowie für die **Sanierung von Bergbaufolgen** in Deutschland

- Aufarbeitung in drei Themenbereichen:
Wasserqualität, Wasserquantität, Geotechnik und Boden
- **Erstellung einer Datenbank:** Informationen und Kurzbeschreibungen von Maßnahmen und Projekten anhand vordefinierter Kriterien



Hydrogeologisches Strukturmodell

Kleine Restlochkette (Finstervalde)



Aerogeophysik-Messgebiet in der Bergbaufolgelandschaft zwischen Finstervalde und Lauchhammer (Niederlausitz)

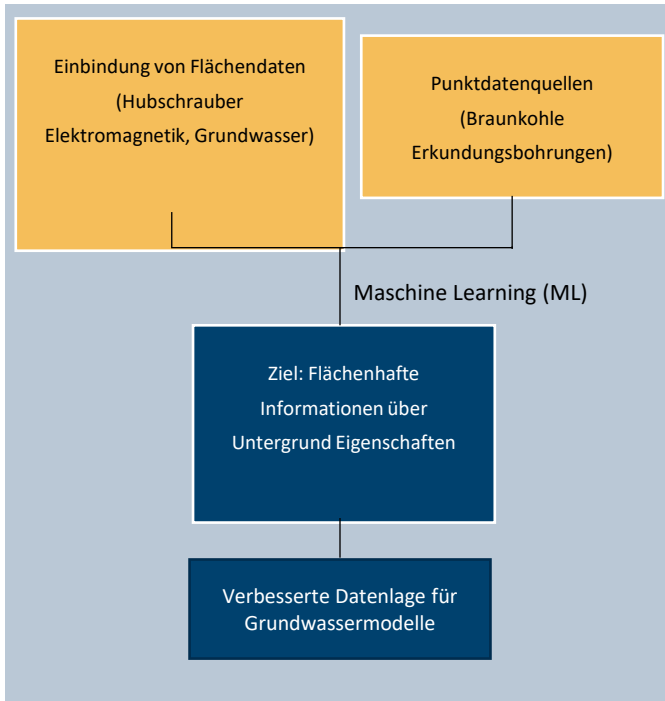


Entwicklung und Interpretation eines **3D-Untergrundmodells** einer Bergbaufolge-landschaft mit Hilfe maschinellen Lernens

Ziele des Projekts:

- Entwicklung eines Workflows für die Integration von aerogeophysikalischen Modellen und Bohrdaten in ein 3D-Untergrundmodell unter Verwendung von maschinellem Lernen
- Evaluierung der Arbeitsabläufe durch Anwendung der abgeleiteten 3D-Untergrund-modelle in numerischen Strömungsmodellen

Kleine Restlochkette (Finsterwalde): Interpretation der aerogeophysikalischen Untersuchungsergebnisse



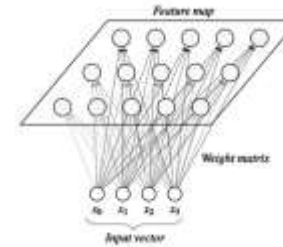
Untersuchungsgebiet

Ungleichmäßige Verteilung
von Bohrlochdaten



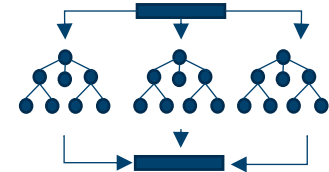
Methodik

Self-organizing maps (SOM)



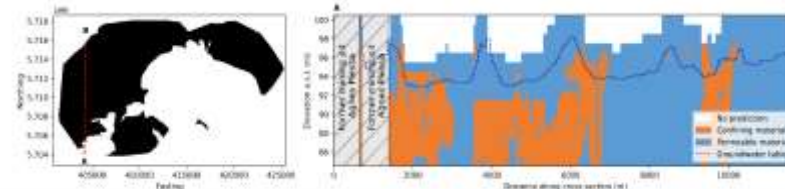
Quelle: Medium.com

Random Forest

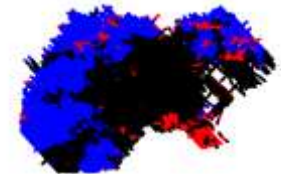


Ergebnisse

Vorhersage stauende und leitende Schichten mit ML



SOM-Cluster der
HEM Widerstandsmodelle



Bohrlochdaten Qualitätsmanagement Tool

Herausforderungen:

Erstellung von geologischen Modellen

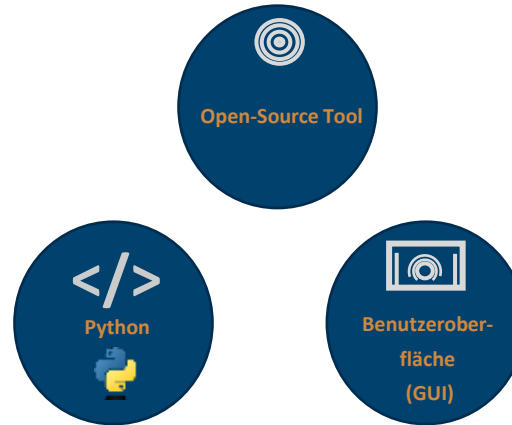
Große, aber oft **unvollständige Datensätze**.

Datenqualität hängt von verschiedenen Faktoren

ab (Bearbeiter, damaliger Kenntnisstand,
Datenbasis).

Fehlersuche durch iterativen Prozess ->
zeitintensiv

Softwareentwicklung zur Filterung von geeigneten Bohrlöchern

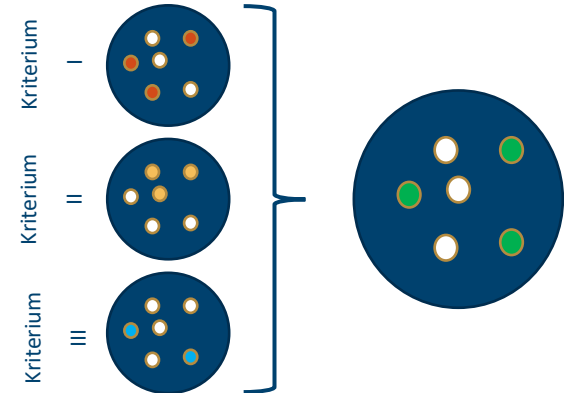


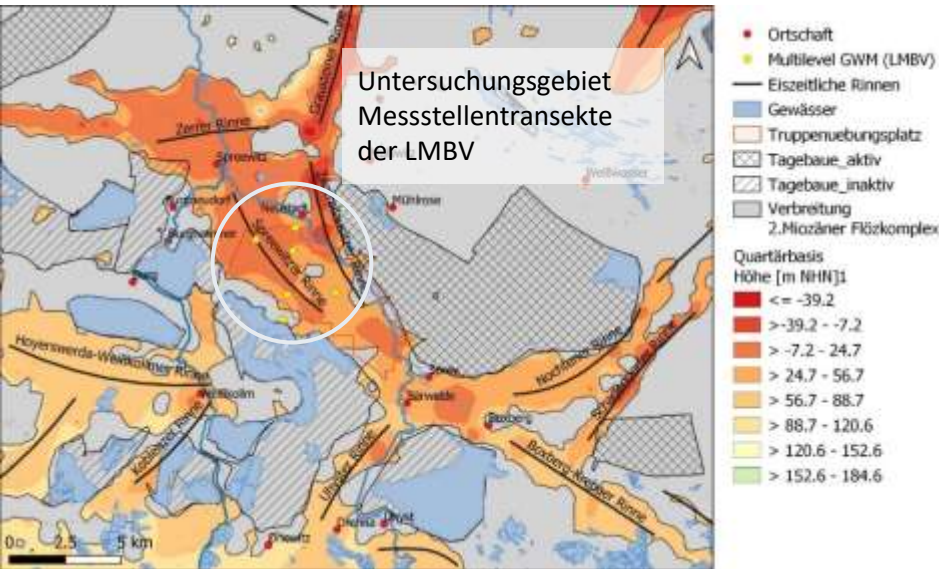
Ausblick

Verwendung von Machine Learning

Räumlicher Vergleich geeigneter

Bohrlöcher zur Verringerung der
Modellunsicherheit





Glaziale Schmelzwasserrinnen um Lohsa und Nochten (Darstellung auf Grundlage von Daten und mit Erlaubnis des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie)

Die Spreewitzer Rinne ist **Hot-Spot des Eisensulfideintrags** in die Spree

Die räumliche Verteilung des Eisens (als gelöstes Eisen im Grundwasser und in mineralischer Form als Eisensulfid) ist bislang unklar

Ziel des Projekts: Untersuchung der Eignung von **NMR (Kernspinresonanz)** zur Quantifizierung der räumlichen Verteilung des Eisens

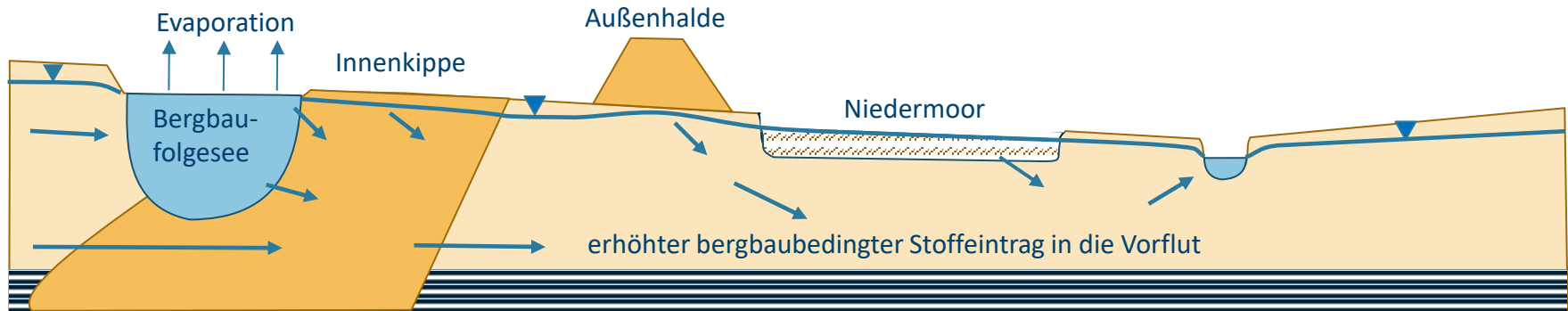
Vorgehen: mit **NMR-gekoppelte Säulenversuche** mit künstlichem und echtem Sediment aus der Spreewitzer Rinne im Labor in Spandau sowie **NMR-Geländemessungen**

Wechselwirkung Wasser - Grundwasser

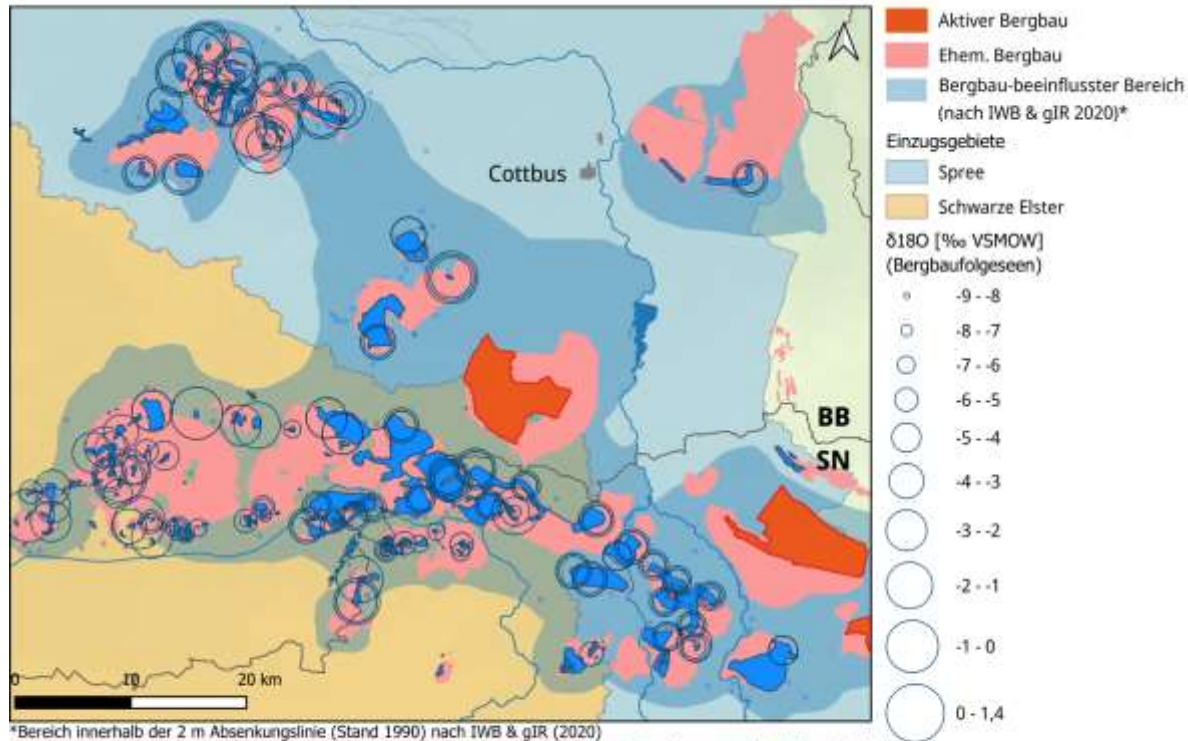
Isotopenhydrologische und hydrochemische Untersuchungen

Analyse und Quantifizierung nachbergbaulicher Wechselwirkungen zwischen Grund- und Oberflächen-wasser anhand von isotopenhydrologischen, hydrogeologischen und -chemischen Untersuchungen

- Verständnis über Grundwasserfließwege und die resultierende Wasserbeschaffenheitsentwicklung
- Verbesserte Parametrisierung von Grundwasser- und Wasserhaushaltsmodellen
- Beitrag zur Optimierung von Sanierungs- und Wasserbewirtschaftungsplänen



Übersicht - Bergbaufolgeseen

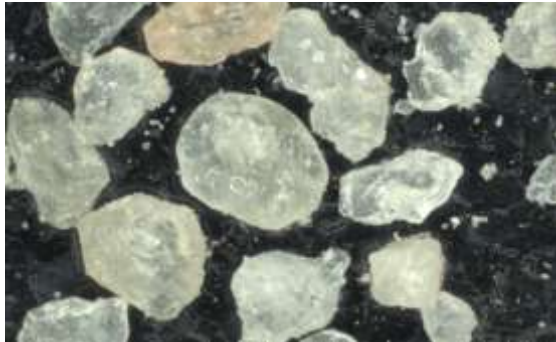


*Bereich innerhalb der 2 m Absenkungslinie (Stand 1990) nach IWB & gIR (2020)

IWB & gIR (2020): Uhlmann, W., K. Zimmermann, T. Claus, K. Schmidt, W. Seher, C. Gerstgraser und S. Giebler: Erarbeitung eines strategischen Hintergrundpapiers zu den bergbaubedingten Stoffeinträgen in den Flusseinzugsgebieten Spree und Schwarze Elster. - Teil 2: Zustandsanalyse und Handlungsschwerpunkte. Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann und Gerstgraser Ingenieurbüro für Renaturierung im Auftrag des LBGR, Dresden/Cottbus, Februar 2020.

Untersuchung des Einflusses der Kornform und – rundung auf Verflüssigungsverhalten

- Durchführung von statistischen Analysen mittels Mikroskopie und Camsizer-Messungen
- Entwicklung eines Kornformparameters, der für einen verflüssigungsgefährdeten Boden charakteristisch ist



Mikroskopische Aufnahme
eines Sandstreupräparats
(Dünnschliff)



Seismische Messungen in Sedlitz



Photogrammetrisch aufgenommenes
Geländemodell der Brückenfeldkippe

Untersuchung der Wirkung der schonenden Sprengverdichtung mittels verschiedener geophysikalischer Methoden

- Anwendung Bandbreite bodenbasierter (z.B. NMR, Seismik, ERT) und luftgestützter (drohnengestützte Photogrammetrie, Hubschrauber-EM) geophysikalischer Methoden
- Untersuchungsgebiet: Brückenfeldkippe Sedlitz

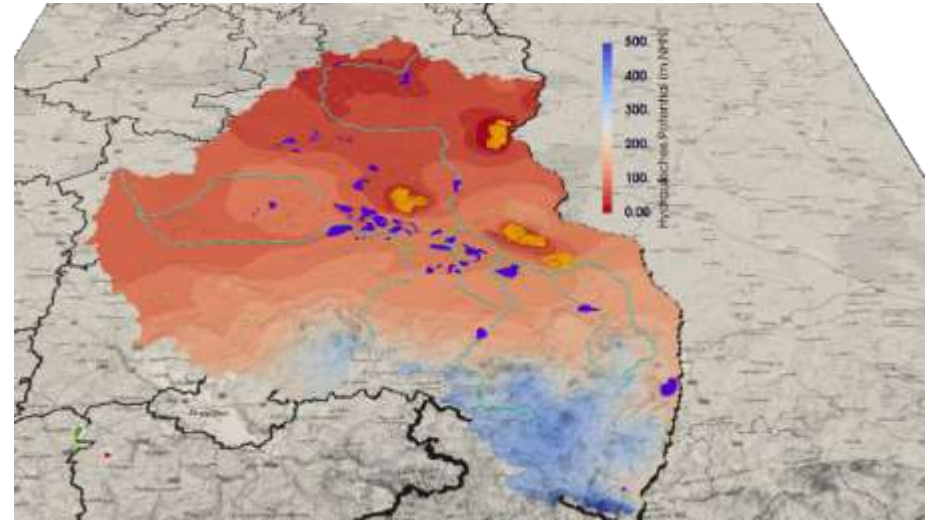
Grundwassermodell Lausitz

Koordination

Das Grundwassermodell Lausitz ist als länderübergreifendes Steuerungs-, Kontroll- und Überwachungsinstrument für ein strategisches Wassermanagement in der Lausitz konzipiert.

Ziel ist die nachhaltige Bewältigung der Folgen des Braunkohleausstiegs und die Unterstützung des Strukturwandels, auch unter den künftigen Anforderungen durch den Klimawandel.

Das Grundwassermodell Lausitz wird eine Fläche von mehr als 5 000 km² abdecken. Die Kosten für das Projekt belaufen sich auf rund neun Millionen Euro, die zu 70 % vom Bund finanziert werden. Die übrigen Mittel tragen Brandenburg und Sachsen.



Am FEZB erstelltes, stark vereinfachtes Prinzipmodell des Grundwasserhaushalts der Lausitz

Untersuchungen zu relevanten organischen Stoffgruppen im Altbergbau

Beprobung Wasserlösungsstollen Ernst-August im Harz



Durch aktiven und stillgelegten Erz- und Kohleabbau gelangen Schadstoffe häufig unkontrolliert in Wasserkörper. Das FEZB untersucht **langlebige organische Schadstoffe (POP, Persistent organic Pollutants)** im (Alt-)Bergbau.

Analyseergebnisse Probenahmestandort
Wasserlösungsstollen Ernst-August im Harz:

- Eisenoxide (**Schwimmeisen**) als Transportmittel für diverse organische und anorganische Stoffe => Pot. Quelle und Senke für persistente Substanzen
- Das Wasser im Becken bzw. das Schwimmeisen sollte aufgrund der Belastung komplett zurückgehalten werden

Drohnengestützte Erkundung von Uranaltlasten

Nutzung an BGR im Rahmen eines Forschungsprojekts entwickelter Schwerlastdrohne mit Gammaskpektrometer zur luftgestützten Erkundung von Uranaltlasten

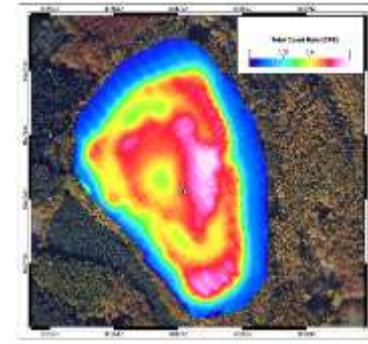
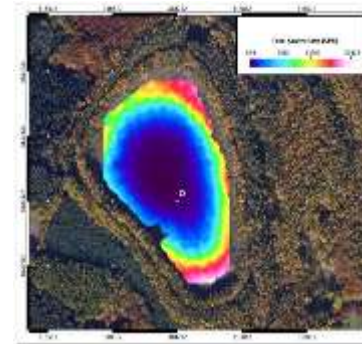
Seit 2022 Monitoring am Wismut GmbH -Sanierungsstandort Dänkriz 2 (zwischen Crimmitschau und Zwickau) mittels Drohnen (Gammaskpektrometrie, Photogrammetrie) und Bodenstationen



Gammaskpektrometrie-Schwerlastdrohne (Prototyp)



Durch Photogrammetrie abgeleitetes Geländemodell des Standorts Dänkriz 2



Ergebnisse der drohnengestützten Gammaskpektrometrie am Standort Dänkriz 2 vor der Entwässerung im November 2022 (links) und während der Entwässerung im Mai 2023 (rechts)



Nach der plötzlichen Einstellung der Uranerzgewinnung und –verarbeitung verblieben ca. 1.500 km offene Grubenbaue, 311 Mio. m³ Haldenmaterial und 160 Mio. m³ radioaktive Schlämme in den teils dicht besiedelten Gebieten. Die Sanierung dieser Hinterlassenschaften ist seit Beginn der 1990-er Jahre Aufgabe der bundeseigenen Wismut GmbH.

Beratung des BMWK im Rahmen der projektbegleitenden, an fachlichen und wirtschaftlichen Aspekten ausgerichtete Begutachtung der WISMUT GmbH -Sanierung:

- technische Projektbegleitung
- betriebswirtschaftliche Analyse und Prüfung auf Wirtschaftlichkeit und kostengünstige Durchführbarkeit
- Prüfung und Bewertung der jährlichen Arbeitsprogramme
- Begleitung ausgewählter Genehmigungsverfahren
- Unterstützung und Beratung des AG bei der Gestaltung effizienter Unternehmensstrukturen
- Bewertung von Nachsorge- und Langzeitaufgaben
- Beratung in Einzelfällen zu Sonderthemen







Gemeinsam mit der vorhandenen Kompetenz und Erfahrung der BGR wird das regionale **Knowhow** auch auf **internationaler Ebene** eingebracht und strategisch weiterentwickelt

Ein wichtiger Aspekt ist die mit der Ansiedlung des FEZB verbundene fachliche Stärkung der **Internationalen Technischen Zusammenarbeit (TZ)** in der BGR auf dem Gebiet Bergbaufolgen.

Befliegungsstandorte Zentralasien

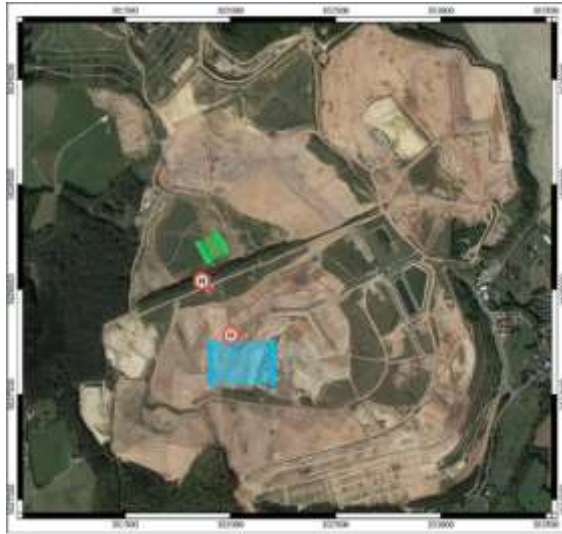


Abb. 4: Erprobung des entwickelten Systems auf der industriellen Absetzanlage Culmitzsch (Deutschland), die von der Wismut GmbH saniert wird.

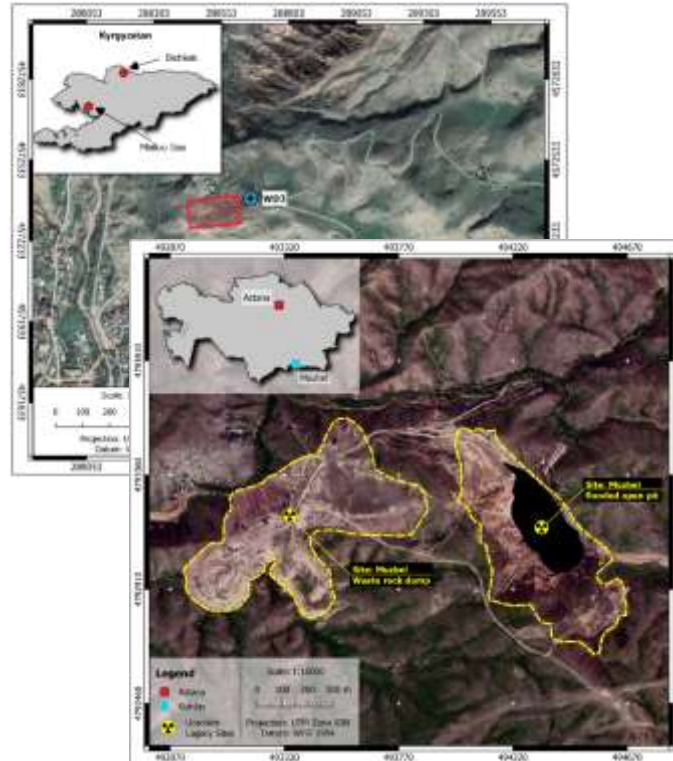


Abb. 5: Erste Messkampagne nach Zentralasien. Befliegungen in Kasachstan (Muzbel) und Kirgisistan (Mailuu Suu).

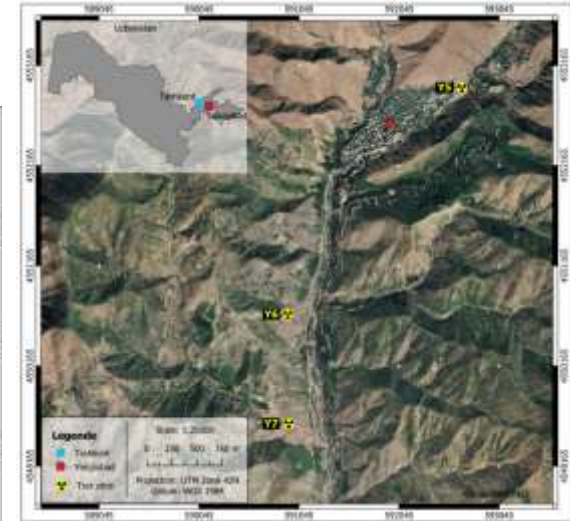


Abb. 6: Zweite Messkampagne nach Zentralasien. Befliegungsstandort in Usbekistan (Yangiabad).



Beiträge zum Projekt

Reg. Kooperation zur nachhaltigen Gestaltung des Bergbaus in den Andenländern III (MinSus):

- August 2022
Teilnahme an von Projekt ausgerichteter Konferenz
- Dezember 2023
Leitung Drohnenworkshop Nachbergbau in Lima
- April 2024
Leitung Bohrworkshop auf Tailings in Ancash

Fortbildung Rammkernsondierung auf Abraumhalde einer ehemaligen Kupfer-Molybdän-Mine in Peru



Mongolei (TZ): Umweltverträglicher Bergbau (seit 10/2023)

- Fachkraft vor Ort und fachliches Backstopping

Indonesien (TZ): Rekultivierung und Forstschutz im Bergbau (geplant ab 12/2024)

- Fachkraft vor Ort und fachliches Backstopping

Südl. Afrika: IKI – Internationale Klimaschutz-initiative - Klimaneutrale regionale Entwicklung durch umweltverträgliche Rohstoffgewinnung und -verarbeitung in den Ländern der SADC-Region (BMUV)

Herausgeber:

Bundesanstalt für Geowissenschaften
und Rohstoffe (BGR)
Forschungs- und Entwicklungszentrum
Bergbaufolgen (FEZB)
Gaglower Straße 17–18
03048 Cottbus

Kontakt:

Prof. Dr. habil. Christoph Neukum
christoph.neukum@bgr.de

Bildnachweise:

Titelbild © Unsplash/NASA;
S. 2 © Unsplash/Jeremy Bishop, Gabriel Jimenez, NASA;
S. 4 BBR/BMWK/Anja Blumentritt;
S. 6 © Pexels/Edward Jenner;
S. 24 © Wismut GmbH
S. 27 (Bilder rechts) © Matthias Bock, PLEJADES 2023
Rest © BGR

Vielen Dank und Glück auf!