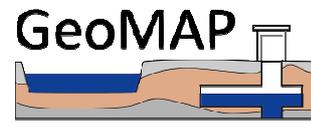




Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.

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



Zusammenfassung des 2. Projekt-Workshops GeoMAP

„Möglichkeiten der computergestützten Simulation von Grund- und Grubenwasseranstieg:
Erfassung, Bewertung, 3D-Modellierung und -Visualisierung von Daten zur Geologie,
Hydrogeologie, Tektonik, Altbergbau und Grubenflutung im Steinkohlenrevier
Lugau/Oelsnitz“

*"Možnosti počítačové simulace nárůstu hladin podzemních a důlních vod: sledování,
vyhodnocování, trojrozměrné modelování a vizualizace dat ke geologii, hydrogeologii,
tektonice, stařinám a zatápění dolů v hlubinném dolů Lugau/Oelsnitz"*

am - dne 11.07.2019

**in den Räumlichkeiten der Lehrschwimmanlage.
Adresse: Am Bergbaumuseum 12, 09376 Oelsnitz/Erzgeb.**

Der zweite GeoMAP-Partnerworkshop fand am 11.07.2019 in Oelsnitz/Erzgebirge statt und wurde vom LP (LfULG) organisiert. Unter dem Leitthema „Möglichkeiten der computergestützten Simulation von Grund- und Grubenwasseranstieg: Erfassung, Bewertung, 3D-Modellierung und -Visualisierung von Daten zur Geologie, Hydrogeologie, Tektonik, Altbergbau und Grubenflutung im Steinkohlenrevier Lugau/Oelsnitz“ war es das erklärte Ziel der Veranstaltung, einen Erfahrungsaustausch zwischen den Teilnehmern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung anzuregen. Neben den deutschen und tschechischen Projektpartnern waren kommunale Vertreter der Stadt Oelsnitz, der Gemeinden Gersdorf und Hohndorf sowie Sachkundige des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, der Technischen Hochschule Georg Agricola Bochum, der WISMUT GmbH und der G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH Freiberg anwesend. Die 5 Fachvorträge im ersten Teil der Veranstaltung beleuchteten aus verschiedenen Perspektiven die Datengewinnung, Datenverarbeitung und die modellhafte Umsetzung und Visualisierung für geologische und insbesondere montanhydrogeologische Fragestellungen.

Druhý partnerský workshop GeoMAP se konal dne 7.11.2019 v Oelsnitz / Krušnohoří a byl organizován LP (LfULG). Pod hlavním tématem „Možnosti počítačové simulace vzestupu podzemní a důlní vody: Pořízení, vyhodnocení, 3D modelování a vizualizace údajů o geologii, hydrogeologii, tektonice, staré těžbě a záplavách dolů v černouhelném revíru Lugau / Oelsnitz“, bylo deklarovaným

cílem akce podpoření výměny zkušeností mezi účastníky z oblastí podnikání, vědy a státní správy. Kromě německých a českých projektových partnerů zde byli zástupci obcí z města Oelsnitz, obcí Gersdorf a Hohndorf a odborníci ze Zemského úřadu pro životní prostředí, zemědělství a geologii, Technické univerzity Georga Agricoly v Bochumi, přítomni byli také zástupci firem WISMUT GmbH a GEOS Ingenieurgesellschaft mbH Freiberg. 5 odborných přednášek v první části akce zdůraznilo získávání dat, zpracování dat a implementaci a vizualizaci modelování pro geologické a zejména těžební hydrogeologické problémy z různých perspektiv.

Tagesordnung- Program jednání

10:00 Referentenbeiträge - Příspěvky referentů

10:00 – 10:20 Ein Zwischenbericht zur Datengrundlage der Modellierungen in GeoMAP - *Dílčí zpráva k datové situaci pro modelování v rámci projektu GeoMAP (S. Hädecke, LfULG-Saský zemský úřad pro životní prostředí, zemědělství a geologii)*

10:25 – 10:45 Hydrochemische und isotopehydrogeologische Besonderheiten der Flutungswässer der ehemaligen Steinkohlegruben in Oelsnitz und Gersdorf - *Hydrochemické a izotopově hydrogeologické zvláštnosti vod pro zatápění hlubinných dolů v Oelsnitz a Gersdorfu (Dr. T. Abraham, G.E.O.S.)*

10:50 – 11:10 Das EU-Projekt GeoPLASMA-CE: Geologische 3D Modellierung, thermische Potentiale und Nutzungskonflikte für oberflächennahe geothermische Anlagen - Projekt E1 GeoPLASMA-CE: Trojrozměrné geologické modelování, termické potenciály a konflikty při využití geotermických zařízení v blízkosti povrchu (Dr. I. Görz, LfULG - *Saský zemský úřad pro životní prostředí, zemědělství a geologii*)

11:15 - 12:15 Mittagspause - Polední přestávka

12:15 – 12:35 25 Jahre Flutung der Grube Dresden-Gittersee – Erfahrungen und Ausblick - *25 let zatápění dolu Dresden-Gittersee - zkušenosti a výhled (M. Frenzel, WISMUT)*

12:40 – 13:00 Dichteschichtung in gefluteten Untertagebergwerken – Untersuchungsmethoden und Modellierung - *Stratifikace hustoty v zaplavených hlubinných dolech - metody výzkumu a modelování (E. Mugova, THGA Bochum)*

13:00 – 13:30 Diskussionsrunde - *Diskuse*

13:40 Exkursion Besichtigung des Lugau/Oelsnitzer Reviers (H. Neuber, Bergbau-Museum Oelsnitz)

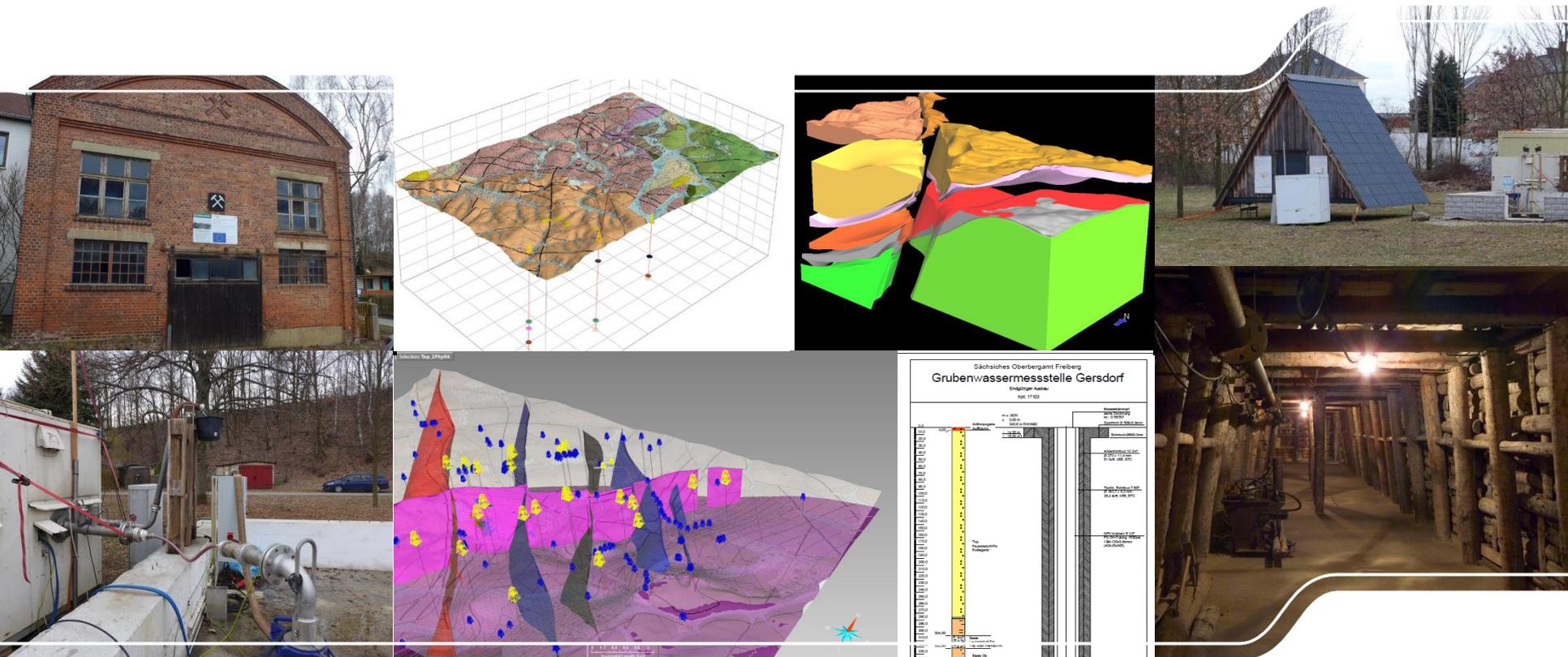
Exkurze Prohlídka revíru Lugau/Oelsnitz (H. Neuber, Hornické muzeum, Oelsnitz)

Ende ca. 17:00 Uhr

Ukončení cca 17:00 hod

Bergbaufolgen im ehemaligen Steinkohlenrevier Lugau/Oelsnitz

Ein Zwischenbericht zur Datengrundlage der Modellierungen in GeoMAP



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



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



Bergbaufolgen im ehemaligen Steinkohlenrevier Lugau/Oelsnitz

Vortragshalte

- Einleitung
 - Gebietsübersicht
 - Problemschwerpunkte im Revier
- Chronologie des (Nach)Bergbaus
 - Frühere Untersuchungen
 - Aktuelle Untersuchungen
- Geologische, hydrogeologische und geomechanische Modellierung in GeoMAP
 - Recherche
 - Datenerfassung
 - Modellaufbau



Bergbaufolgen im ehemaligen Steinkohlenrevier Lugau/Oelsnitz

Gebietsübersicht

- Im Teilbereich der Erzgebirgsvorsenke, zwischen Zwickau und Chemnitz
- Steinkohlenförderung 1859-1971 mit über 140 Mio. t Kohle
- Bergbaufolgen auf ca. 57 km² Untersuchungsgebiet

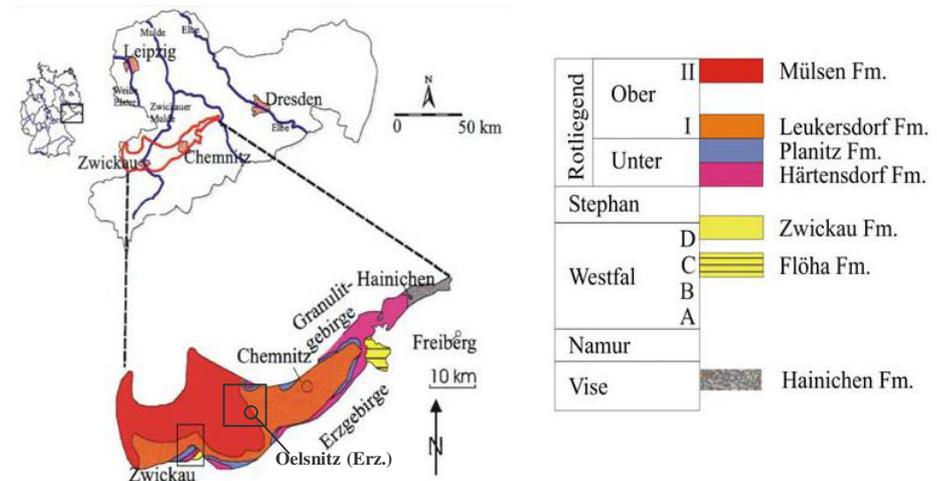


Abb.: Lage der Untersuchungsgebiete Oelsnitz und Zwickau in der Vorerzgebirgssenke (verändert nach LANGE 1998)

Bergbaufolgen im ehemaligen Steinkohlenrevier Lugau/Oelsnitz

Problemschwerpunkte

- Grubenwasserwiederanstieg
 - Mögliche GrW-Austritte an der Oberfläche
- Geländedeformationen
 - Senkungen durch Abbau, geringe Hebungen durch GrW-Wiederanstieg
- Grubenwasserchemismus
 - Große chemische Unterschiede zwischen Grubenwässern im Revier

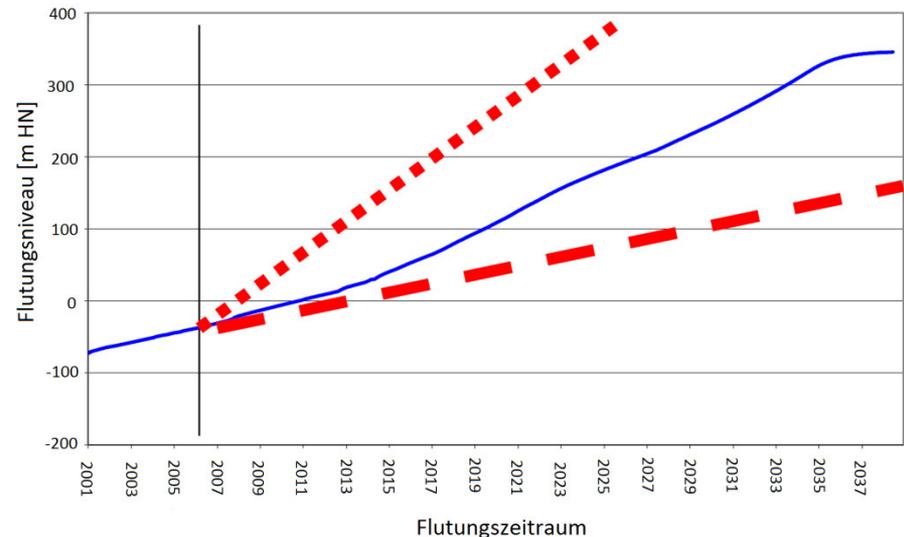


Abb.: Szenario für GrW-Anstiegskurven, verändert nach Felix et al. (2007)

Bergbaufolgen im ehemaligen Steinkohlenrevier Lugau/Oelsnitz

Problemschwerpunkte

- Grubenwasserwiederanstieg
 - Mögliche GrW-Austritte an der Oberfläche
- Geländedeformationen
 - Senkungen durch Abbau, geringe Hebungen durch GrW-Wiederanstieg
- Grubenwasserchemismus
 - Große chemische Unterschiede zwischen Grubenwässern im Revier

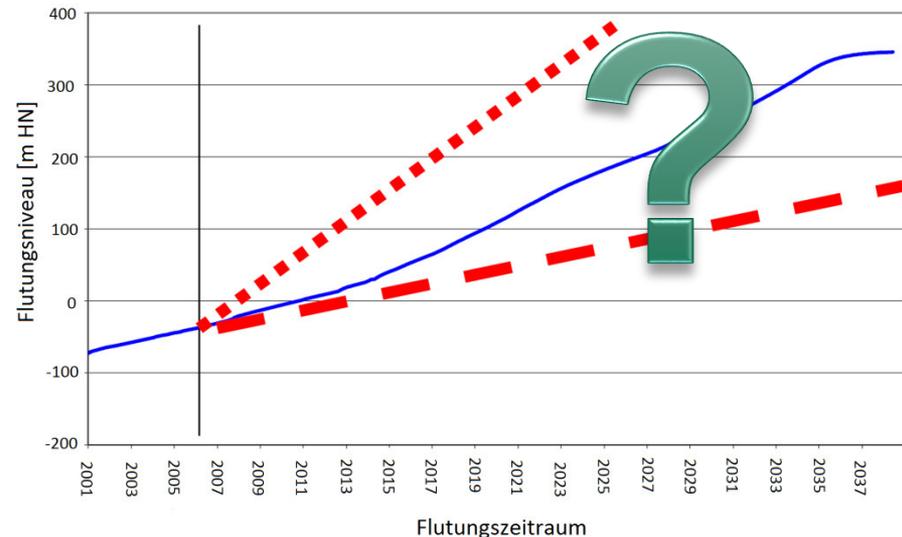
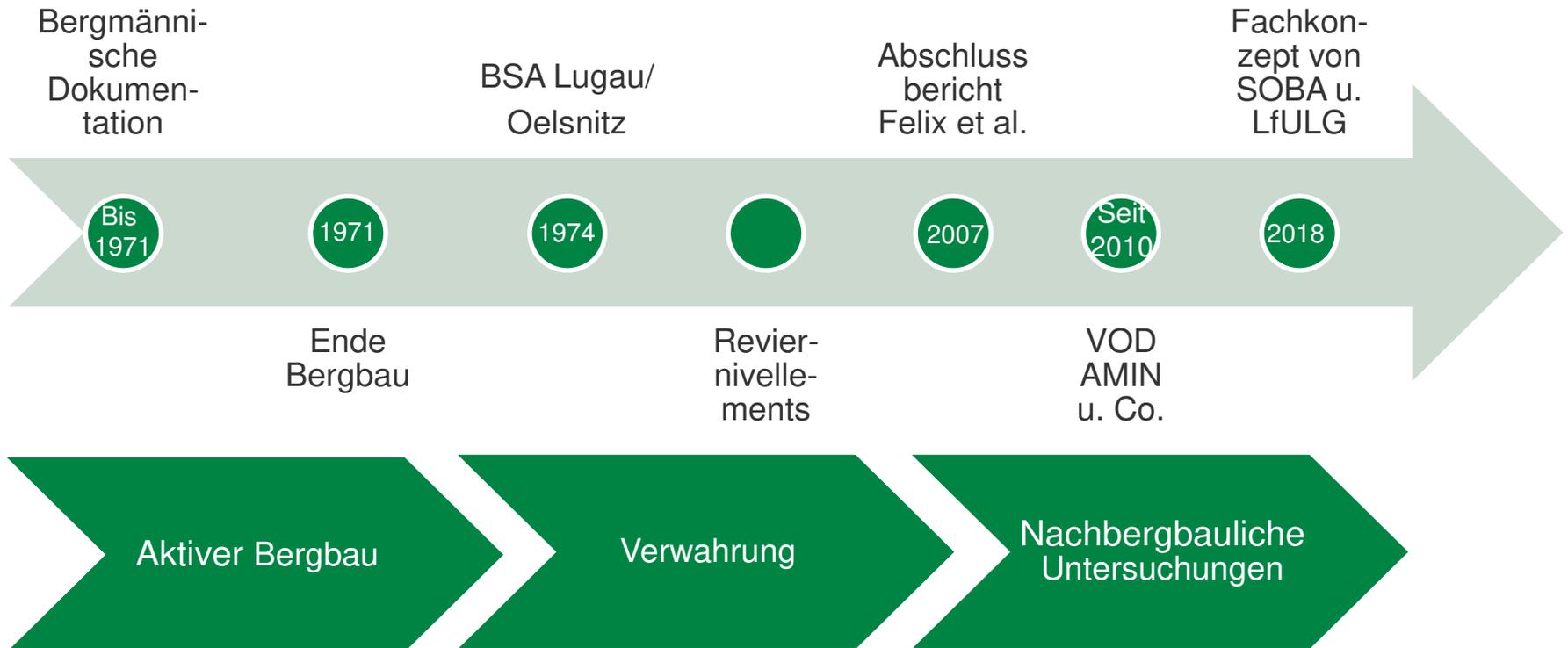


Abb.: Szenario für GrW-Anstiegskurven, verändert nach Felix et al. (2007)

Chronologie des (Nach)Bergbaus

Zeitlicher Ablauf der Untersuchungen im Revier Lugau/Oelsnitz



Chronologie des (Nach)Bergbaus

Frühere Untersuchungen

- Beyer: Bergschadenkundliche Analyse
 - Übersicht über das Risswerk
 - Auswertung der Senkungen und Hebungen bis 1973
 - Dokumentation Tagesöffnungen
- Felix et al.: Abschlussbericht zu Bergbaufolgen 2007
 - Tiefbohrung Oelsnitz
 - 1. geologisches 3D-Modell von Lugau/Oelsnitz
 - Erste Flutungsprognose
- Geoprofil13
 - Zusammenfassung der Untersuchungen bis 2010 zu Lugau/Oelsnitz



Chronologie des (Nach)Bergbaus

Aktuelle Untersuchungen

- VODAMIN (2010-2014):
 - Beeinträchtigung des Gewässerhaushalts durch Bergbau und Bergbaufolgen
 - Ergebnis: Errichtung GrWM Gersdorf 2013
- VODAMIN 2 (2016-2020)

- Vita-Min (2016-2019 + Verlängerung)
 - Identifizierung von Gewässerbelastungen durch aktiven und Altbergbau + daraus resultierender Konflikte
 - Ergebnis: Erarbeitung von Monitoring- und Maßnahmestrategien im Steinkohlenrevier Lugau/Oelsnitz (DMT-Rahmenkonzept)



Chronologie des (Nach)Bergbaus

Aktuelle Untersuchungen

I GeoMAP (2019-2020)

Ziele:

- I Wissenstransfer zur Optimierung der Untersuchungsmethoden
- I Öffentlichkeitsarbeit zur Information der Region

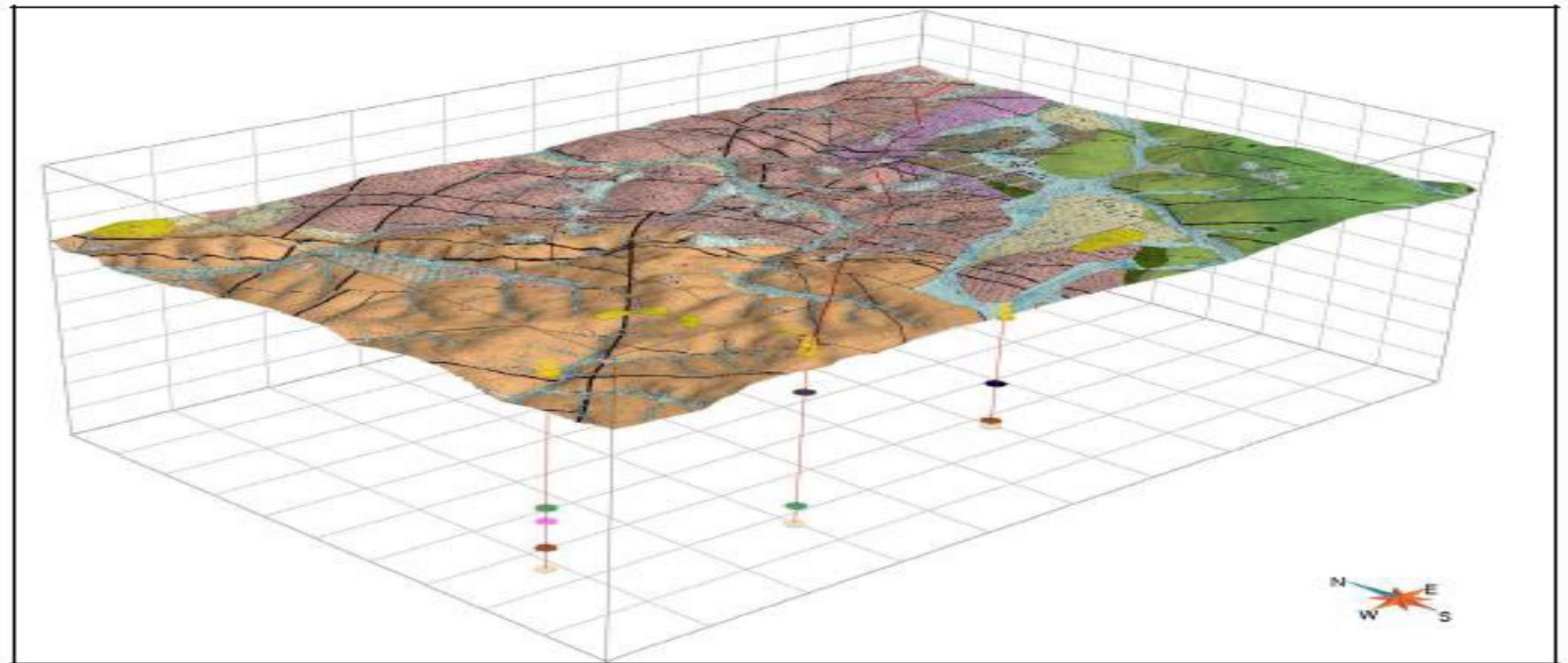
Für das Revier Lugau/Oelsnitz:

- I Schaffung einer Datengrundlage für den geometrischen Modellaufbau
- I Darstellung der geologischen und bergbaulichen Situation in einem 3D-Modell als Grundlage für geomechanische und hydrogeologische Berechnungen zur Flutungs- und Hebungsprognose



Geologische, hydrogeologische und geomechanische Modellierung in GeoMAP

Fachliche Aufgaben des LfULG



Geologische, hydrogeologische und geomechanische Modellierung in GeoMAP

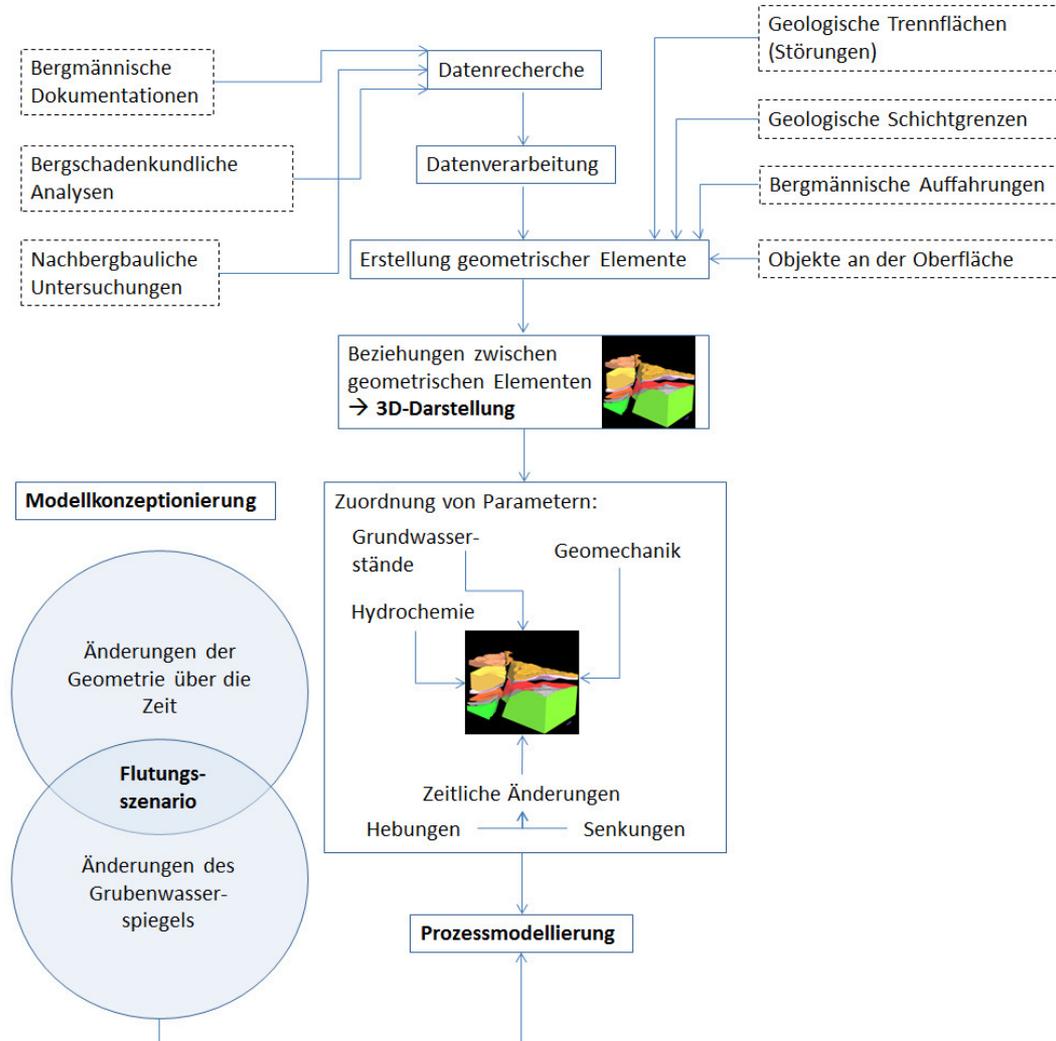
Fachliche Aufgaben des LfULG

- Datenrecherche und -erhebung für Modellaufbau
- Festlegung von Kriterien und Randbedingungen für ein Modell (Überarbeitung vs. Neuaufbau)
- Modellkonzeptionierung und Machbarkeitsrecherche zur Weiterarbeit mit der geometrischen Modellgrundlage



Geologische, hydrogeologische und geomechanische Modellierung in GeoMAP

Der Workflow



Geologische, hydrogeologische und geomechanische Modellierung in GeoMAP

Datenrecherche und -erhebung für Modellaufbau

Welche Daten werden benötigt?

- Verbreitung geologischer Einheiten
- Lage tektonischer Störungen
- Lage und Volumen des Grubengebäudes
- Abbaufelder und nicht abgebaute Bereiche
- Hydrogeologie und Wasserhaltung

 Recherche

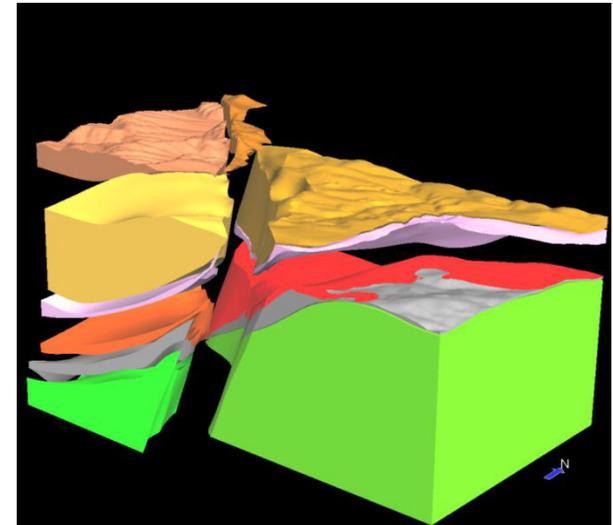


Abb. Eine Überarbeitung oder Neuaufbau den geologischen 3D-Models stellt die Grundlage für weitere Untersuchungen dar. © LfULG

Geologische, hydrogeologische und geomechanische Modellierung in GeoMAP

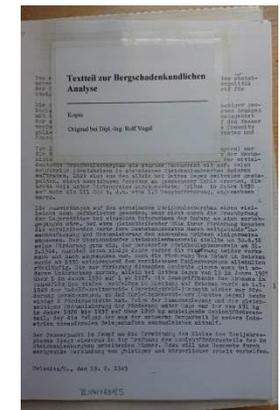
Datenrecherche

Welche Originaldokumente sind relevant?

- Geologische Dokumentationen
- Risswerke
- Schachtprofile
- Akten, Geschäftsberichte, Jahrbücher,...



Oben: Hilfpause mit Berechnungen zum Kohlevermögen
rechts: BSA-Kopie aus Markscheider-nachlass (Fotos: S. Hädecke)



Geologische, hydrogeologische und geomechanische Modellierung in GeoMAP

Datenrecherche

Herausforderungen bei der Suche nach Originaldokumentationen:

- Mehrere Archivstandorte
- Kein einheitliches Ablagesystem
- Bestände nicht immer dokumentiert
- Teilweise verschiedene Arbeitsstände
- Fragmente
- politische Wechsel in der Bergbauphase



Oben: Lesesaal des Bergarchivs
(Foto: Dr. Dagmar Urbansky)
Unten: Bergbaumuseum Oelsnitz
(Foto: Bergbaumuseum)

Geologische, hydrogeologische und geomechanische Modellierung in GeoMAP

Datenrecherche

Vorgehen bei der Bestandserfassung:

- 1 **Bestandsaufnahme** zu Geologie, Bergbau und Bergbaufolgen
- 1 **Auswahl** von Beständen für die Digitalisierung: Urrisse, Arbeitsrisse, alle Arten von Profilen
- 1 räumliche, zeitliche **Zuordenbarkeit** von Archivalien

Ausschnitt aus Beyer 1974

Die eindeutige Zuordnung der einzelnen Rißplatte ist durch die am Koordinatennullpunkt beginnende Folge großer Buchstaben (von Süd nach Nord) und durch eine Ziffernfolge (von West nach Ost) gegeben. Die Rißplatten sind entsprechend diesem Schema (z.B. F 7) bezeichnet worden.

Den Blattecken der Risse sind neben den Revierkoordinaten in der Regel auch die ungekürzten Koordinaten des II. lokal-konformen Lnadskoordinatensystems beigeschrieben. Blattecken, die später in das Gauß-Krüger-System umgerechnet worden sind, enthalten die entsprechenden Angaben.

Das Rißwerk des Steinkohlenreviers Lugau-Oelsnitz ist ein Flözrißwerk, d.h. es wurden unabhängig von der Teufenlage nur die im jeweiligen Flözhorizont aufgefahrenen Grubenbaue sowie die dazugehörigen Ausrichtungsbauwerke dargestellt. Die Flöze sind durch Flözfalten unterschieden.

Im Blattschnitt des neuen Rißwerkes wurden folgende Rißwerke angefertigt:

- das Urrißwerk (Zulegerißwerk),
- das Arbeitsrißwerk,
- das Betriebsrißwerk.

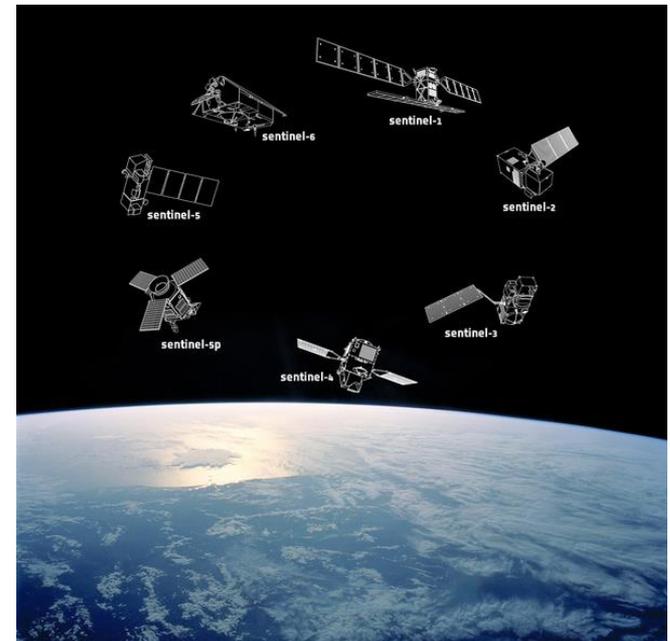
Diese Risse basieren hinsichtlich ihres Darstellungsinhaltes auf einer einheitlichen Grundlage, weil die Rißplatten bei der Neuanfertigung des gesamten Rißwerkes auf drucktechnischem Wege vervielfältigt wurden. Unterschiede hinsichtlich der Vollständigkeit des Rißinhaltes sind erst dadurch eingetreten, daß die Betriebsrisse von den einzelnen Werken nur nach Bedarf weitergeführt und nachgetragen wurden.

Die Umstellung der alten Rißwerke auf ein einheitliches Koordinatensystem und auf einen einheitlichen

Geologische, hydrogeologische und geomechanische Modellierung in GeoMAP

Moderne Datenerhebung:

- Geophysik
 - Lage tektonischer Störungen
 - Grenzen geologischer Einheiten
- Grubenwassermessungen
 - GrW-Stände, GrW-Chemie
- Fernerkundungsdaten
 - Überwachung von Bodenbewegungen



Die Sentinel-Satellitenfamilie.
Fernerkundung im Rahmen des Copernicus-
Programm © ESA

Geologische, hydrogeologische und geomechanische Modellierung in GeoMAP

Festlegung von Parametern und Randbedingungen für ein Modell (Überarbeitung vs. Neuaufbau)

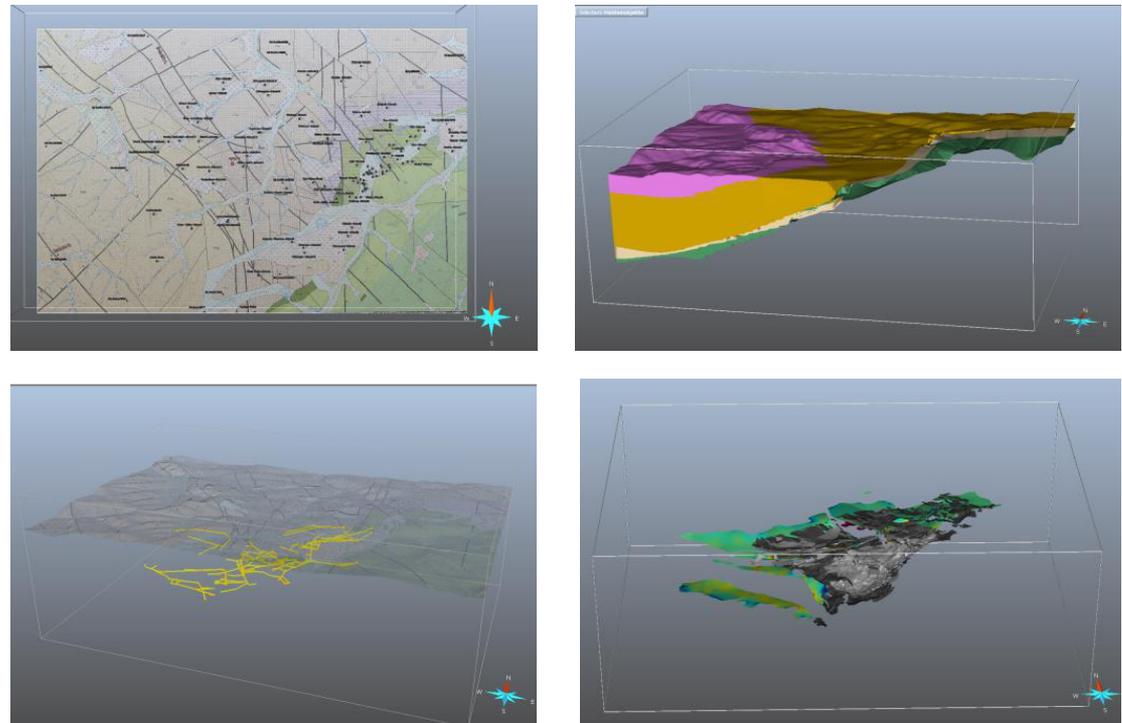


Abb. Screenshots aus dem bestehenden 3D-Model von Lugau/Oelsnitz in © Geoscience Analyst



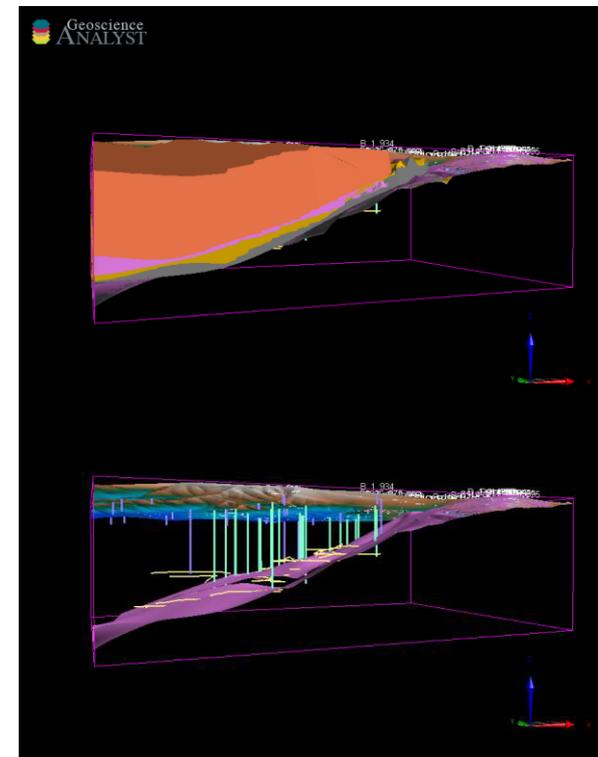
Geologische, hydrogeologische und geomechanische Modellierung in GeoMAP

Festlegung von Parametern und Randbedingungen für ein Modell (Überarbeitung vs. Neuaufbau)

Wofür soll das Modell genutzt werden?

- Grund- und Grubenwasserströmung
- Reaktiver Stofftransport - Hydrogeochemie
- Geländehebung- u. senkung

Abb. Screenshots aus dem bestehenden 3D-Modell von Lugau/ Oelsnitz in © Geoscience Analyst



Geologische, hydrogeologische und geomechanische Modellierung in GeoMAP

Festlegung von Parametern und Randbedingungen für ein Modell (Überarbeitung vs. Neuaufbau)

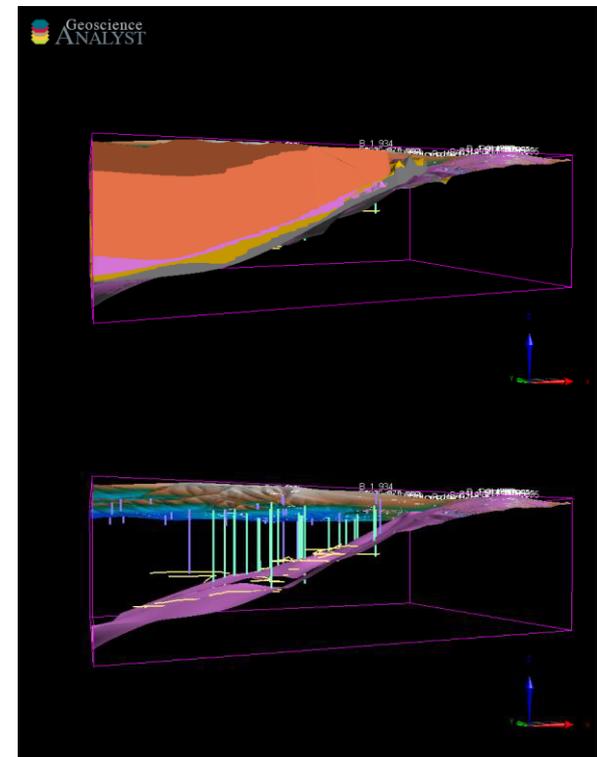
Parameter

- Porosität
- Durchlässigkeit
- Löslichkeiten

Randbedingungen

- Wasserzustrom
- Neubildung
- Interaktion mit oberirdischem Wasser

Abb. Screenshots aus dem bestehenden 3D-Modell von Lugau/ Oelsnitz in © Geoscience Analyst

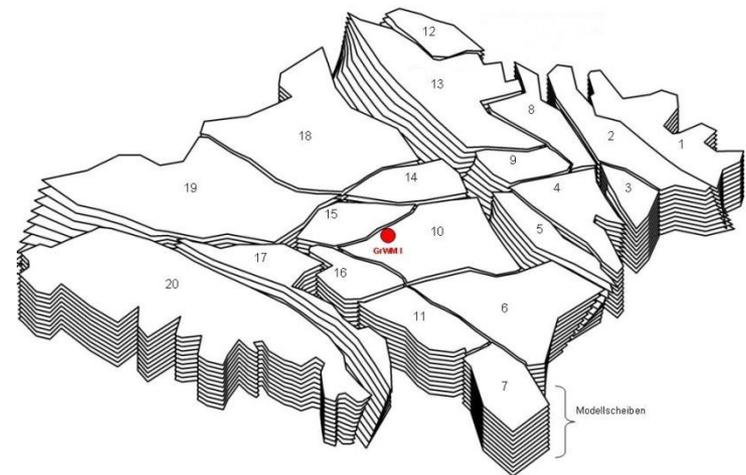


Geologische, hydrogeologische und geomechanische Modellierung in GeoMAP

Modellkonzeptionierung und Machbarkeitsrecherche zur Weiterarbeit mit der geometrischen Modellgrundlage

Bisher: Boxmodell (DMT):

- Unterteilung des Reviers in Abbaufelder
- 20 Blöcke, 11 Modellscheiben
- Resthohlraum aus Literatur
- Hydraulische Verbindungen?
- Auflockerungszone?
- Zusätzliche Zuläufe?

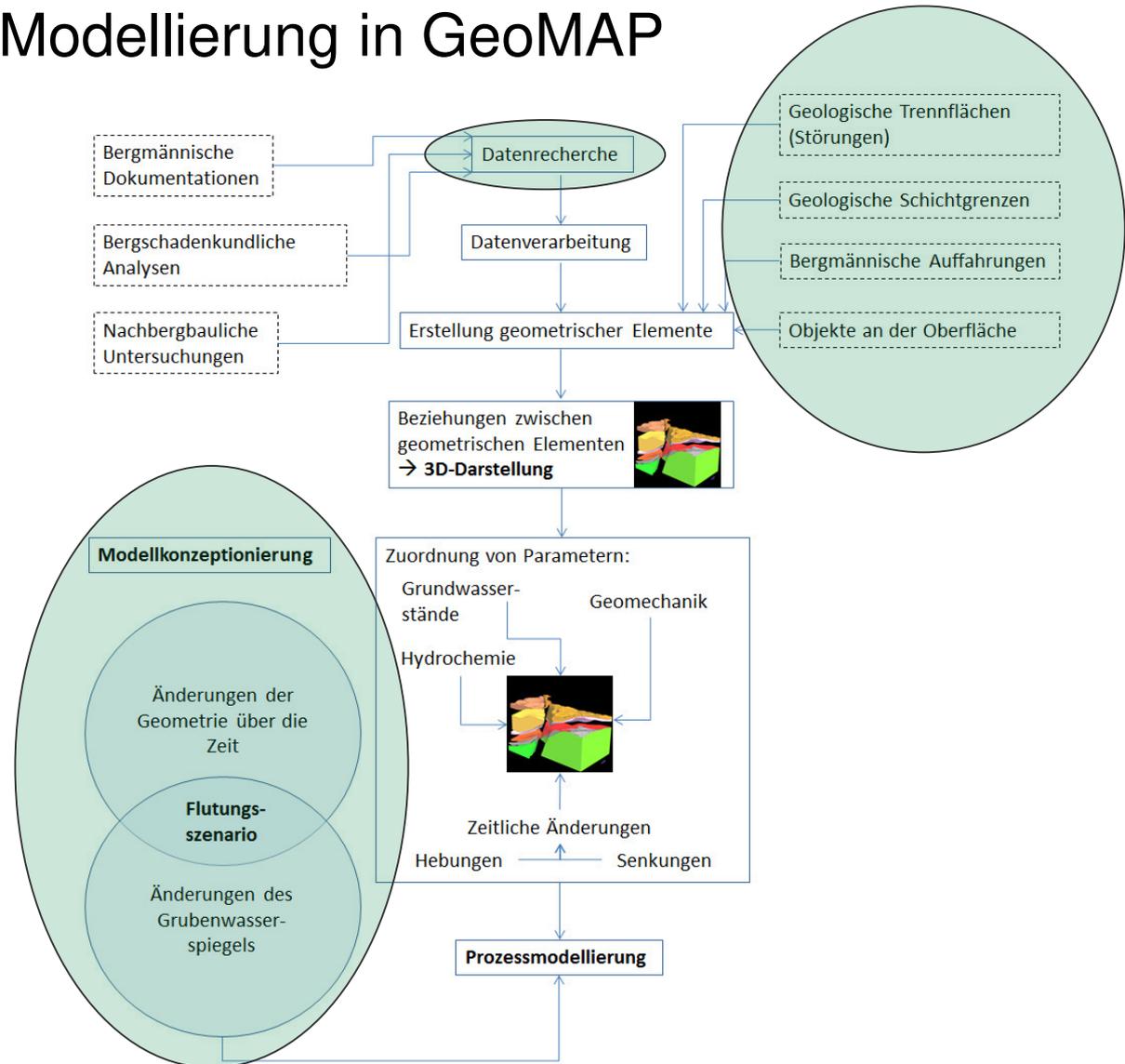


Boxmodell für das Revier Lugau/Oelsnitz
(erstellt mit Paradigm™ GOCAD®)

Alternativen zu Boxmodell?

Geologische, hydrogeologische und geomechanische Modellierung in GeoMAP

Der Workflow



Geologische, hydrogeologische und geomechanische Modellierung in GeoMAP

Der Workflow über GeoMAP hinaus

- Grubenwasserwiederanstieg
 - Mögliche GrW-Austritte an der Oberfläche
- Grubenwasserchemismus
 - Große chemische Unterschiede zwischen Grubenwässern im Revier
- Geländedeformationen
 - Senkungen durch Abbau, geringe Hebungen durch GrW-Wiederanstieg



GeoMAP

Wie geht es weiter?

- I 26.11.2019 2. GeoMAP-Konferenz in Freiberg
- I ??..06.2020 3. GeoMAP-Konferenz in Most
- I 7. und 8.10.2020 11. Bergbaukonferenz und **Abschlusskonferenz GeoMAP** im Bergbaumuseum Oelsnitz
- I Nähere Informationen im Projektflyer und unter www.projekt-geomap.eu



ERDWÄRME

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



ERNEUERBAR

EMISSIONSFREI

ÜBERALL

VERFÜGBAR



11. Juli 2019



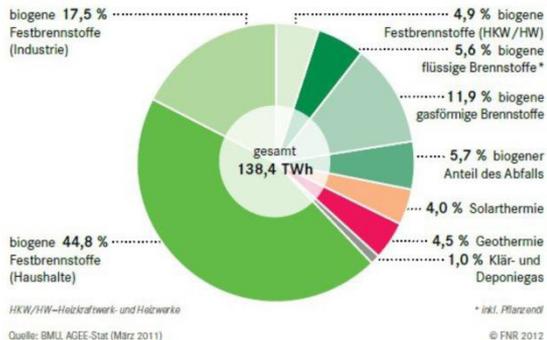
Das EU-Projekt GeoPLASMA-CE: Geologische 3D Modellierung, thermische Potentiale und Nutzungskonflikte für oberflächennahe geothermische Anlagen



Das GeoPLASMA-Team des LFULG: Ines Görz, Martina Heiermann, Karina Hofmann, Peter Riedel
Tschechischer Geologischer Dienst: Jan Franek, Jan Jelenek

DIE NUTZUNG VON ERDWÄRME MUSS GEFÖRDERT WERDEN

Wärmebereitstellung Deutschland



hohe Investitionskosten



niedrige Betriebskosten



unabhängig von Energieimport und Preisfluktuation

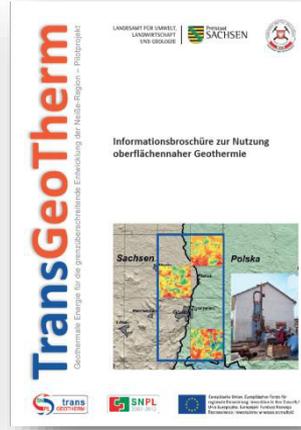


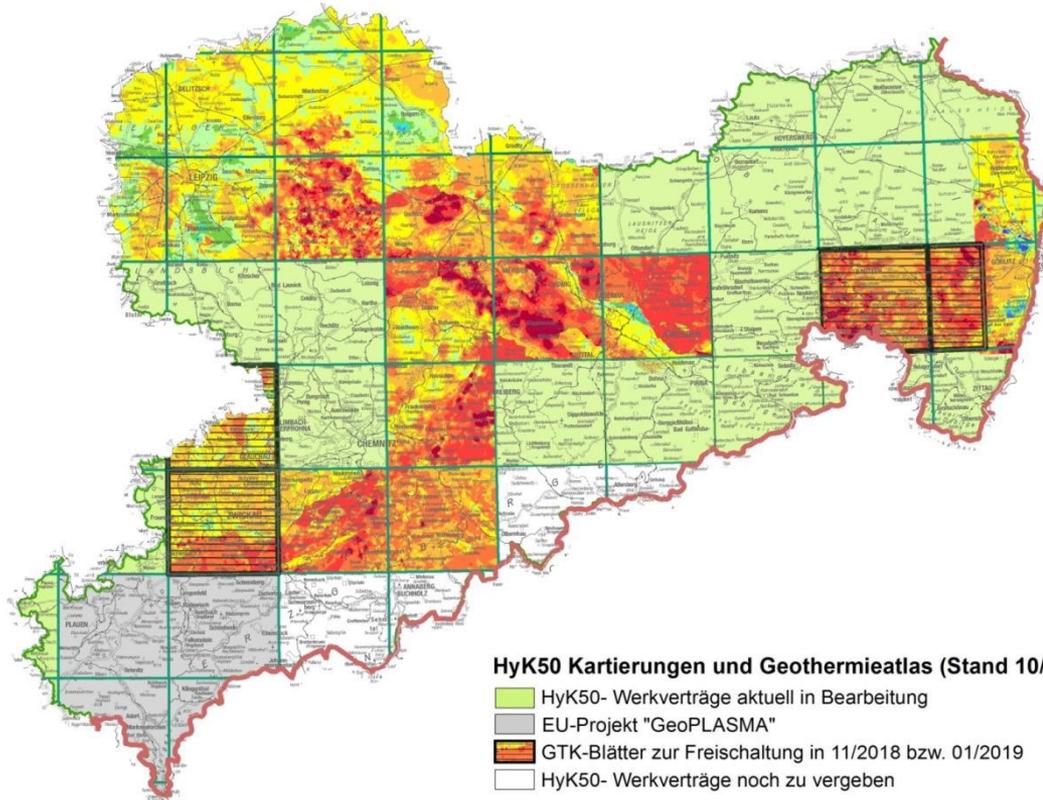
unsichtbar



ohne zusätzliche Investition heizen und kühlen







Interaktive Karte:

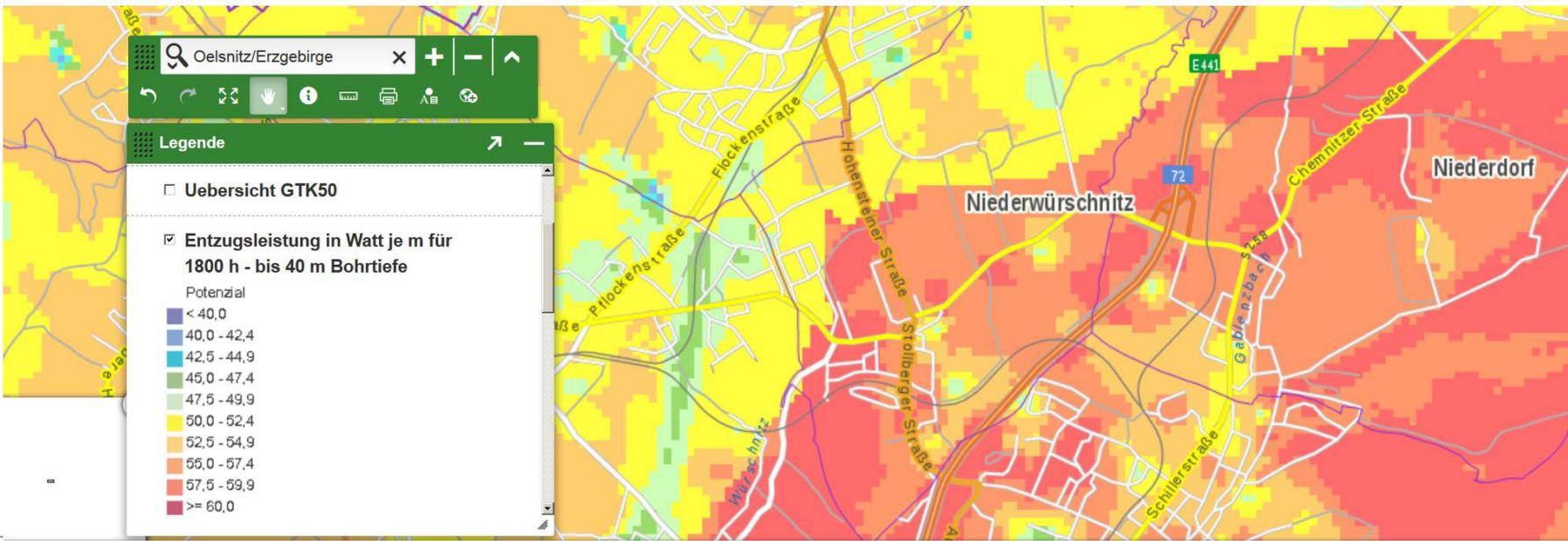
- Spezifische Wärmeentzugsleistung
- in W/m
- für verschiedene Tiefenintervalle

Festlegungen:

- für Standardeinfamilienhaus
- für Doppel-U-Sonde
- für 1800 und 2400 a/h
- Bodentemperatur
- Tiefsttemperatur



GEOthermieATLAS SACHSEN



Herausforderungen innerhalb der EU

- I Unterschiedliche Methoden zur Berechnung und Darstellung
 - Harmonisierung von 3D-Modellen, geothermischem Potential, Nutzungskonflikten
- I Know-How bei Genehmigung/Planung/Bau/Betrieb/Monitoring



GeoPLASMA-CE in Zahlen



11

PARTNERS



6

COUNTRIES



6

PILOT ACTIONS



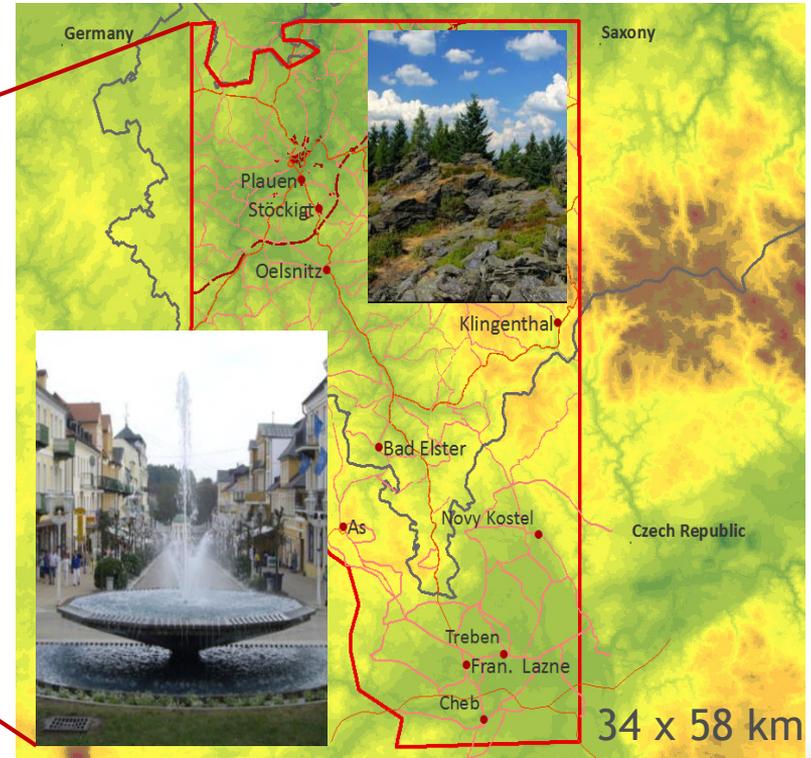
3

E-TOOLS

Arbeitspakete

- Workflows
- Pilotaktivitäten
- Web-Tools und Web-Portal
- Strategien, Zielgruppenschulungen

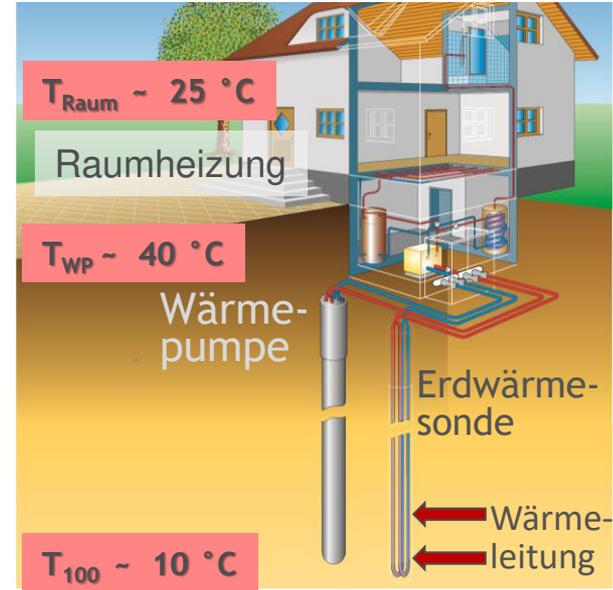
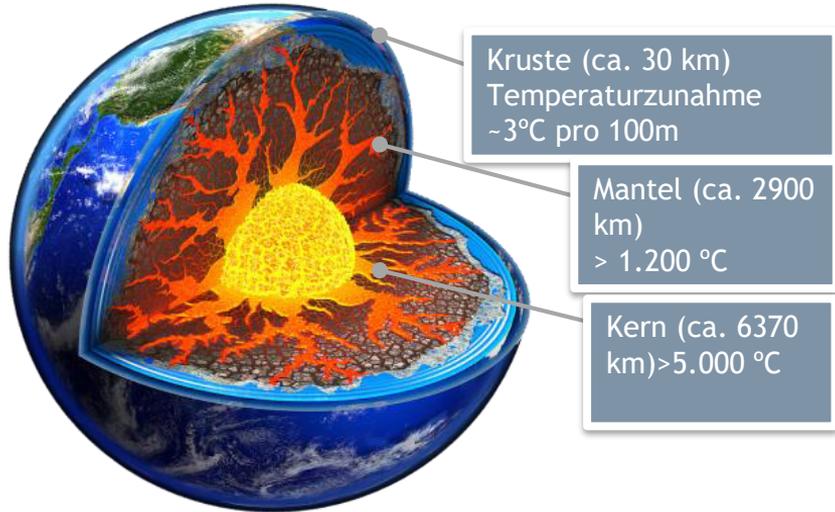
DIE PILOTGEBIETE



Arbeiten in den Pilotgebieten

- 3D Modellierung des geol. Untergrunds
- Sammlung geotherm. Parameter
- Berechnung des geotherm. Potentials
- Nutzungskonflikte/ Risiken

GEOLOGISCHE 3D-MODELLE FÜR GEOTHERMISCHE THEMATISCHE KARTEN



GEOLOGISCHER ÜBERBLICK

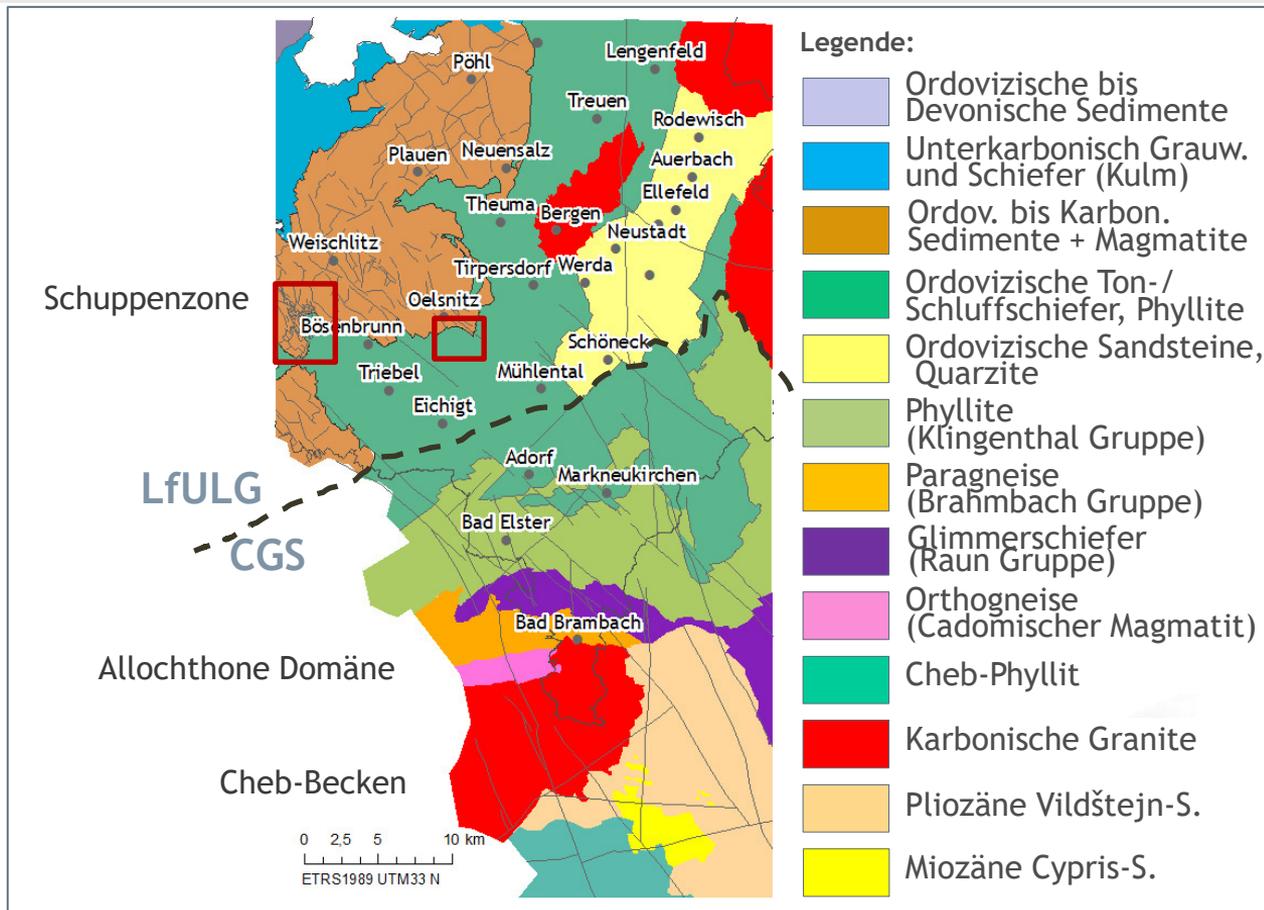
Paläozoische Gesteine:

- Sedimente Thür. Fazies
- Metamorphite
- Vulkanite und Plutonite

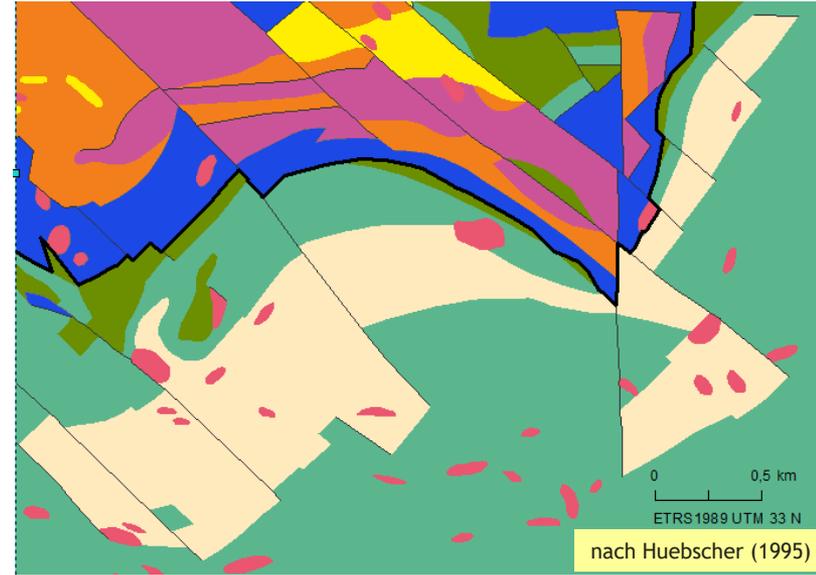
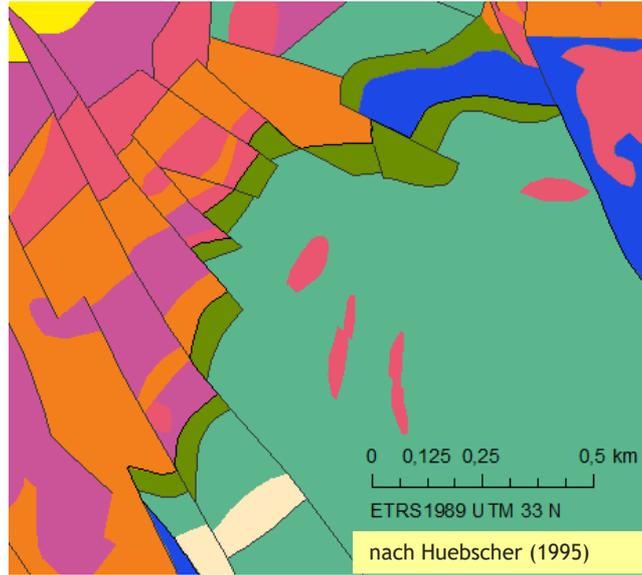
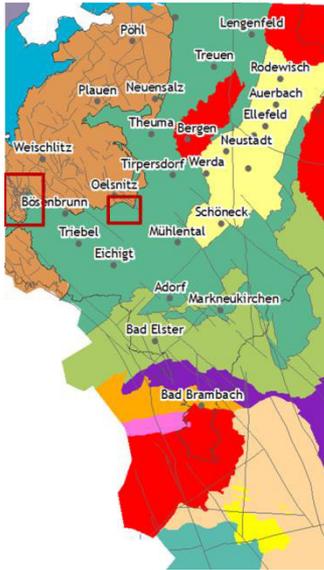
Neozoische Gesteine:

- Basaltoide
- Neogene Klastite
- Neogene Kohle
- Quartäre Klastite

Datengrundlage:
GK50 dig Erzgebirge-Vogtland



STARK GESTÖRTE PALÄOZOISCHE GESTEINE



Legende:

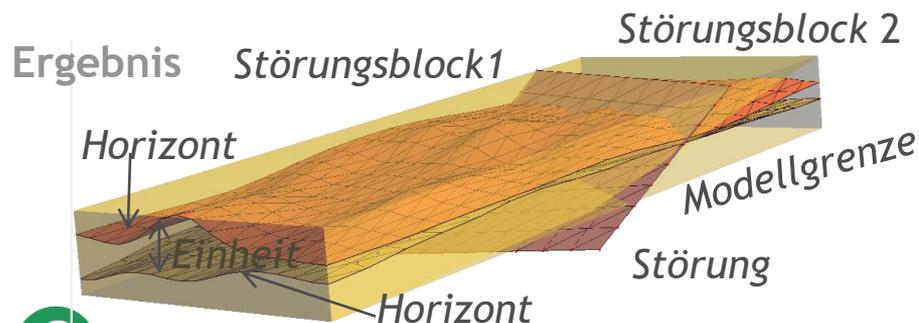
- | | | | | | |
|---|-------------------------|---|--|---|--|
|  | Devonische Konglomerate |  | Devonische klastische Sedimente |  | Ordovizische Ton-/ Schluffschiefer, Phyllite |
|  | Devonische Vulkanite |  | Mitteldevonische Tentakulitenschichten |  | Ordovizischer Quarzit |
|  | Gabbro / Mikrogabbro |  | Silurische Kiesel- und Alaunschiefer | | |



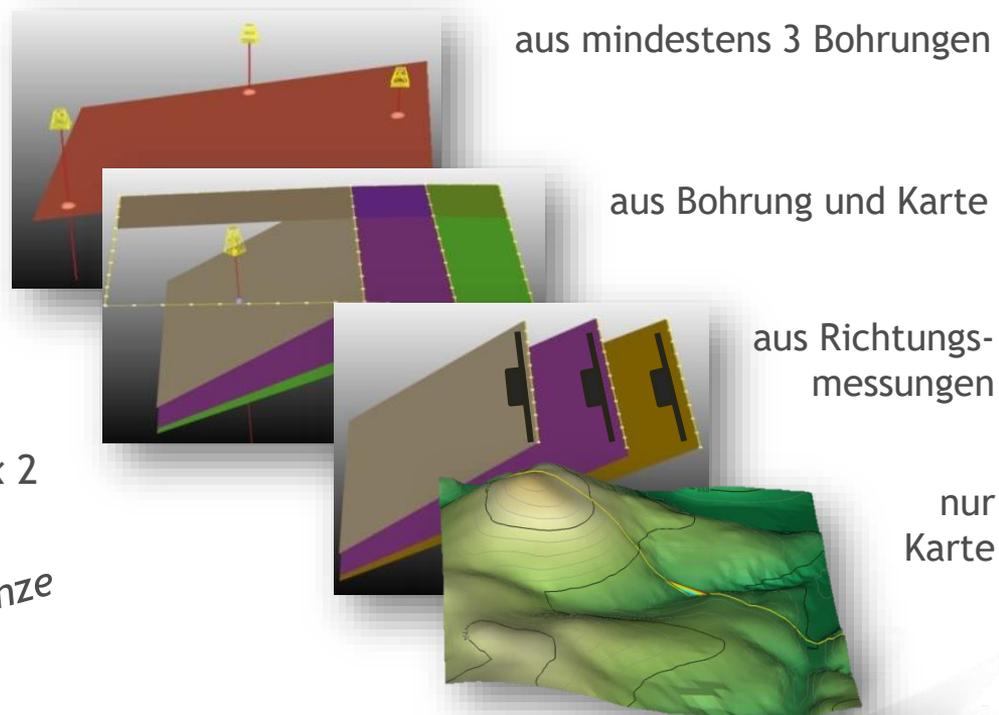
Ausgangsdaten 1+2D



-  Schichtung
-  Schieferung
-  Bohrung
-  kartierte Einheit
-  Störung

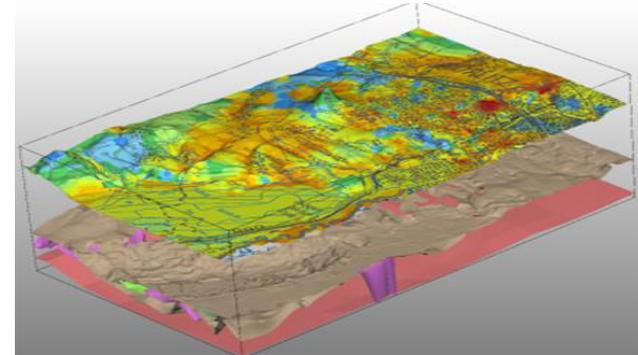
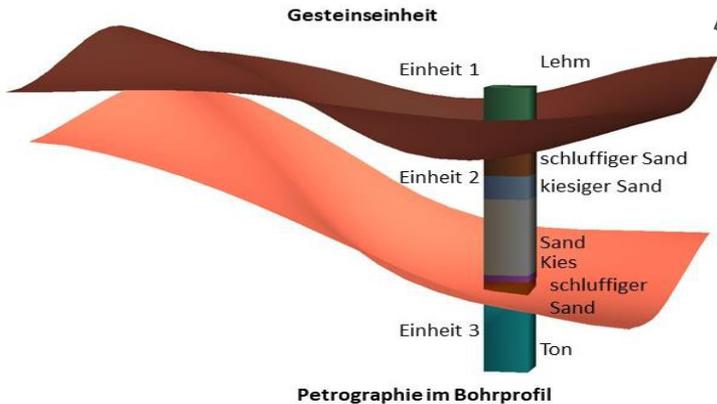


Aufbau des Modells



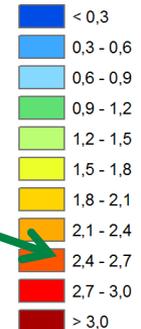
WÄRMELEITFÄHIGKEITSKARTEN

- pro Einheit als mächtigkeitsgewichtetes Mittel
- jeweils für trockene und wassergesättigte Gesteinsparameter



Legende

Mittlere Wärmeleitfähigkeit in Watt pro Meter und Kelvin ($W/m \cdot K$) bis 100 m Tiefe



NUTZUNGSKONFLIKTE UND RISIKEN

z.B.: Wasserschutzgebiete, Tektonik/Störungen, quellfähige Gesteine, Artesik, Altlasten, Bergbau, ...



Staufen, 2007

Anhydrit-Gips-Umwandlungen durch Wasserzutritt



Wiesbaden, 2009

unkontrollierter Grundwasseraustritt - Artesik

(Quelle: HLUG)

Erkennen von Gebieten mit Nutzungskonflikten und Risiken

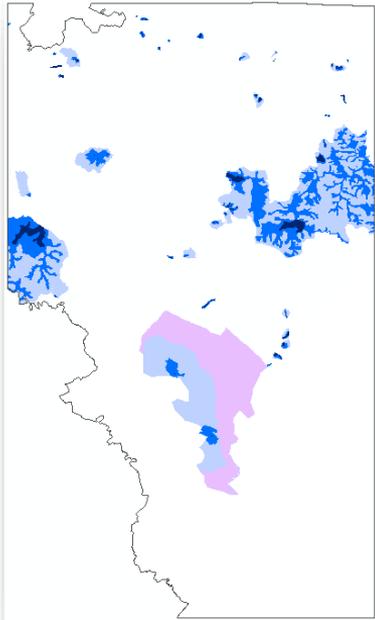
→ Verbot oder Einschränkung von Geothermieranlagen

→ Vermeidung von Schäden



THEMATISCHE KARTEN

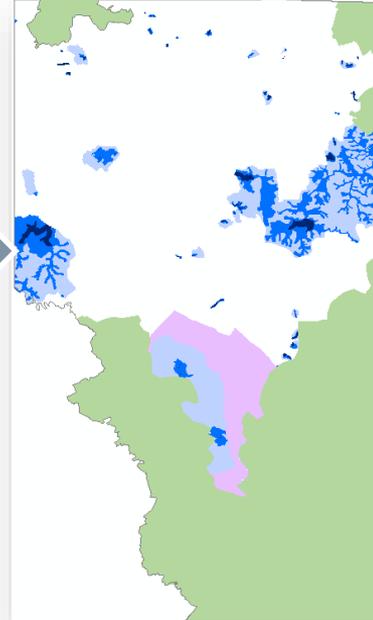
Conflict Layer



+ Extent Layer



= Thematic map

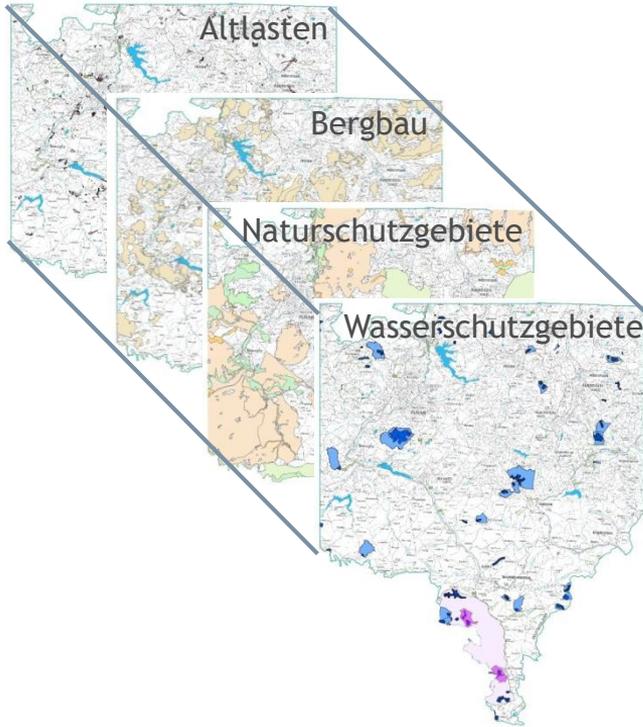


Wasserschutzgebiete

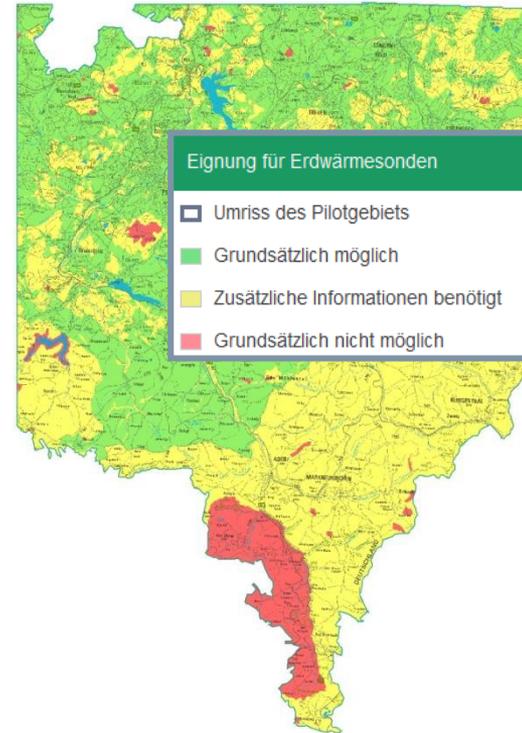
- Keine Daten vorhanden
- Keine Schutzzone
- Kategorie 1
- Kategorie 2
- Kategorie 3
- Kategorie 4



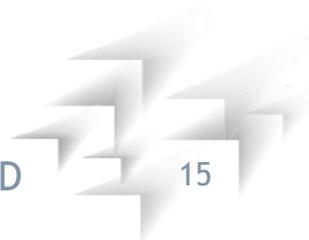
AMPELKARTEN



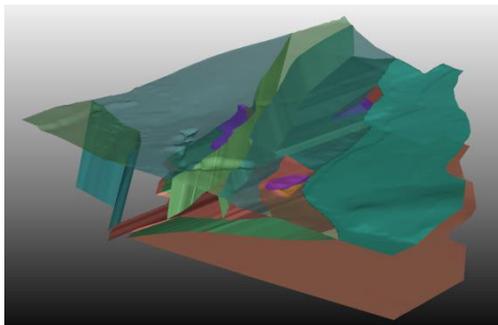
Bündelung



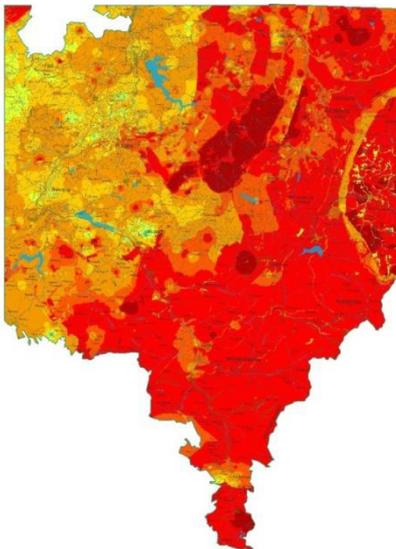
Eignungskarte



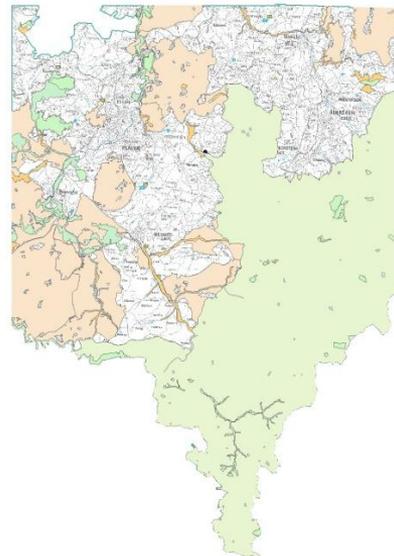
Geologisches 3D-Modell



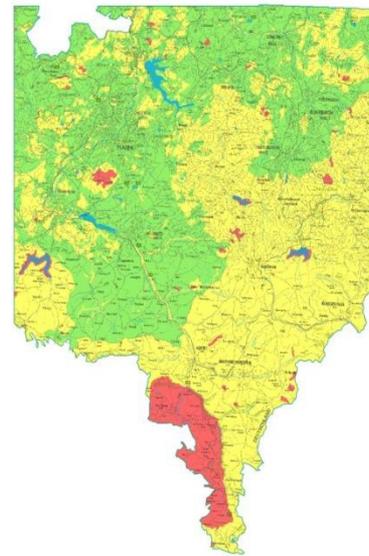
Thematische Karten:
geothermisches Potential



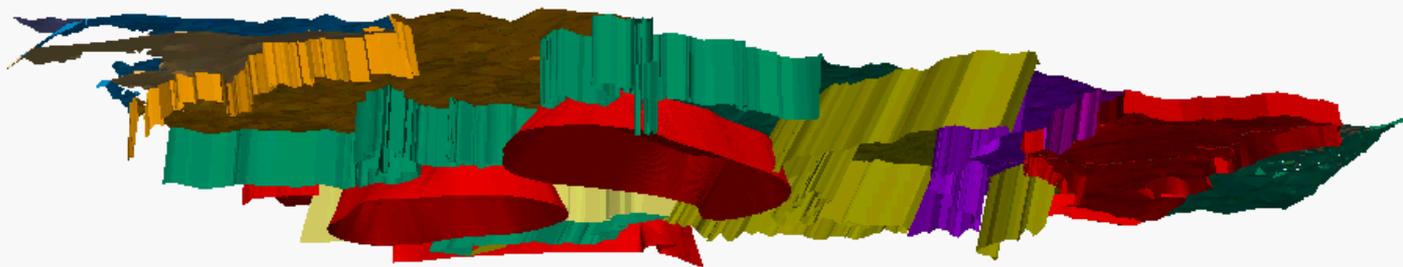
Landnutzungskonflikte
und Risiken



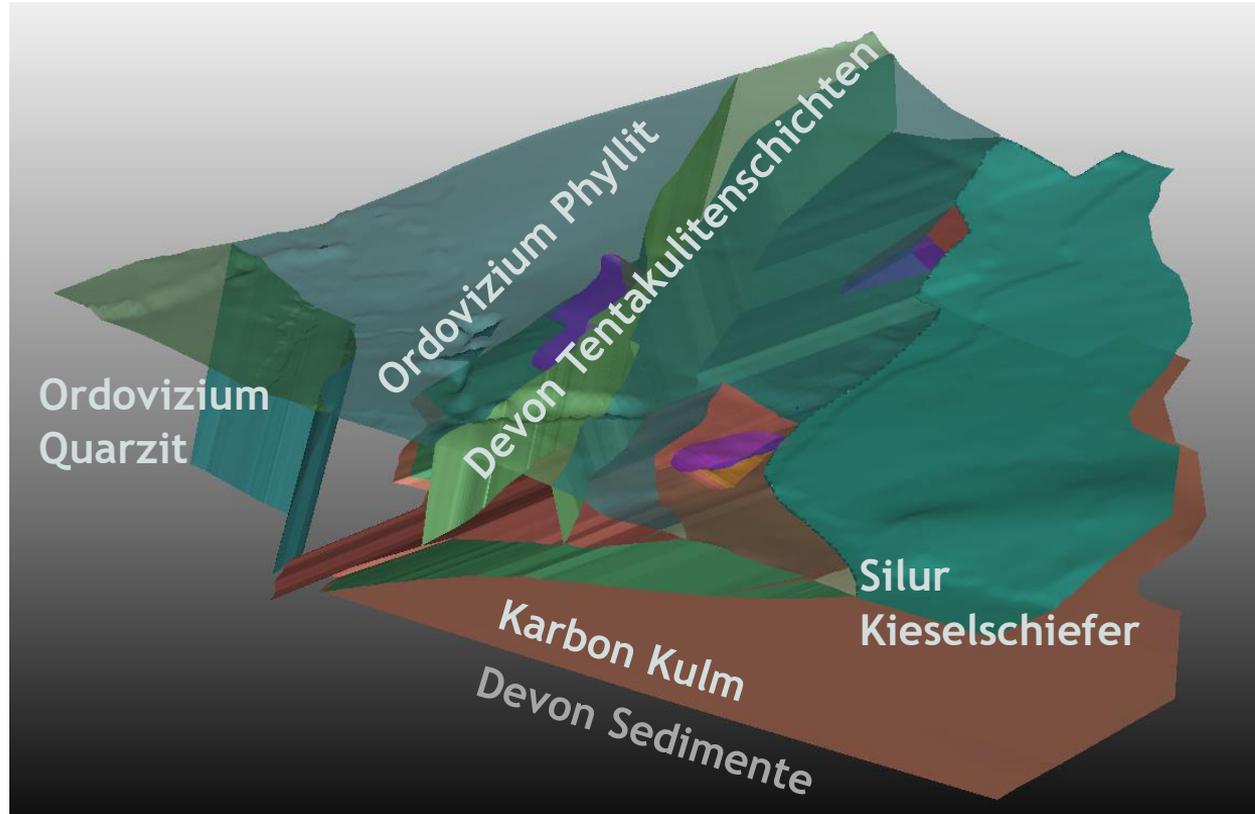
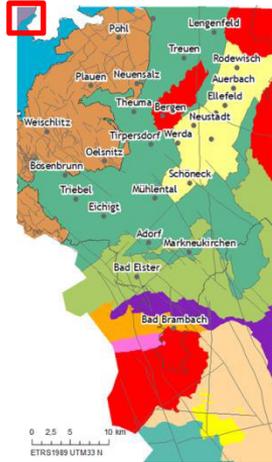
Ampelkarten



ÜBERSICHTSMODELL

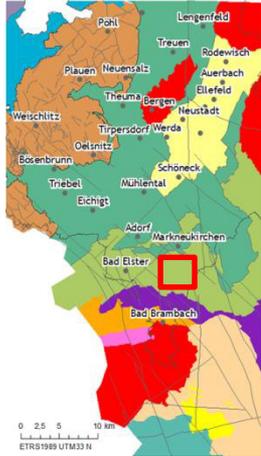


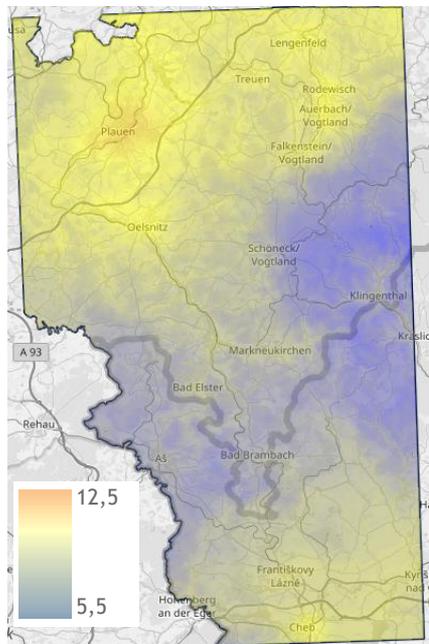
DETAIL BERGAER SATTEL



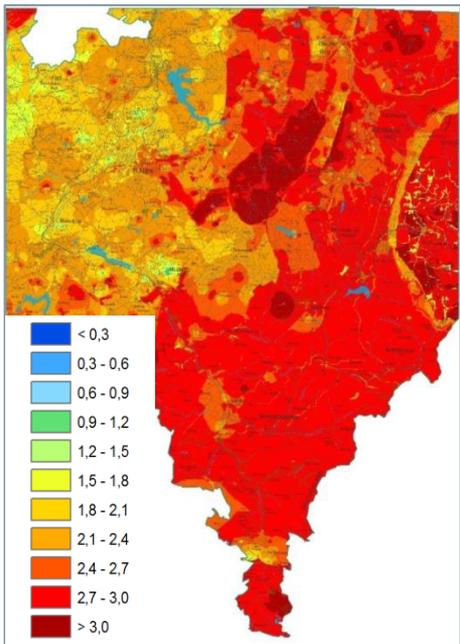
Ausschnitt der Überschiebungszone des Bergaer Sattels (1,5 fache Überhöhung)

DETAIL PHYLLIT-QUARZIT-WECHSELLAGERUNG





Oberflächentemperatur (°C)



Mittlere Wärmeleitfähigkeit
(W/m·K) bis 100 m

Oberflächentemperatur:

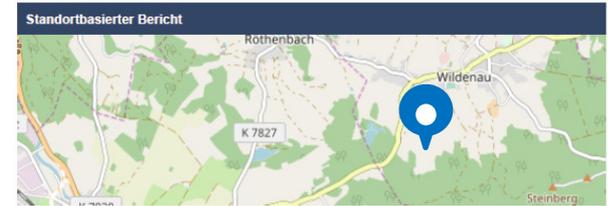
- wichtige planerische Größe

Mittlere Wärmeleitfähigkeiten für Verschiedene Tiefenintervalle:

- „geogenes“ Potential
- unabhängig von Bodentemperatur
- unabhängig von gesetzlichen Regelungen
- unabhängig von technischen Parametern
- Berechnungsgrundlage für Geothermieatlas



STANDORTEIGNUNG FÜR ERDWÄRMESONDEN



- Grundsätzlich möglich
 - Zusätzliche Informationen benötigt
 - Grundsätzlich nicht möglich
- Koordinaten:
50.5462
12.4445

- Eignung für Erdwärmesonden
- Grundsätzlich nicht möglich
- Eignung für Grundwasserwärmepumpen
- Grundsätzlich nicht möglich

Konfliktkarten		
Attribut	Grundwasser Wärmepumpe	Erdwärmesonde
Bergbaugebiete		
Gesicherte Rohstoffvorkommen		
Naturschutzgebiete		
Naturschutzgebiet		
Wasserschutzgebiete		
Trinkwasserschutzgebiet für Grundwasserfassungen - Quellgebiet - Zone I		



ZUSAMMENFASSUNG

<https://portal.geoplasma-ce.eu/>



- 3D-Modellierungsmethodik für gestörte Gesteine
- „geogenes“ Potential für Erdwärmesonden
- Aufarbeitung und Darstellung von Nutzungskonflikten
- Erweiterung des Geothermieatlas Sachsen



UNSERE PROJEKTPARTNER



**CZECH
GEOLOGICAL
SURVEY**



GeoZS
Geološki zavod
Slovenije



AGH
AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY



LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Freistaat
SACHSEN



Giga
infosystems



Bundesverband
Geothermie



City of
Ljubljana



TAKING COOPERATION FORWARD



25 Jahre Flutung der Grube Gittersee Erfahrungen und Ausblick

2. Projekt-Workshop GeoMAP, Oelsnitz/Erzgeb.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

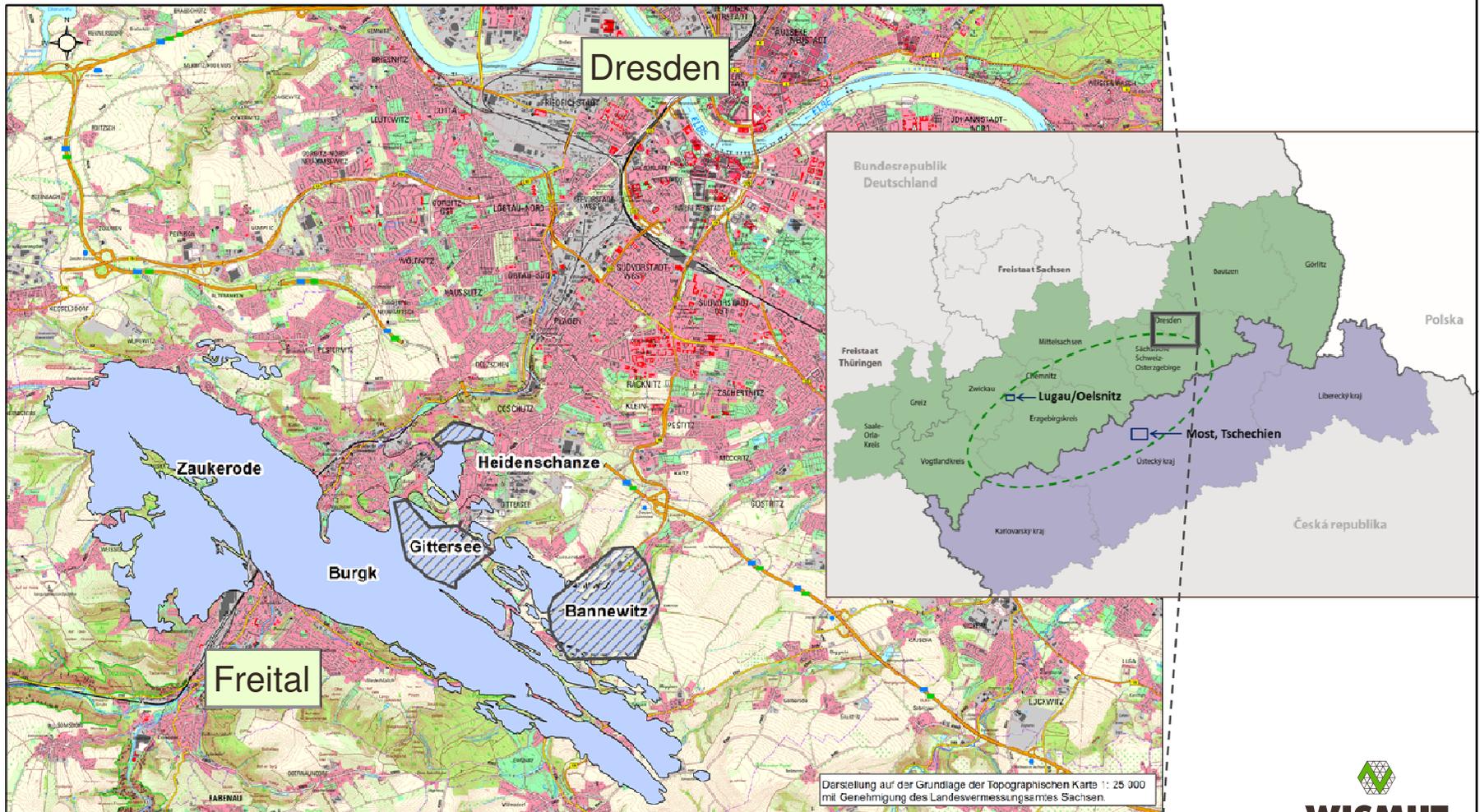
Marcus Frenzel, Wismut GmbH

Inhalt

- › Lage
 - › Geologisch-/hydrogeologische Verhältnisse der Lagerstätte
 - › Historischer Abriss des Bergbaus
 - › Flutung der Grube Dresden-Gittersee
 - Flutung mit Ableitung der Flutungswässer über vorhandene hydraulische Wegsamkeiten
 - Flutung mit gesicherter Ableitung über Wasserlösestollen
 - › Ausblick
- Langzeitaufgaben zur Gewährleistung der dauerhaften Wasserableitung
- Monitoring
 - Unterhaltung des Wasserlösestollens

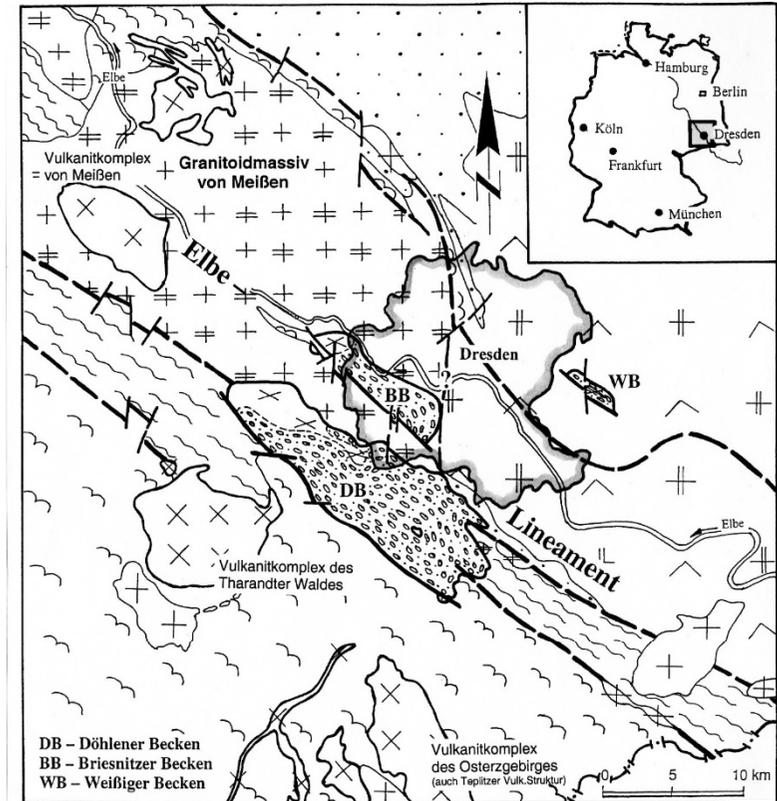
Lage der Grube und der Steinkohlenlagerstätte Freital

- › Döhlener Becken südlich Landeshauptstadt Dresden
- › NW-SO 22 km; NO-SW 6 km; Besonderheit Abbau uranhaltiger Kohlen



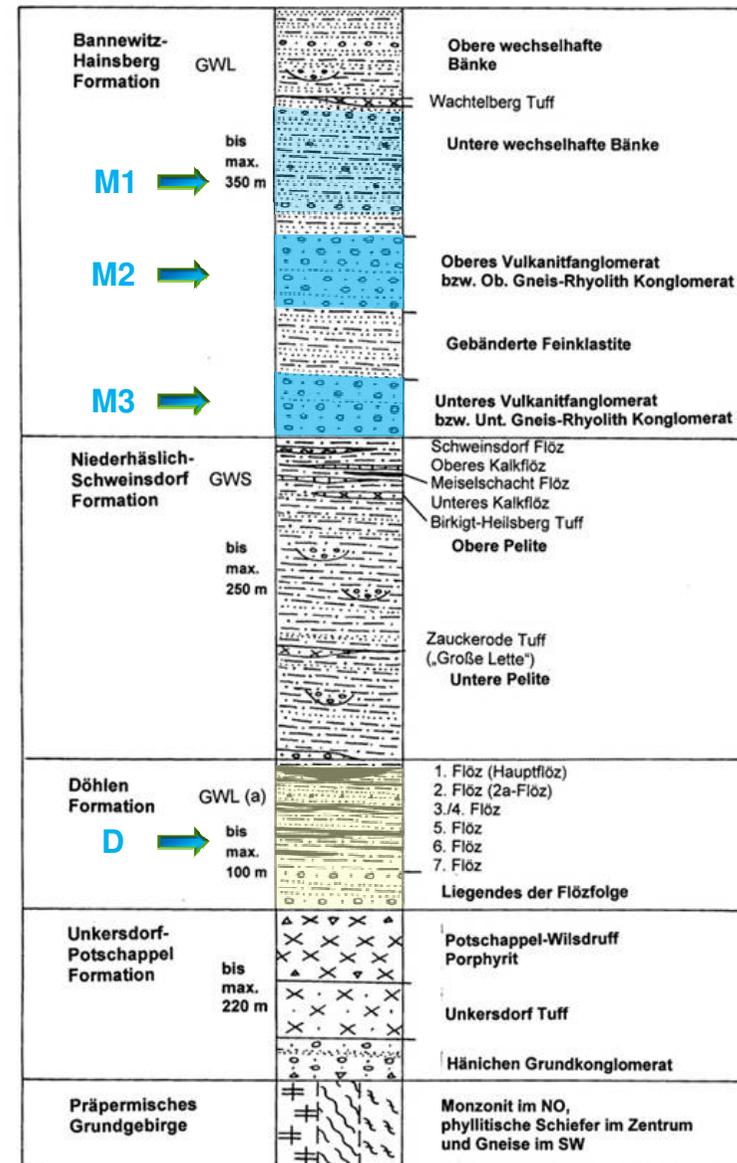
Geologische Verhältnisse

- › Döhlener Becken, Unter- bis Oberrotliegend
- › Intramontanes vulkanotektonisch kontrolliertes Molassebecken
- › Elbe Lineament
- › Abfolge von Pyroklastiten, Andesiten, kohlige Ablagerungen, Grob- bis Feinklastika (Σ 700 - 800 m) in 4 Formationen
- › Döhlen-Formation: 7 Steinkohlen-Flöze
1., 3., 5. Flöz bauwürdig (\varnothing 1,5 - 6 m)
- › Synsedimentäre Uranvererzung am NO-Rand des Beckens im 1., 2., 3/4 und 5. Flöz, U-Gehalt 0,09 Masse-% je nach Kohlelithotyp max. 0,5 Masse-%
- › Liefergestein des Urans: Granitoidmassiv von Meißen, Monzonite \varnothing 12,8 ppm U
- › Tektonik: Grundgebirge stärker tektonisch zergliedert, Zerrungstektonik, Oberkreide - Entstehung Roter Ochse, Carolaschachtverwerfung



Hydrogeologische Verhältnisse

- › wichtigster natürlicher Grundwasserleiter in Bannewitz-Hainsberg-Formation (M1-M3): gerichtete Durchklüftung $\rightarrow k_f \sim 4 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
- › Niederhäslich-Schweinsdorf-Formation regional bedeutender Grundwasserstauer $\rightarrow k_f \sim 6,5 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$
- › Döhlen-Formation (D) durch intensiven Bergbau auf Steinkohlen bzw. Uran anthropogener GWL
 - Resthohlraumvolumen 19 %
 - Grube Gittersee $k_f \sim n \cdot 10^{-5}$ bis $n \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$
 - durch Abbaufverfahren uneinheitlich
- › Hauptvorfluter Weißeritz
 - Niveau von 185 bis 150 m NN
 - Weißeritz-Schutzpfeiler



Historischer Abriss des Bergbaus

Steinkohlenabbau seit dem 16. Jahrhundert

- › **1542** erste Urkunde über die Verleihung von Abbaurechten
- › **17./18. Jh.** ca. 120 Kleinzechen („Bauernschächte“) im Ausstrichbereich,
18. Jh. Beginn planmäßiger Abbautätigkeit mit Entwässerungsstollen zur Weißeritz (Potschappler~, Claus~, Burgker Weißeritz Stolln)
- › Blüte im **19. Jh.**, je ein starker Bergbaubetrieb links und rechts der Weißeritz
→ Auffahrung Tiefer Elbstolln 1817 bis 1837 zur Entwässerung links der Weißeritz
- › Anfang **20. Jh.** Grenze der Bauwürdigkeit, Einstellung 1967 (Abbau 70 Mio t)

Uranabbau ab 1948 bis 1989

- › 1947 entdeckten russische Geologen eine lokale Uranführung in den Steinkohlen
- › Abbau von Erzkohle im BB. „Willi Agatz“
1948 - 1955 Revier Heidenschanze, 1968 - 1989 Bannewitz und Gittersee
- › gewonnene Uranmenge 3.691 t
- › planmäßige Stilllegung 1989 nach Verringerung der Erzgehalte < 0,06 %

Flutung der Grube

Flutung als nachhaltigste Sanierungsvariante

- › Einstellung naturnaher hydraulischer Verhältnisse
- › Vermeidung Ewigkeitslast durch dauerhaftes Abpumpen
- › Langfristige Reduzierung Schadstoffaustrag:
 - Verminderung Nachlieferung von Schadstoffen aus luftefülltem Bereich
 - über Bildung Klarwasserlamelle, Sulfatreduktion, Fällung SM
- › In der Regel kostengünstigste Variante

Strategie

- › Kontrollierte Flutung der Grube mit Ableitung der Grubenwässer über vorhandene hydraulische Wegsamkeiten

Flutung der Grube

Kontrollierte Flutung mit Ableitung FW über vorhandene Wegsamkeiten

) Grundvoraussetzungen

- Gute hydraulische Verbindung zwischen den Grubenfeldern
- Tiefer Elbstolln zur Ableitung des Grubenwassers zur Elbe

) Randbedingungen

- Grubenhohlraum Energiekohle/Uranbergbau: 3,8 Mio m³
- Abgesenkter FW-Spiegel auf 3,5 km², Einstau der Grube links der W. (110 m NN)
- Hydraulische Parameter Altbergbau (500 Tagesöffnungen)

) Ergebnisse der Studien und Gutachten 1991 bis 1993

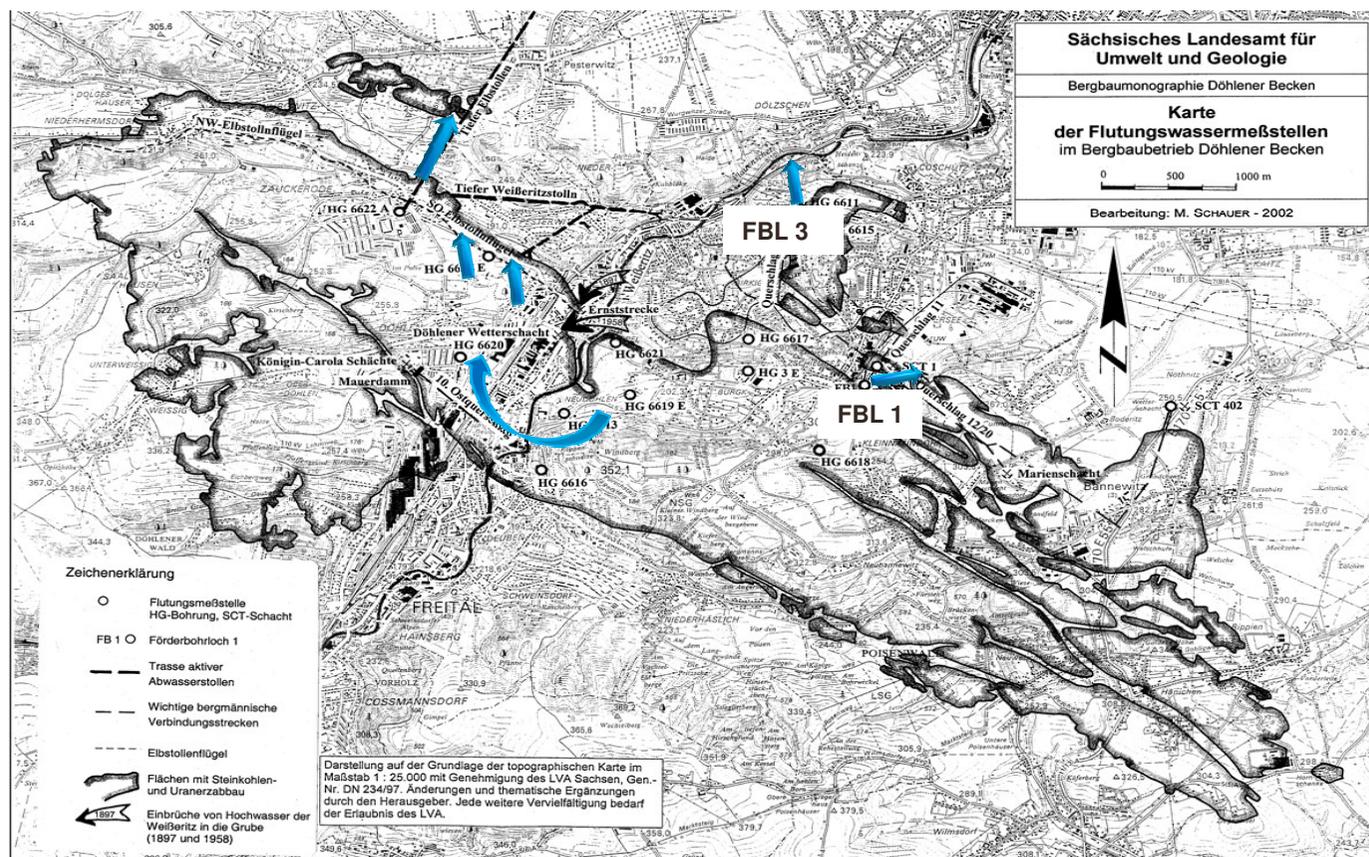
- Beobachtungen sprechen für eine hydraulische Verbindung der Reviere
- Rekonstruktion Tiefer Elbstolln und Installation Messnetz erforderlich
- Begrenzte Wasserhaltung (Flutungskontrolle), temporäre Wasserbehandlung

Flutung der Grube

Kontrollierte Flutung mit Ableitung FW über vorhandene Wegsamkeiten

› Flutungskonzeption 1993

- Vorzugsvariante kontrollierte Flutung und Ableitung des FW über Tiefen Elbstolln



Flutung der Grube

Kontrollierte Flutung mit Ableitung FW über vorhandene Wegsamkeiten

) Flutung mit begleitenden Tests nach Schaffung bergtechnischer Voraussetzungen

- Teufe UG 10 (1994) und Entschlammung Elbstolln auf 6 km (1997-2000)
- **Beginn der Flutung:** 05/1995 nach Zulassung BA Chemnitz bis 130 m NN
- Installation WH im FB 1 (1995), Errichtung Messnetz und Monitoring
- Durchführung Langzeit-PV's (1997): 1 Woche mit 90 m³/h / 1 Monat mit 100 m³/h
- → gute hydraulische Anbindung des zentralen Grubenfeldes Gittersee und Bannewitz, Heidenschanze verzögert; → Aktualisierung Beschaffenheitsprognose
- Schrittweise Zulassung der Erhöhung des Einstauniveaus bis 160 m NN
- Ausgleich der FW-Spiegel links und rechts der Weißeritz 08/1997
- Offene Frage: hydraulische Kommunikation der Reviere links und rechts der Weißeritz

Flutung der Grube

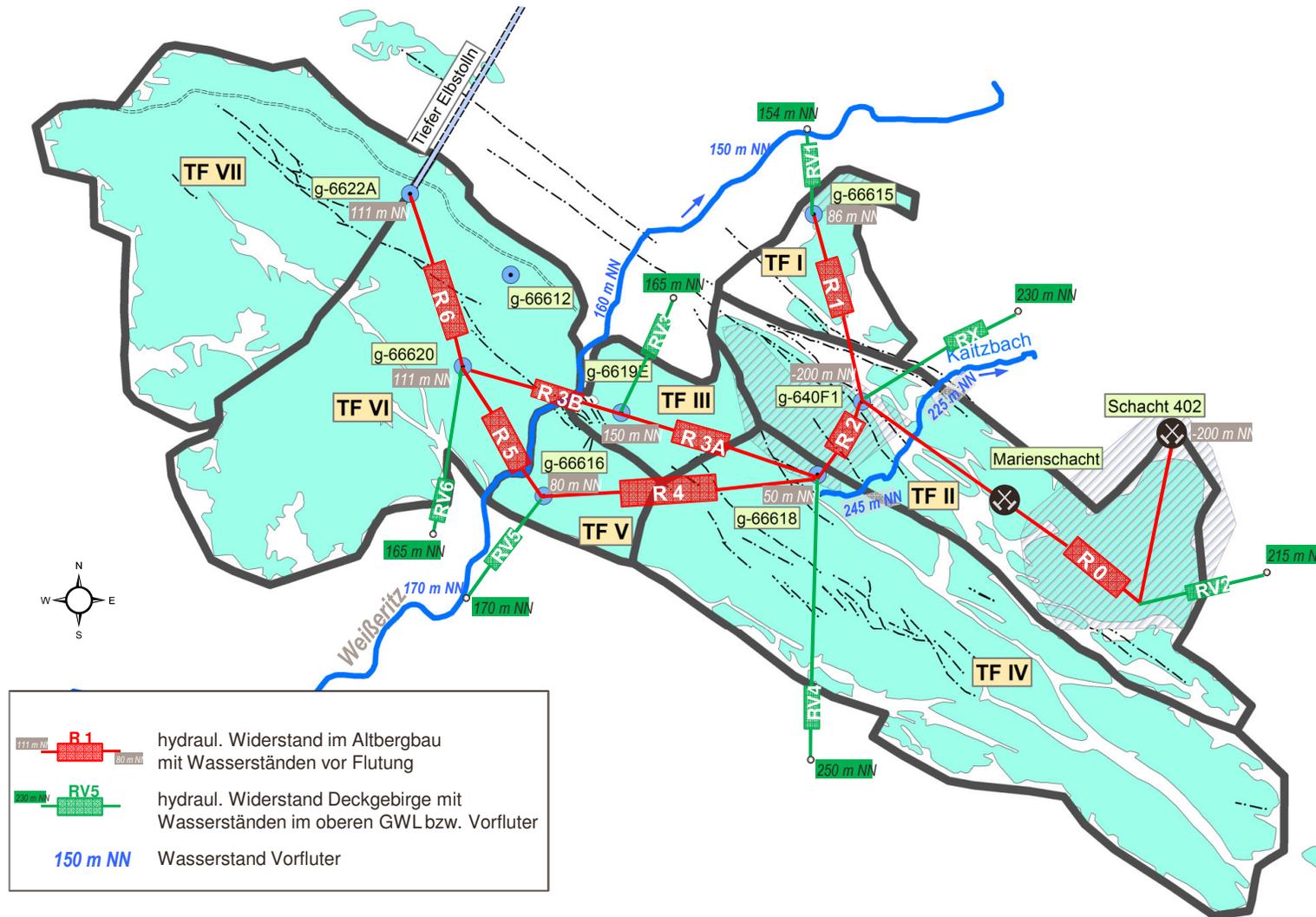
Kontrollierte Flutung mit Ableitung FW über vorhandene Wegsamkeiten

) Konzeptionelles hydraulisches Modell (1998 – 2000)

- Zielstellung: Prognose Einstauhöhe zur Initiierung Abfluss zum Elbstolln
- Erstellung Leaky-Aquifer-Modell mit Randbedingung GWNB
- Modellkonzept: Netz hydraulischer Widerstände basierend auf gemessenen Druckspiegeldifferenzen über Darcy-Ansatz
- Gliederung der Grube in 7 Teilfelder (tektonische, bergbauliche Grenzen)
- Berechnung Leakage-Raten als vertikaler Zufluss zur Grube
- Berechnung Transmissivität aus dem horizontalen hydraulischen Widerstand
- Ermittlung zu erwartende Druckspiegelhöhe nach Flutung aus Abflussniveaus, hydraulischen Widerständen und der Grundwasserneubildung

Flutung der Grube

Kontrollierte Flutung mit Ableitung FW über vorhandene Wegsamkeiten



Flutung der Grube

Kontrollierte Flutung mit Ableitung FW über vorhandene Wegsamkeiten

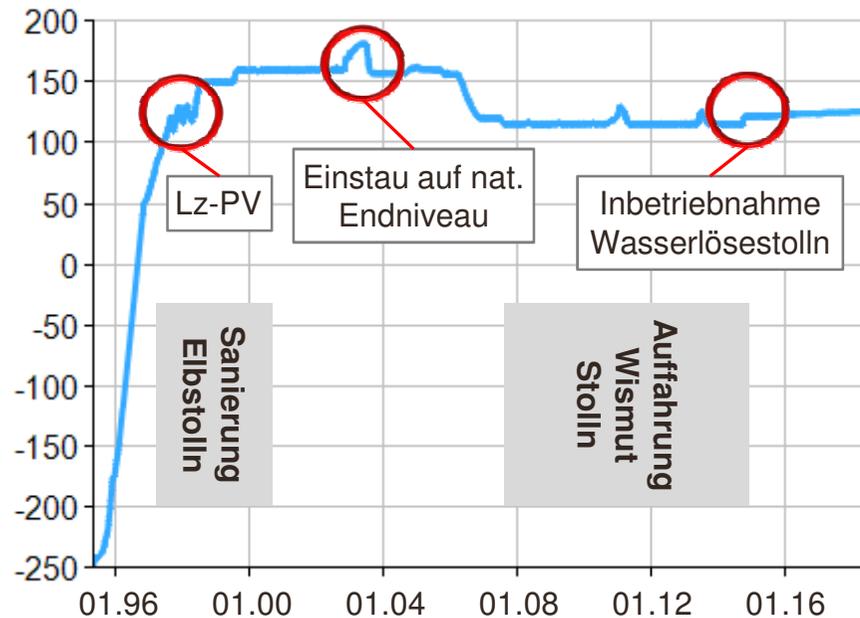
) Ergebnisse konzeptionelles hydraulisches Modell (1998 – 2000)

- Plausible Ergebnisse jedoch Unsicherheiten in Modellannahmen
 - Validierung mittels Pumpversuchen (Schacht 1, g-66621, FBL 3)
 - Verbesserung der Abschätzung der Direktzuflüsse aus Altbergbau
- Endeinstauniveau zw. 175 und 190 m NN, Abfluss zum Elbstolln ~ 8 m³/h
- Hydraulischer Widerstand für vollständige Entwässerung zum Elbstolln zu groß
- zusätzlicher Entwässerungstolln zur Abführung der Wässer erforderlich

) schrittweise Anhebung des Niveaus über 130 m NN auf 160 m NN (Haltephase); geringer Abfluss von Grubenwasser zum Elbstolln

) Beginn Aufwältigung des Pietzsch-Stolln als Entwässerungstolln

Flutungsverlauf [m NN]



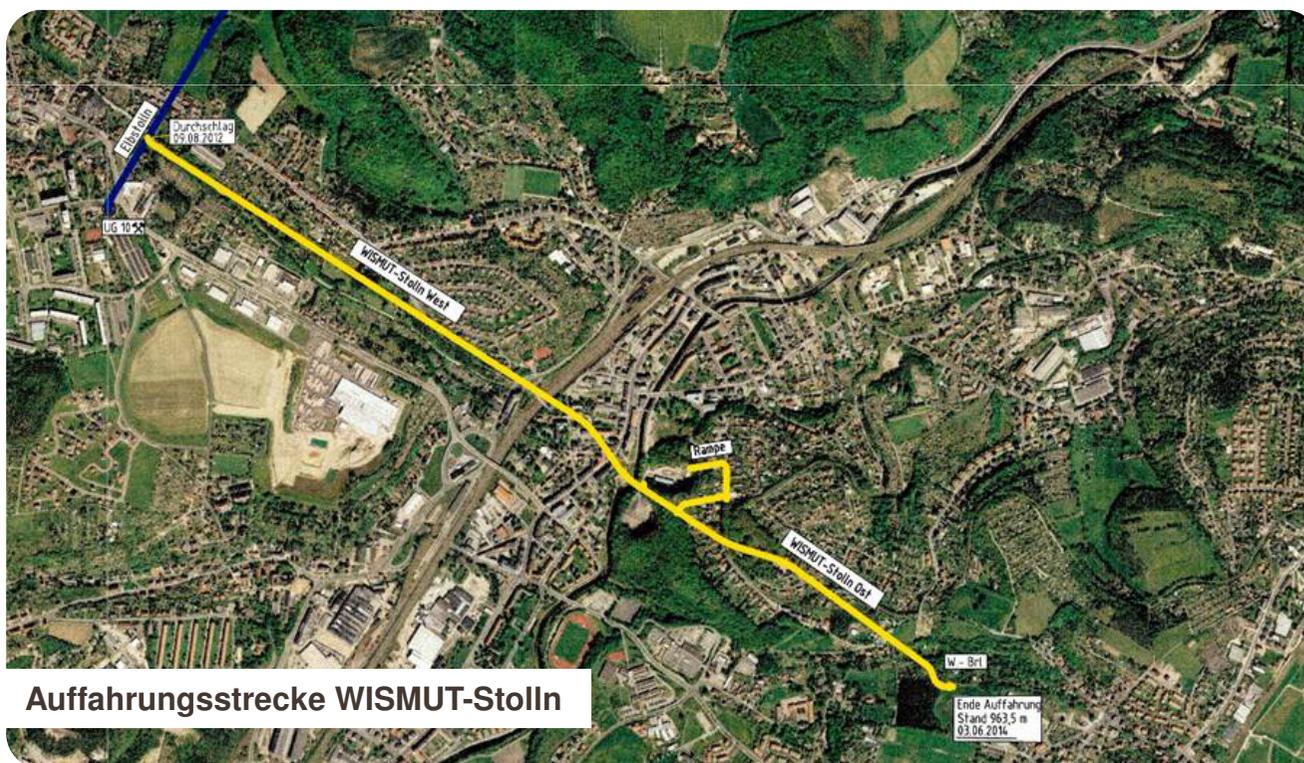
- › 2001 Antrag auf Wiederherstellung der natürlichen Grundwasser- verhältnisse
- › Genehmigung unter Bedingungen:
 - Intensivierung Monitoring, Rückfallvariante Absenken FN
- › Beginn Einstau ab November 2002; konstanter Wasserspiegel bei ca. 180,5 m NN im II. Quartal 2003
- › 07/2003 Wasseraustritte; sofortiges Rückführen Flutungswasserspiegel auf ca. 157 m NN

➔ **Erkenntnis:** Abflüsse über Pietzsch-Stolln, limitierter Abfluss über Elbstolln und in die Talschotter der Weißeritz reichten nicht aus um Flutungswasserspiegel unterhalb GOK zu begrenzen

- › 05/2006 Absenkung Flutungsniveau zur Auffahrung Wismut-Stolln

Vorzugsvariante Auffahrung Wismut-Stolln mit Anbindung an Tiefen Elbstolln (E3 = tiefer Abgriff)

- › Auffahrung einer ca. 2900 m langen Verbindungsstrecke zwischen Grubengebäude und Tiefem Elbstolln im standfesten Gebirge
- › Lösung stellt die wirtschaftlichste Variante ohne zusätzliche FW-Aufbereitung dar
- › Erreichung sicheren und weitgehend nachsorgefreier Abschlusses der Flutung



Flutung mit gesicherter Ableitung über Wasserlösestolln Auffahrung Wismut-Stolln, Umstellung Wasserhaltung

- › 04/2007 bis 09/2014 Vortriebsarbeiten
- › Auffahrung in Summe: 3.250 m
- › Hydraulische Verbindung zur Grube mittels 4 Bohrungen in Flutungsraum
- › Seit 7. Oktober 2014 erfolgt die Ableitung der Grubenwässer über den WISMUT-Stolln in Verbindung mit dem Tiefen Elbstolln in die Elbe
- › Weiterhin gute hydraulische Verbindung im Flutungsraum
- › Begrenzte Abflüsse über hydraulische Barriere zum Elbstolln nachweisbar



Flutung mit gesicherter Ableitung über Wasserlösestollen

Schlussfolgerungen

- › Flutung auf Grundlage fortgeschriebener Konzepte unter Hinzuziehung externer Expertisen
- › Flutungskonzepte beinhalteten stets Rückfallvarianten zur Vermeidung von Gefährdungen an der Tagesoberfläche
- › Trotz der Erstellung eines fundierten Modells blieben Unsicherheiten aufgrund der nicht in Gänze erfassbaren Inhomogenitäten in den Grubenbauen und in den GWL
- › Notwendigkeit des schrittweisen Herantastens an natürlichen Einstauzustand
- › Überwachung über permanent betriebenes Monitoring
- › Einsatz Rückfalloptionen



Ergebnis: Realisierung einer nachhaltigen Variante der energielosen Ableitung des Flutungswassers über einen dauerstandsicheren Wasserlösungsstollen ohne Wasseraufbereitung

Ausblick

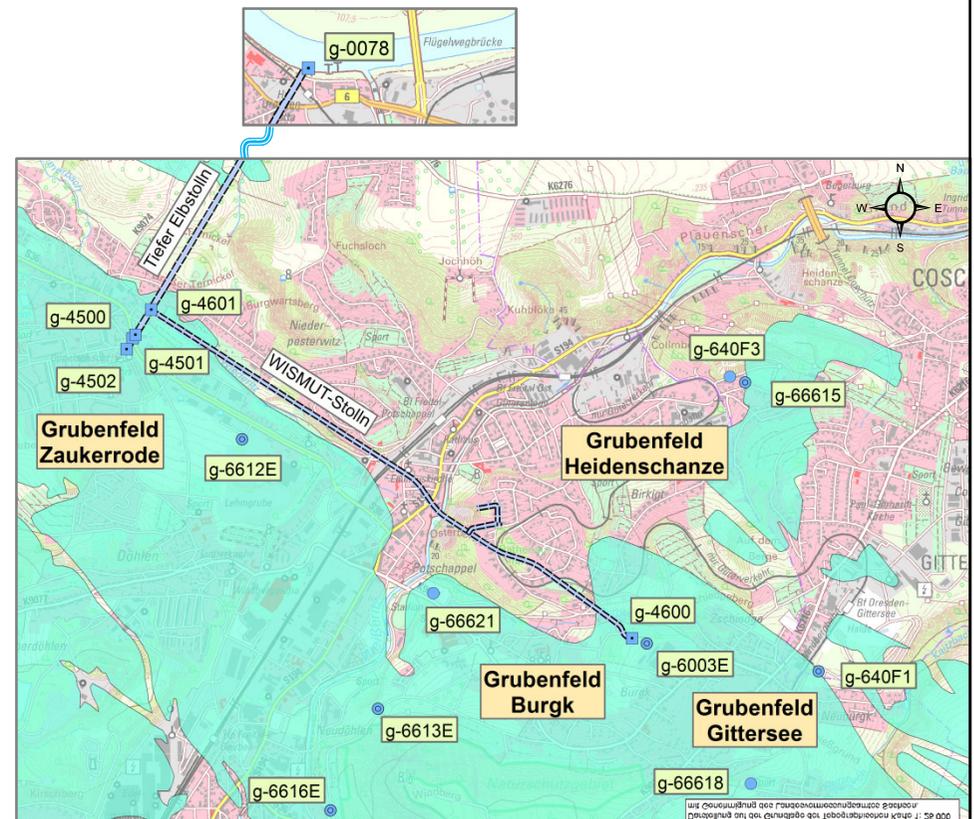
Langzeitaufgaben zur Gewährleistung der dauerhaften Wasserableitung

Monitoring

- Flutungsraum, 9 GWBM Überwachung Wasserstand und Hydrochemie
- Wasserlösestolln mit Mundloch, 6 Messpunkte Überwachung Abflussmenge und Hydrochemie
- Reviernivellement



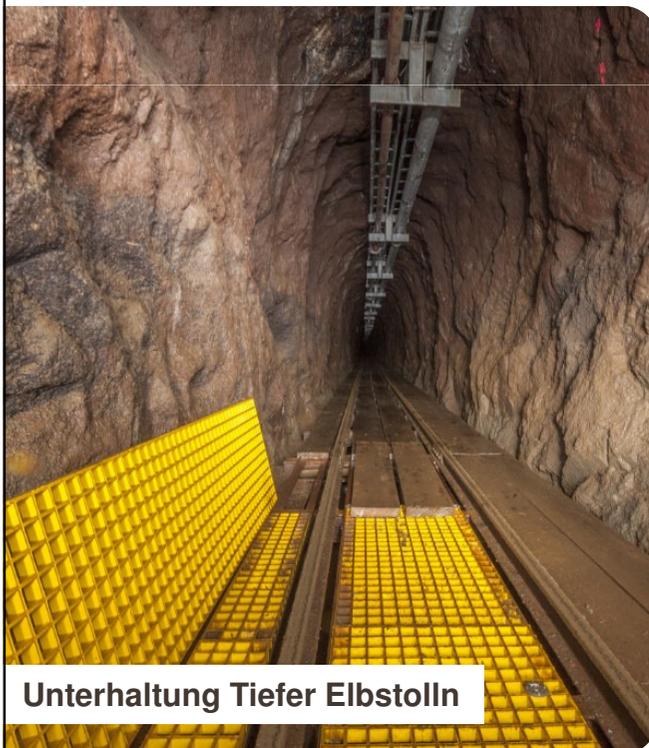
Rechteckmesswehr Endschaft
WISMUT-Stolln (MB 0-150 m³/h)



Ausblick

Langzeitaufgaben zur Gewährleistung dauerhafter Wasserableitung

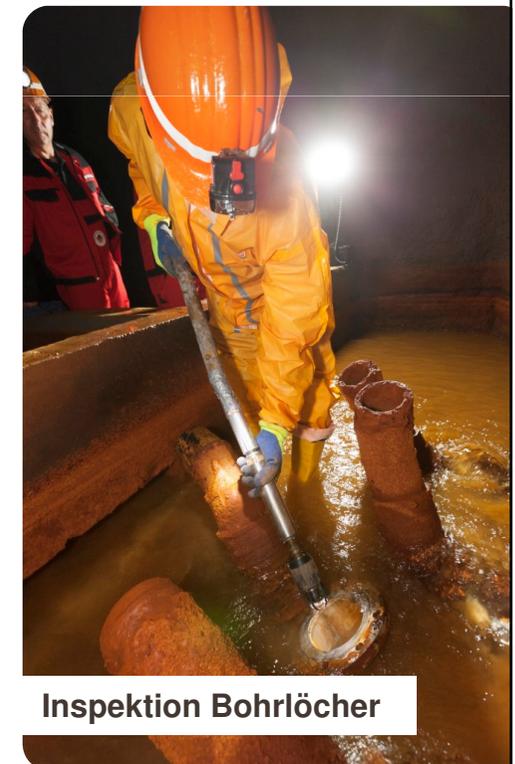
- › Unterhaltung des Wasserlösestolln
 - Überwachung Dauerstandsicherheit, Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen
 - Inspektion der Übertrittsbohrlöcher



Unterhaltung Tiefer Elbstolln



Bewetterung



Inspektion Bohrlöcher

25 Jahre Flutung der Grube Dresden-Gittersee – 2. Projekt-Workshop GeoMAP,
Oelsnitz/Erzgebirge



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!
Glückauf! Zdařbůh!**

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Dichteschichtung in gefluteten Untertagebergwerken – Untersuchungsmethoden und Modellierung

Vortrag zum 2. Geo-Map Workshop am 11.07.2019

Elke Mugova¹, Christian Wolkersdorfer²

¹Technische Hochschule Georg Agricola, Forschungszentrum Nachbergbau; ²South African Research Chair for Acid Mine Drainage Treatment, Tshwane University of Technology (TUT)

Dichteschichtung in aquatischen Kompartimenten ist aus Seen, gefluteten Untertagebergwerken und Bohrlöchern bekannt. Verantwortlich für die Ausbildung von Wasserkörpern mit unterschiedlichen physikochemischen Eigenschaften sind Dichteunterschiede zwischen den einzelnen Wasserkörpern, wobei tiefer im Bergwerk in der Regel höher mineralisiertes Grubenwasser und weiter oben im Bergwerk weniger mineralisiertes („Frischwasser“) vorkommt. Die Schicht, welche die beiden Wasserkörper voneinander trennt, wird üblicherweise als Zwischenschicht bezeichnet (Kories et al. 2004; Melchers et al. 2015; Wolkersdorfer 2008). Um Dichteschichtung in gefluteten Untertagebergwerken zu untersuchen, werden in der Regel Tiefenprofilmessungen durchgeführt, wobei die Zwischenschicht durch einen deutlichen Wechsel im Temperaturprofil und/oder im Profil der elektrischen Leitfähigkeit zu erkennen ist. Weitere Untersuchungsmethoden sind Durchflussmessungen, Tracertests, Laboruntersuchungen oder numerische Modellierung. Eine der ersten numerischen Modellierungen zu Dichteschichtung in gefluteten Untertagebergwerken führten Czolbe et al. im Jahr 1992 durch. 2004 erbrachten Kories et al. durch Modellierung von Dichteschichtung den Nachweis der Langzeitstabilität einer stabilen Schichtung. Die neusten Untersuchungen mittels numerischer Modellierung stammen von Reichart et al. (2011), die das Programm COMSOL Multiphysics verwendeten. In der Literatur werden verschiedene Szenarien für den Aufbau und Zusammenbruch von Dichteschichtung beschrieben. Durch infiltrierendes Oberflächenwasser, den Zufluss von Wasser aus angrenzenden Grubenbauen, Änderungen in der Schachtwandung oder das Unterbinden von Konvektionskreisläufen kann sich eine stabile Dichteschichtung ausbauen. Hingegen können beispielsweise menschliche Einflüsse wie Pumpaktivitäten oder natürliche Einflüsse wie Erdbeben zum Zusammenbruch von Dichteschichtung führen. Auch das Vorhandensein von Konvektionskreisläufen unterbindet die Ausbildung einer stabilen Schichtung. Mugova und Wolkersdorfer (2018) beschreiben mögliche Aufbau- und Zusammenbruchsznarien detaillierter. Dichteschichtung zukünftig bewusst als In-situ-Behandlung von Grubenwasser anzuwenden ist Schwerpunkt der aktuellen Forschung.

Seit 1970 wird das Grubengebäude im Steinkohlerevier Lugau/Oelsnitz geflutet (Felix und Berger 2010). Zurzeit lassen sich jedoch keine belastbaren Aussagen darüber treffen, ob eine Dichteschichtung im Flutungswasserkörper vorhanden ist oder sich entwickeln wird. Basierend auf bisherigen Bergwerksflutungen wird sich diese jedoch mit Sicherheit einstellen. Verschiedene Szenarien sind möglich, weitere Untersuchungen, beispielsweise durch zusätzliche Zugänge zum Grubenwasserkörper sind zu empfehlen.

Czolbe P, Kretzschmar H-J, Klafki M, Heidenreich H (1992) Strömungszellen im gefluteten Salzschat. Neue Bergbautech 22(6):213-218

Felix M, Berger H-J (2010) Geologie und Bergbaufolgen im Steinkohlerevier Lugau/Oelsnitz. Geoprofil 10:1-175

Mugova E, Wolkersdorfer C (2018) A Review of Mine Water Stratification. In: Meier G, et al. (Hrsg) 18. Altbergbau-Kolloquium – Tagungsband. Wagner, Nossen, 125-132

Kories H, Rüterkamp P, Sippel M (2004) Field and numerical studies of water stratification in flooded shafts. In: Jarvis AP, Dudgeon BA, Younger PL (Hrsg) mine water 2004 – Proceedings

International Mine Water Association Symposium. 1. University of Newcastle, Newcastle upon Tyne, 149-159

Melchers C, Goerke-Mallet P, Henkel L, Coldewey WG, Wesche D (2015) Density stratification in Mine Water Bodies as a Contribution to Better Long-Term Water Management

[Dichteschichtungen in Flutungswasserkörpern als Beitrag zur Optimierung der langzeitigen Wasserhaltung]. Mining Report 151(6):503-510

Reichart G, Vaute L, Collon-Drouaillet P, Buès MA (2011) Modelling heat and salinity related convective processes in deep mining flooded wells. In: Råde TR, Freund A, Wolkersdorfer C (Hrsg) Mine Water – Managing the Challenges – 11th International Mine Water Association Congress. RWTH Aachen University, Aachen, 183-188

Wolkersdorfer C (2008) Water Management at Abandoned Flooded Underground Mines - Fundamentals, Tracer Tests, Modelling, Water Treatment. Springer, Heidelberg, 466 S.