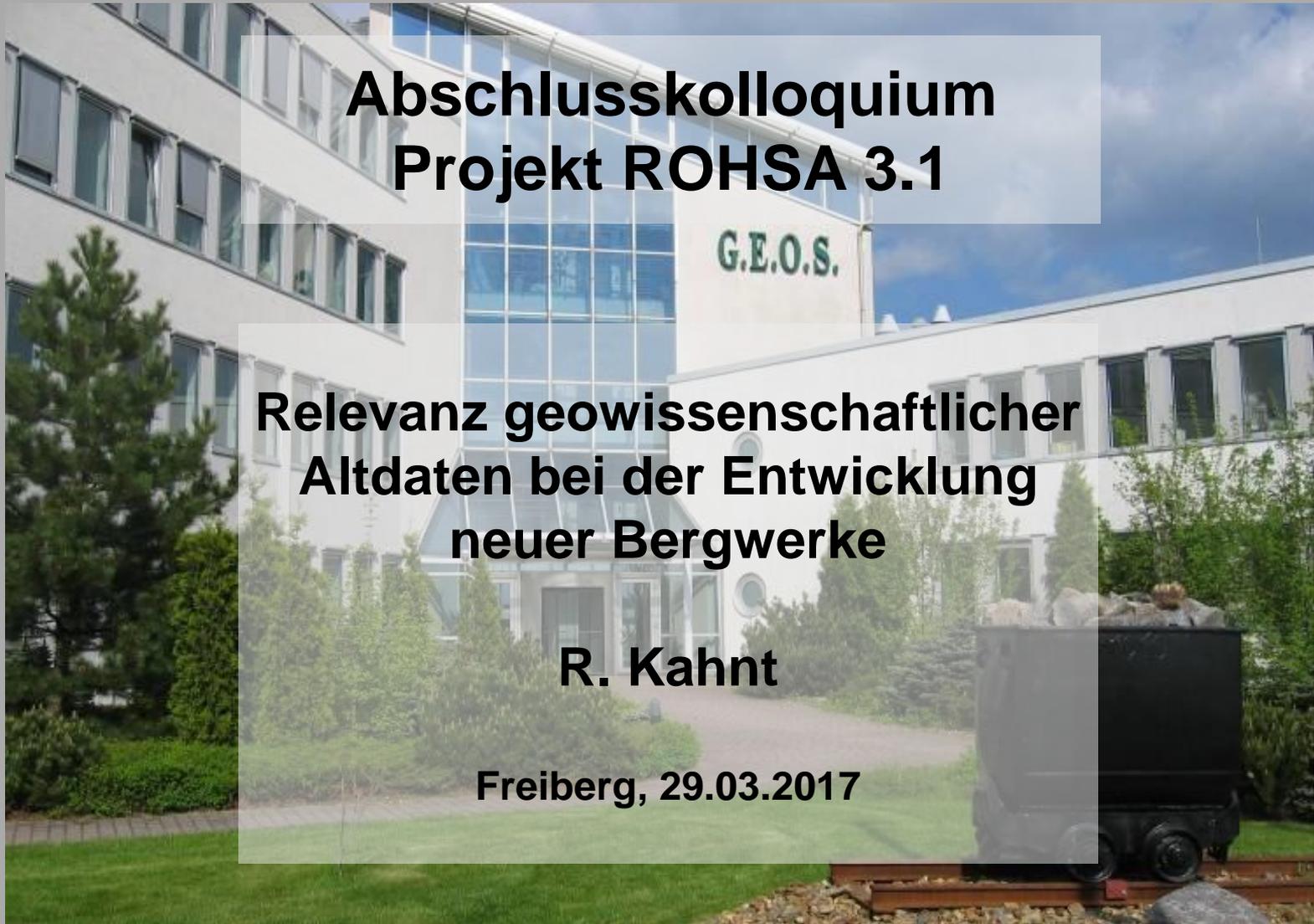


Abschlusskolloquium Projekt ROHSA 3.1

**Relevanz geowissenschaftlicher
Altdaten bei der Entwicklung
neuer Bergwerke**

R. Kahnt

Freiberg, 29.03.2017



Historischer Hintergrund

- Bergbau hat im Erzgebirge eine jahrhundertelange Tradition.
- Hohe Bedeutung der Erkundung in der DDR: Beschluss der damaligen Regierung, die Eigenversorgung mit Zinn abzusichern
→ **Kosten spielten nur noch untergeordnete Rolle**
- Umfangreiche Untersuchungsprogramme der WISMUT
 - neben Uran wurden auch andere Erze gefunden
 - Übergabe an das damalige Ministerium für Geologie zur weiteren Bearbeitung (bspw. Zinnlagerstätte Gottesberg und Spatlagerstätte Brunndöbra)
 - **Durchschnittsgehalte gut, aber Schwierigkeiten mit wirtschaftlich vertretbarer Aufbereitung**
- GFE und die SDAG WISMUT konkurrierten zwar um die Suchfondmittel, produzierten aber jeder für sich gewaltige Datenmengen, die verschiedener Geheimhaltungsstufen unterlagen
→ **nur in sehr geringem Umfang Veröffentlichungen, der in einem krassen Missverhältnis zu den erfolgten Arbeiten standen**

Hintergrund

- **Bedingt durch die Historie, liegt eine Vielzahl sehr gut erkundeter Lagerstätten vor**
- Es gab klar definierte Vorgaben zur Vorgehensweise der Erkundung
- Im Ablauf eines Erkundungsprojektes war die Archivierung der produzierten Daten, Schliffe, Bohrkerne, Belegproben von Analysen usw. fest mit eingeplant
- **Der Erkundungsstand ist in der Regel um ein Vielfaches besser als bei vergleichbaren Lagerstätten weltweit**
- **Diese Situation ist für viele internationale Experten (CP's) neu und häufig wird der Qualität der Erkundungsdaten misstraut**

Daten die zur Lagerstättenbewertung brauchbar sind

Zusammenfassende Berichte und Einschätzungen

- **Vorratsberechnungen und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen** von vor 1990 legten die damaligen Rahmenbedingungen zugrunde → Überprüfung notwendig
 - Vorhandene **geologische und Lagerstättenmodelle** müssen detailliert geprüft werden, meist Längs- und Querschnitte sowie Risse, teilweise Blockmodell Darstellungen
→ sind wichtige Grundlage für neue 3D-Modellierungen
 - **Ergebnisse von Aufbereitungsversuchen** entsprechen dem damaligen Stand der Technik.
 - Angaben zu **Bergwerksplanungen**, Infrastruktur, Obertageanlagen bedürfen in jedem Falle einer Anpassung
 - Es gab um höffige Gebiete sogenannte Bergbauschutzgebiete – nicht mehr vorhanden; Neuausweisungen von Schutzgebieten (Naturschutzgebiete, Trinkwasserschutzgebiete, bevorzugte Nutzung für Tourismus usw.)
- **Umfangreiche Berichtsunterlagen nur zur groben Information geeignet, geben aber Überblick, welche Untersuchungen vorliegen und enthalten in der Regel auch Vermerke, wo die Primärdaten archiviert worden sind.**

Daten die zur Lagerstättenbewertung brauchbar sind

Primärdaten

- **Aufschlussdokumentationen** (Schichtenverzeichnisse von Bohrungen, Schürfen, Untertageauffahrungen usw.) inkl. Vermessungsergebnisse;
Aber: Nachweis von Kurzprofilen oder Bohrkernen notwendig
- **Analysenergebnisse** von den Aufschlüssen sind in aller Regel vorhanden. Zuordnung ist Herausforderung für „Nichteingeweihte“
- Analysen nach international anerkannten **Analysenvorschriften** - war in der DDR nicht der Fall, dennoch sehr gut nutzbar: Kontrollserien an vorhandenen **Rückstellproben** möglich
→ sehr gute Erfahrungen durch G.E.O.S.
- **Primärdaten** vom früheren GFE (jetzt LfULG) als auch von der WISMUT befinden sich **in entsprechenden Archiven** → **aber Insiderkenntnisse notwendig**
- Im Idealfall sind noch ausreichend Bohrkerns bzw. Rückstellmaterial von Aufbereitungsversuchen vorhanden, um die **Aufbereitbarkeit der Erze** nach aktuellen Stand der Technik zu überprüfen. Das dürfte nach unseren Erfahrungen aber die Ausnahme sein
- **Im Ergebnis der Auswertung von Archivmaterial kann relativ schnell und für wenig Geld entschieden werden, ob sich eine Investition in die Lagerstätte lohnt oder nicht**
- **Für Investoren sind vor allen Dingen die Primärdaten von Interesse. Nur mit diesen Daten können gerade in Bezug auf kommerzielle Bewertungen Neubewertungen vorgenommen werden (“bankable feasibility study“)**

Notwendige Kenntnisse zur Erschließung einer Lagerstätte – Informationen aus Altdaten

-   • Geologische Erkundung muss abgeschlossen sein oder der Kenntnisstand soweit fortgeschritten sein, dass es sinnvoller ist, die „restlichen“ erforderlichen Erkundungsarbeiten im Rahmen des Lagerstättenaufschlusses durchzuführen.
-   • Vorratsbasis muss gesichert sein.
-   • Aufbereitbarkeit des Erzes muss geklärt sein.
-  • • Abbauverfahren inkl. Bergbauplanung muss vorliegen.
-   • Hydrogeologische Verhältnisse sollte geklärt sein, insbes. Einschätzung der erforderlichen Wasserhaltung bzw. -aufbereitung.
-   • Ingenieurgeologische Verhältnisse sollten geklärt sein, z.B. Störungszonen, verwitterte Bereiche, Altbergbau usw.
-  • • Infrastruktur der obertägigen Anlagen inkl. Medienversorgung und Verkehrsanbindung muss geklärt sein
-  • • Wirtschaftlichkeit des Abbaus muss nach aktuellen oder den Preisen der letzten Jahre gewährleistet sein.
-  • • Genehmigungsfähigkeit muss geklärt sein.

Notwendige Kenntnisse zur Erschließung einer Lagerstätte – Informationen aus Altdaten

→ Erkundungsstand der meisten Lagerstätten führt zu einer signifikanten Reduzierung von Investitionsrisiken

Einschätzung Erkundungsstand der meisten Lagerstätten

	Grassroots Exploration	Advanced Exploration	Deposit Development	Operating Mine
Lead time until mining		Longer (5-15 years of continuous activity from start of grassroots exploration)	→ Shorter	
Geologic risks		Higher	→ Lower	
Land area		Larger	→ Smaller	
Costs and economic risks		Lower	→ Higher	
Profit potential		Higher	→ Lower	
Political risks		Lower	→ Higher	
		(bargaining power switches to government once mining begins; exploration is 'footloose')		

Roderick G. Eggert, Division of Economics and Business, Colorado School of Mines, Golden, Colorado
 Vortrag: International Conference on Mining, "Staking a Claim for Cambodia," Phnom Penh, Cambodia, 26-27 May 2010

G.E.O.S. als Ingenieurdienstleister und Projektentwickler

Ressourcenbewertungen von Vorkommen auf Grundlage Altdaten:

- Zinnwald (Lithium, Zinn, Wolfram)
- Ehrenfriedersdorf (Zinn, Wolfram)
- Geyer-SW (Zinn, Zink, Indium)
- Gottesberg (Zinn)
- Storkwitz (seltene Erden), Delitzsch (Wolfram)
- Kupferschiefer Lausitz (Kupfer)
- Schönbrunn / Bösenbrunn (Flussspat, Schwerspat)
- Türkschacht, Marienberg, Brand-Erbisdorf (Silber)
- Antonsthal (Wolfram, Zinn)
- St. Egidien, Vorerzgebirgssenke (Nickel)

Projektentwicklungen:

- Niederschlag, Spatlagerstätte, EFS
- Pöhla-Globenstein, Zinn-Wolframlagerstätte

G.E.O.S. als Ingenieurdienstleister und Projektentwickler

Lithium Lagerstätte Zinnwald, SolarWorld Solicium GmbH

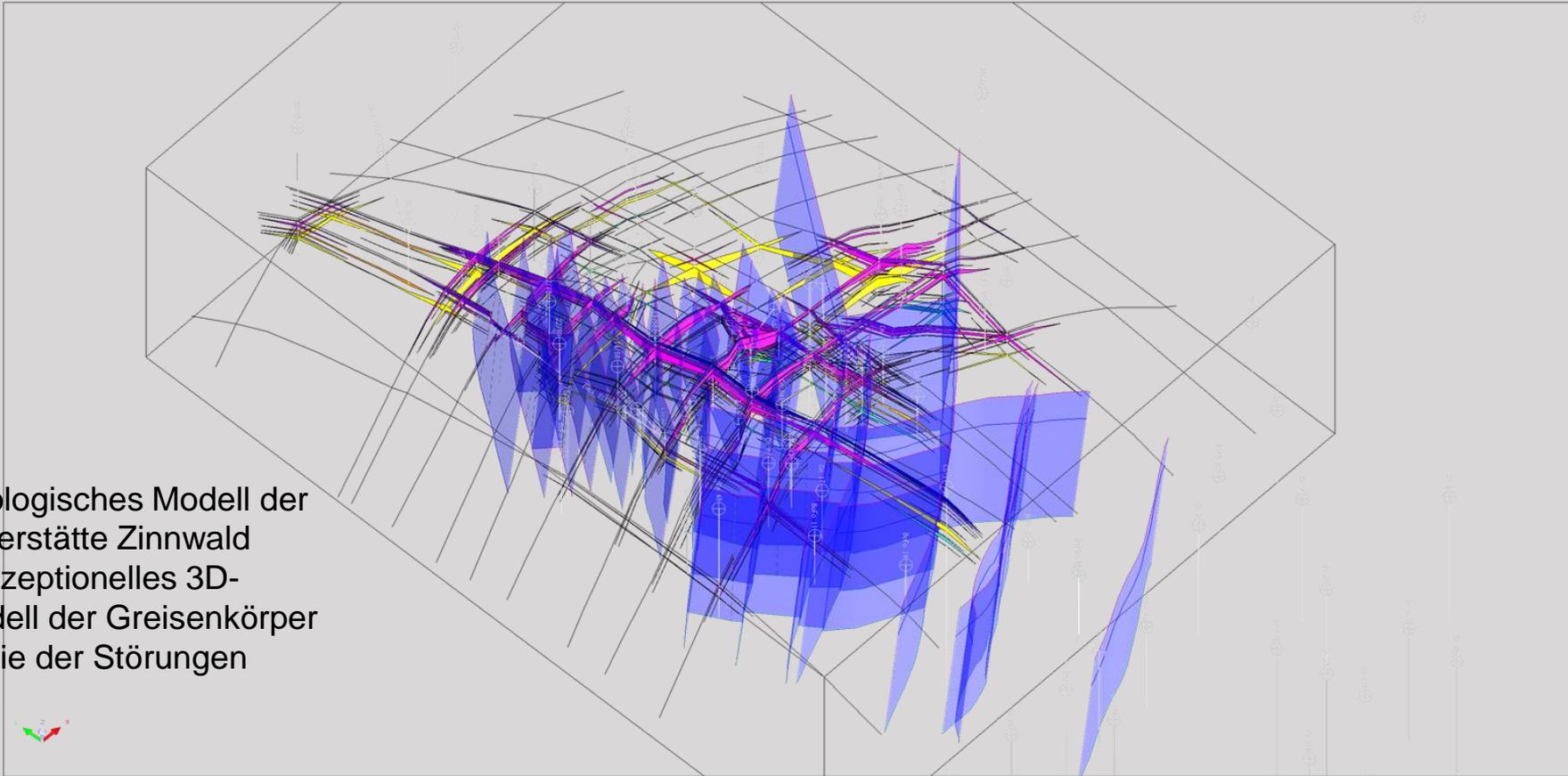
Historisch wurden hier Zinn und Wolfram abgebaut

- Zinnwaldit, ein Lithiummineral, hat aus Zinnwald seinen Namen
- Erkundung nach 1945 in mehreren Etappen mit unterschiedlichen Zielstellungen
 - Mitte der 50er Jahre auf Lithium
 - Ende der 70er Jahre metallogenetische Untersuchungen
 - Ende der 80er Jahre auf Zinn (Abbruch der Arbeiten 1990)
- Ca. 40 Bohrungen vorhanden
- Erkundungen endeten nach damaliger Nomenklatur mit prognostischen Vorräten für Li: 40.000 t bis 50.000 t
- Ressourcen bestätigt und durch Neuerkundungen erhöht
- Neubewertung im Auftrag von Solarworld

G.E.O.S. als Ingenieurdienstleister und Projektentwickler

Lithium Lagerstätte Zinnwald, SolarWorld Solicium GmbH

Geologisches Modell der Lagerstätte Zinnwald
Konzeptionelles 3D-Modell der Greisenkörper sowie der Störungen



G.E.O.S. als Ingenieurdienstleister und Projektentwickler

EFS, Spatlagerstätte Niederschlag

- Lagerstätte wurde erschlossen, ohne eine einzige zusätzliche Erkundungsbohrung abzuteufen
- geologische Beschreibungen erwiesen sich als zuverlässig
- Die Probleme mit der Aufbereitbarkeit des Erzes wurde erst im Rahmen der Lagerstättenerschließung gelöst.
- Lagerstätte gehört heute der Nickelhütte Aue

G.E.O.S. als Ingenieurdienstleister und als Projektentwickler

Zinn-Wolframlagerstätte Pöhla-Globenstein

- Lagerstätte wurde vor 1990 durch umfangreiche Bohrungen von der WISMUT erkundet
- In den 60er Jahren wurde zeitweise Eisenerz abgebaut.
- Versuchsabbau von 1984 – 1988 mit mehreren tausend Tonnen Zinn - Wolfram Erz
- Schwierigkeit mit der Aufbereitung der Erze durch WISMUT
- Flutung und Verwahrung Grubengebäude von 1988 bis 1989
- Zwischen 2006 bis 2009 wurden die vorhandenen Daten von einem Investor neu bewertet, Erlöschen der Aufsuchungsgenehmigung 2009 wegen fehlender Aktivitäten

G.E.O.S. als Ingenieurdienstleister und als Projektentwickler

Zinn-Wolframlagerstätte Pöhla-Globenstein

- **2012 bergrechtliche Bewilligung an Saxony Minerals Exploration AG**
- Hauptaktivitäten:
 - Aufbereitung des umfangreichen Archivmaterials (fast ausschließlich WISMUT-Unterlagen)
 - Mehr als 1000 Bohrungen, Bohrdatenbank neu aufgebaut und QM durchgeführt (> 1 Jahr)
 - Wismut Schnitte C1 und C2 Erkundungen, Tektonisches Modell, mehrere 1000 Dünnschliffe verwendet als Ersatz für nicht mehr vorhandene Kerne
 - 3 Bohrungen (Twinholes) bestätigen Ergebnisse Altbohrungen
 - Aufbereitungsversuche mit dem gewonnenen Kernmaterial
 - Haldenkonzept, Hydrogutachten, ...
- **Alteinschätzungen der Ressourcen wurden bestätigt**
- **Planung eines Versuchsschachtes, gegenwärtig laufen die Vorbereitungen**
- **Hauptfrage Aufbereitbarkeit bleibt → Erkundungsschacht notwendig wegen Probenmenge für den Aufschluss**

G.E.O.S. als Ingenieurdienstleister und als Projektentwickler

Beispiele für Nutzung des Know-Hows für Forschungsprojekte:

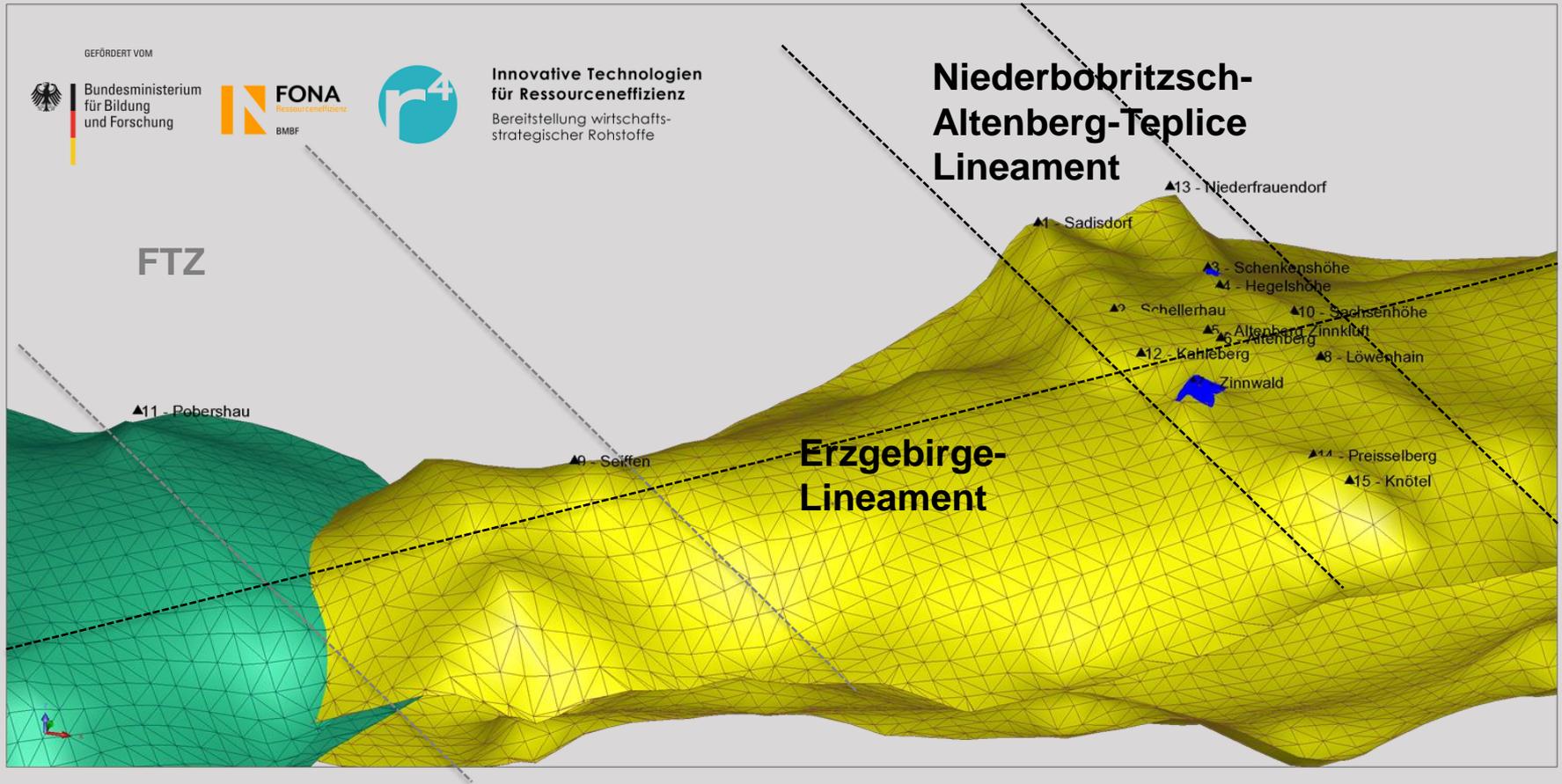
GEM – Granitgebundene Erze strategischer Metalle

Bildungsbedingungen und Ableitung innovativer Suchkriterien

- Partner:
 - Geoforschungszentrum Potsdam, Koordinator Prof. Romer
 - TU Freiberg
 - BEAK Consultants Freiberg
- Schwerpunkte G.E.O.S.:
 - Dynamische Simulation der Genese der Granitkörper inklusive Platznahme, Abkühlung, Bildung der Restschmelze und Aufkonzentration
 - Erarbeitung von Hinweisen, wo und unter welchen Bedingungen weitere Lagerstätten vermutet werden können

G.E.O.S. als Ingenieurdienstleister und als Projektentwickler

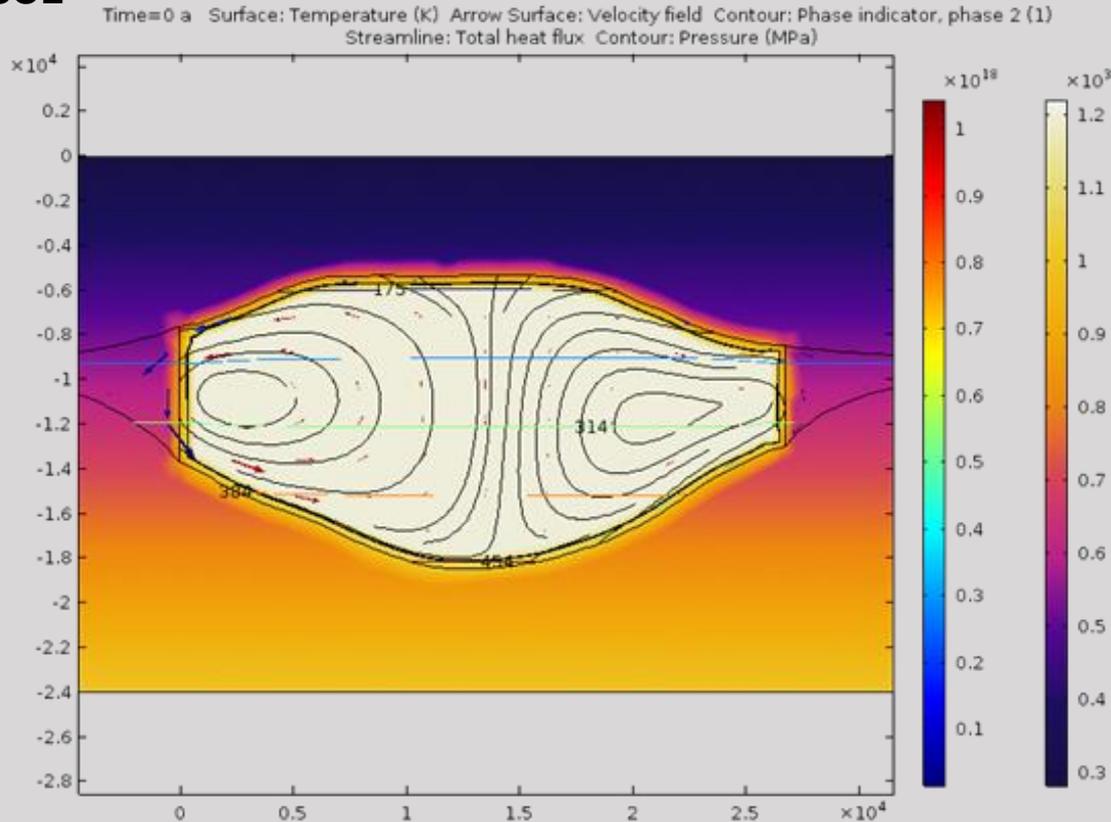
GEM – Granitgebundene Erze strategischer Metalle



G.E.O.S. als Ingenieurdienstleister und als Projektentwickler

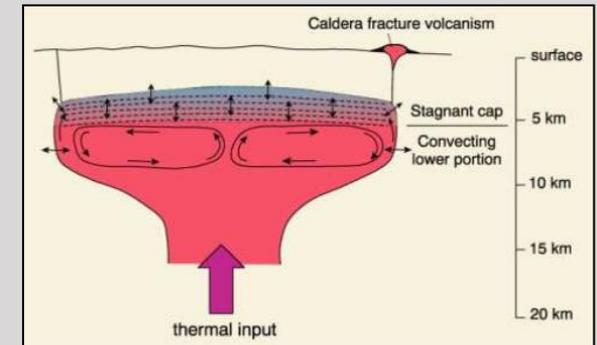
GEM – Granitgebundene Erze strategischer Metalle

Gekoppelte Modellierung von Wärmeübergang, Schmelze und Kristallisation und Mischung mit COMSOL



Erste COMSOL Ergebnisse der Modellierung der Auskühlung und Kristallisation eines Plutons

- Wärmeübergang
- Freie Konvektion im Magma
- Kristallisation und Bildung Restschmelze



G.E.O.S. als Ingenieurdienstleister und als Projektentwickler

Nutzung des Know-Hows für Forschungsprojekte:

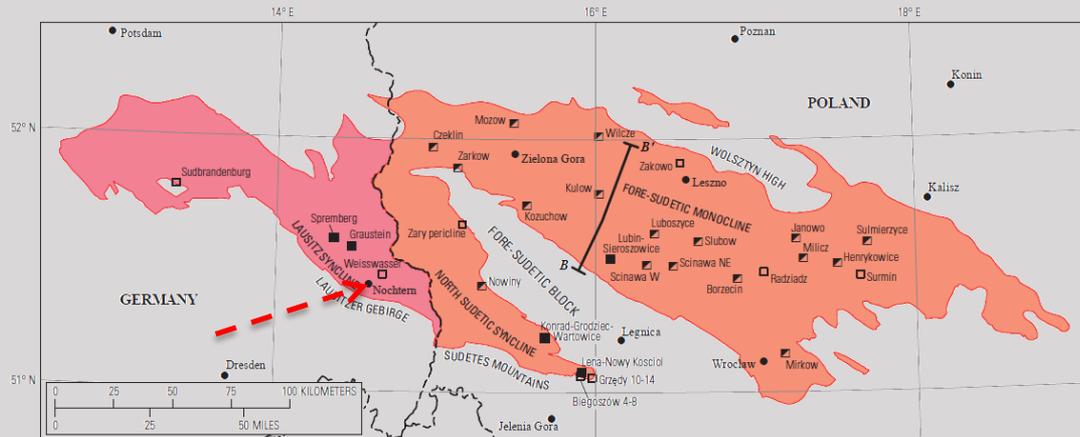
BIOMORE: “New Mining Concept for Extracting Metals from Deep Ore Deposits using Biotechnology “

- 23 Partner aus 8 europäischen Ländern + Südafrika
- Ziele:
 - Entwicklung von Technologien zur in-situ-Laugung tiefliegender Lagerstätten in gering durchlässigen Formationen
 - Nutzung von Biotechnologie zur Aufbereitung der Laugungslösung
 - Stimulation zur Schaffung von Wegsamkeiten
- Schwerpunkte G.E.O.S.:
 - Koordination WP 2: Entwicklung der Modellwerkzeuge
 - Mitarbeit an weiteren WP mit Schwerpunkt Verfahrenstechnik und Umweltverträglichkeit
- Nutzung der Daten der Kupferlagerstätte bei Weißwasser (ehemals KGHM Kupfer)

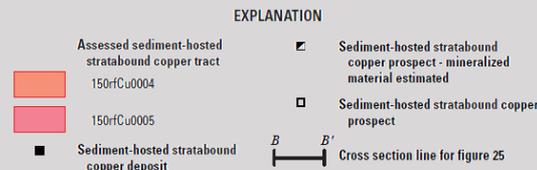
G.E.O.S. als Ingenieurdienstleister und als Projektentwickler

BIOMORE: “New Mining Concept for Extracting Metals from Deep Ore Deposits using Biotechnology “

Überblick Lagerstätte



Political boundaries from U.S. Department of State (2009).
Europe Lambert Conformal Conic Projection.
Central meridian: 16° E., latitude of origin: 48° N.



Quelle:
Assessment of Undiscovered Copper Resources Associated with the Permian Kupferschiefer, Southern Permian Basin, Europe, USGS 2010

G.E.O.S. als Ingenieurdienstleister und als Projektentwickler

BIOMORE: “New Mining Concept for Extracting Metals from Deep Ore Deposits using Biotechnology “

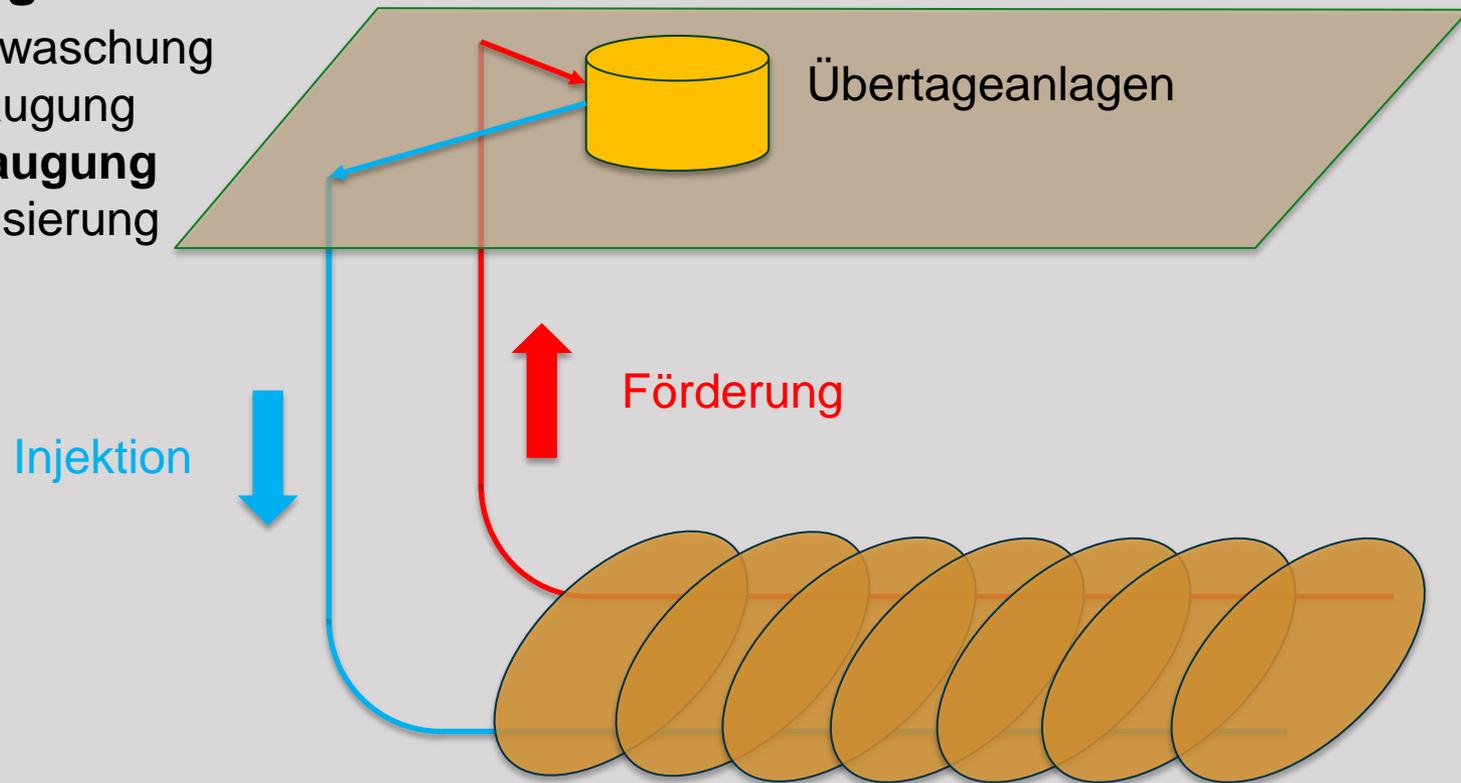
In-situ-Laugung Phasen 1-4

Phase 1: Wasserwaschung

Phase 2: Säurelaugung

Phase 3: Fe³⁺-Laugung

Phase 4: Neutralisierung



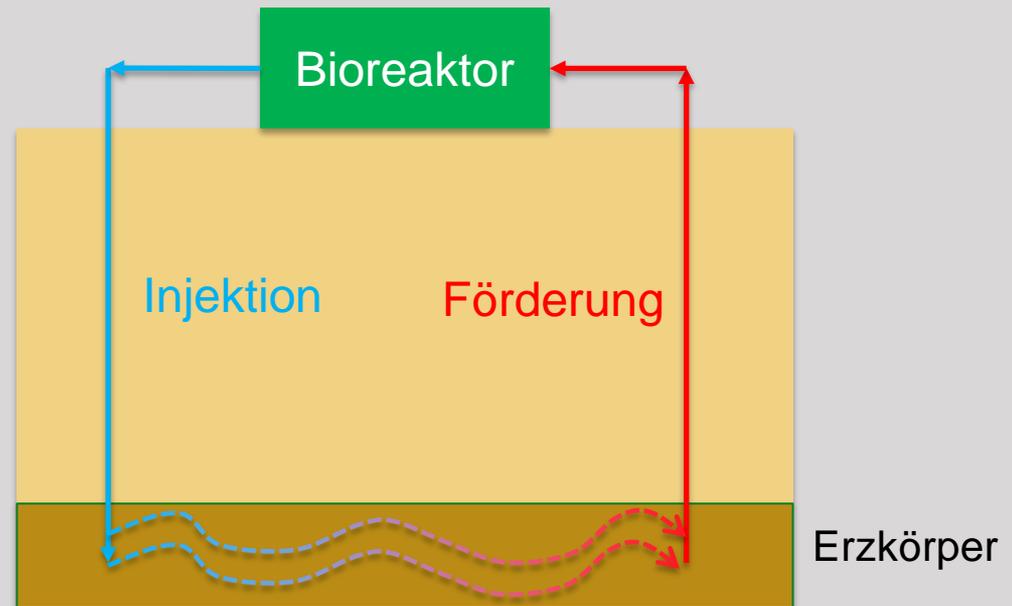
G.E.O.S. als Ingenieurdienstleister und als Projektentwickler

BIOMORE: “New Mining Concept for Extracting Metals from Deep Ore Deposits using Biotechnology “

3. In-situ-Laugung Phase 3: Fe³⁺-Laugung

- Bioreaktor zur mikrobiologischen Regeneration des Laugungsmittels:
 $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$
- Mikroorganismen verbleiben im Bioreaktor
- Nutzung natürlich vorkommender Mikroorganismen

Regeneration des Laugungsmittels ($\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$)



Fe³⁺-Laugung

Verbrauch Laugungsmittel (Oxidation zu Fe²⁺)

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

- **Eine Vielzahl von Lagerstätten ist sehr gut erkundet**
- **Ohne die Altdaten wäre die Existenz wahrscheinlich gar nicht bekannt**
- Für potentielle Investoren ist **keine kostenintensive Suche** mit völlig ungewissem Ausgang erforderlich, Vorräte sind vorhanden
- **Kostensparnis:**
 - Bohrkosten in Abhängigkeit von der Endteufe 500 €/m bis 1.000 €/m bei Bohrteufen von in der Regel mehreren 100 m
 - Analysen inkl. Analysenvorbereitung und Probenahme ca. 100 €/Probe bei mehreren 1000 Proben
 - Der Aufwand für Untertageauffahrungen dürfte im Vergleich zu Bohrungen um Faktor 10 höher liegen
- **→ enormer Wert der Unterlagen in den Archiven**
- In Abhängigkeit von der Lagerstätte stellen die Erkundungsdaten einen Wert von mehreren Millionen Euro dar
- **Güte der Ressourcencharakterisierung im internationalen Maßstab: international extrem hohe Qualitätsstandards** (Vorgaben zentrale Vorratskommission)
- Oberflächennahe „Filetstücke“, die komplett erkundet und profitabel ohne zusätzlichen Aufwand abgebaut werden können, sind nicht zu erwarten.



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

www.geosfreiberg.de

