

Visualisierung und Prognostizierung von Bergbaufolgen am Beispiel des Grubenwasseranstiegs im ehemaligen Steinkohlenrevier Lugau/Oelsnitz (Sachsen)

Sylvi Hädecke¹, Maria Ussath¹, Dr. Christin Jahns¹, Mathias Hübschmann¹

¹Landesamt für Umwelt, Geologie und Landwirtschaft Freiberg (LfULG), Abteilung 10 Geologie, Referat 105

Abstract

Das derzeit in Flutung befindliche Steinkohlenbergbaurevier Lugau/Oelsnitz in Sachsen ist bereits seit einigen Jahren Betrachtungsfeld umfangreicher geologischer, hydrogeologischer und bergmännischer Untersuchungen. Aufgrund des stetig steigenden Grubenwasserspiegel und der bisherigen Prognosen besteht ein dringender Handlungsbedarf. Aus diesem Grund befasst sich der vorliegende Beitrag mit den besonderen montanhydrogeologischen Umständen im Bergbaurevier und den bisherigen Bestrebungen, eine Aussage zur Flutungsprognose zu erarbeiten. Weiterhin wird ein Einblick in den aktuellen Arbeitsstand im EU-Projekt GeoMAP mit dem Schwerpunkt auf den Herausforderungen bei der dreidimensionalen Modellierung und Visualisierung von Bergbaufolgen gewährt.

1 Das Untersuchungsgebiet

Das Steinkohlenrevier Lugau/Oelsnitz am nordwestlichen Erzgebirgsrand in Sachsen ist durch große Abbauteufen, komplexe tektonische Störungen und zahlreiche hydraulisch wirksame geologische und hydrogeologische Einheiten und Strukturen geprägt. Im Folgenden werden die geologische Ausgangssituation, die Bergbauaktivitäten vom 19. Jahrhundert bis zur Schließung der letzten Gruben 1971 [Felix & Berger 2010] und die Bergbaunachsorge betrachtet.

1.1 Geologie

Das ehemalige Steinkohlenrevier Lugau/Oelsnitz befindet sich in der Vorerzgebirgsenke, einem während der variskischen Gebirgsbildung angelegten intramontanen Becken. Im Oberkarbon kam es hier zur Bildung von insgesamt 14 Kohleflözen. Während der Sedimentation wurde der Bereich von mehreren Grabenstrukturen geprägt, die die Sedimentationsräume und damit auch die Bereiche der Flözbildung tektonisch gliederten. Insgesamt werden im Lugau/Oelsnitzer Revier 4 kohleführende Subformationen beschrieben,

deren Gesamtmächtigkeit zwischen 5 und 120 m schwankt [Felix et al. 2007]. Die Kohleflöze sind aufgrund der zuvor genannten Grabenstrukturen tektonisch überprägt und bis zu 350 m vertikal versetzt.

Im Hangenden des Oberkarbons lagern diskordant die postorogenen kontinentalen Ablagerungen des Rotliegend auf [Schneider et al. 2012]. Prinzipiell werden die vier Rotliegend-Formationen Mülsen, Leukersdorf, Planitz und Härtensdorf unterschieden, deren Mächtigkeiten von NW nach SE zum Beckenrand hin abnehmen [Fischer 1991]. Der Rotliegend-Komplex im Untersuchungsgebiet besitzt Mächtigkeiten von teilweise über 1000 m [Felix et al. 2007] und kann als Grundwasserstauer bis Grundwassergeringleiter eingestuft werden. Grundwasser tritt in Form von Kluffgrundwasserleitern sowie in den durch Verwitterung aufgelockerten, grobkörnigen oberen Rotliegendeschichten auf.

Jüngere geologische Einheiten aus dem Känozoikum sowie anthropogene Ablagerungen finden sich ebenfalls im Untersuchungsgebiet, besitzen jedoch nur geringe Mächtigkeiten und es kann davon ausgegangen werden, dass natürliche hydraulische Wechselwirkungen mit den darunter liegenden Einheiten selten sind.

1.2 Bergbau und Bergbaufolgen

Insgesamt 14 Flöze wurden in den oberkarbonen Einheiten abgebaut, mit Mächtigkeiten zwischen 0,6 und 5,0 m. Aufgrund der bereits erwähnten tektonischen Zerblockung waren die Flöze um Sprunghöhen von bis zu 350 m (Rödlitzer Sprung) versetzt. Dies erschwerte den Abbau enorm und hatte zur Folge, dass Abbaustrecken sehr häufig verlagert werden mussten. Bereits während des aktiven Kohleabbaus traten durch die untertägigen Hohlräume Deformationen an der Oberfläche ein. Geländeabsenkungen mit Beträgen von bis zu 17 m sowie Erdrisse und Poldergebiete durch das veränderte Fließgefälle von Oberflächengewässern waren die Folgen.

Im Steinkohlenrevier Lugau/Oelsnitz wurde während des gesamten aktiven Abbaus Wasserhaltung betrieben, wobei die zufließenden Wassermengen im Vergleich zu anderen Abbaugebieten gering waren. Ab 1968 wurde die endgültige Einstellung des Bergbaus veranlasst, nachdem in den vorherigen Jahren die Förderzahlen bereits zurückgegangen waren. Die Senkungserscheinungen klangen nach 1971 nur langsam ab. Im Folgenden kam es durch die Einstellung der Wasserhaltung und den Anstieg des Wasserspiegels im Grubengebäude zu anhaltenden leichten Hebungen der Tagesoberfläche, wie Reviernivellments ergaben [Löbel & Döhner 2010]. Die Flutung des Bergbaugebietes ist bis heute nicht abgeschlossen. Dies bedeutet, dass der Wasserpegel in den vormals von der Wasserhaltung betroffenen Einheiten, in denen nun ca. 47 Mio. m³ Resthohlraum zu vermuten sind, immer noch steigt [Felix et al 2010].

1.3 Nachbergbauliche Aktivitäten

Mit dem Ende des aktiven Bergbaus verschwanden nach und nach die Betriebsflächen an der Oberfläche oder sie wurden einer anderen Nutzung zugeführt, wie das Karl-Liebknecht-Schachtgebäude, welches heute das Bergbaumuseum beherbergt. Abraumhalden wurden rekultiviert und begrünt und Tageslöcher verfüllt und verschlossen. 1974 veröffentlichte Beyer die Bergschadenkundliche Analyse „Lugau-Oelsnitz“ [Beyer 1974] und legte damit den Grundstein für alle weiterführenden Untersuchungen in dem ehemaligen Bergbaurevier. Es wurden unter anderem der Zustand der Halden, die Tagesöffnungen und eventuelle Nacharbeiten bei deren Verfüllung dokumentiert. Zudem erfolgte eine Resthohlraumschätzung, die Aufstellung einer Prognose zum Flutungsverlauf, die auf Schätzungen auf Grundlage der Wasserhaltung während dem Bergbau beruhte und eine Auswertung der bis dato erfolgten Reviernivellements, welche Rückschluss auf den Verlauf der Geländedeformationen gaben. Die komplexen geologischen, tektonischen und hydraulischen Voraussetzungen im Revier, die seinerzeit die bergmännischen Arbeiten beeinträchtigten, haben bis heute Einfluss auf die Überwachung und Prognostizierung der Bergbaufolgeerscheinungen und stellen die beteiligten Institutionen vor große Herausforderungen.

2 Monitoring und Gegenmaßnahmen

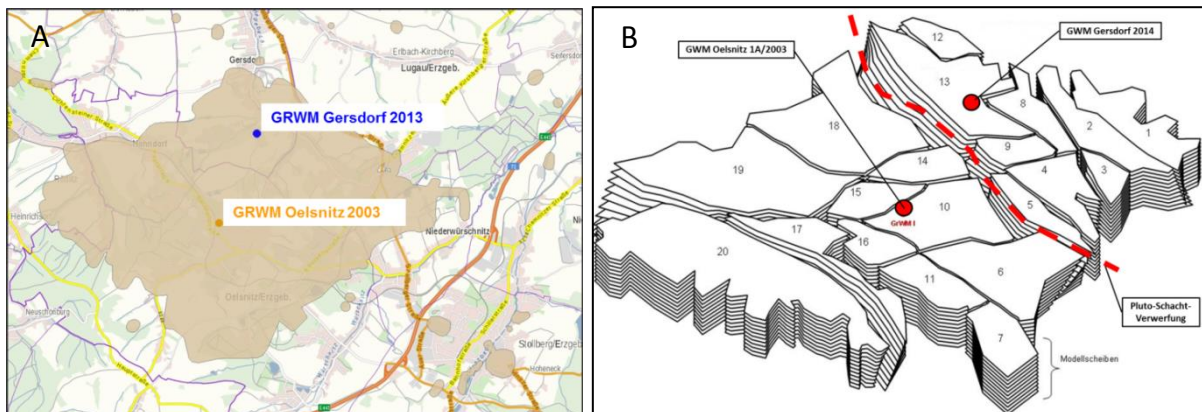
Im Rahmen der damaligen Verwahrung der Grubenbaue bis 1974 wurden keine Einrichtungen für ein Monitoring des Grubenwasserwiederanstieges vorgesehen. Der Flutungsverlauf konnte somit lange Zeit weder überwacht noch beeinflusst werden. Aktuelle Untersuchungen des LfULG haben demzufolge das Ziel, ein Monitoringkonzept zu erarbeiten, dessen Ergebnisse eine Grundlage für die Planung perspektivischer Maßnahmen der Gefahrenabwehr sein werden.

2.1 Bisherige Maßnahmen zur Überwachung und Behebung von Bergbaufolgen

Im Folgenden werden jene Maßnahmen näher beschrieben, die sich auf den Grubenflutungsprozess beziehen und die unter Mitwirkung des LfULG stattfanden. Derzeit existieren zwei tiefe Grundwassermessstellen im Revier, die bis in das Grubengebäude reichen. Die Grubenwassermessstelle (GrWM) Oelsnitz wurde 2003 bis 2004 im Zentrum des Oelsnitzer Teilreviers errichtet und besitzt eine Endteufe von -634 m (HN). Unter Einbezug der Ergebnisse aus der Bohrung Oelsnitz wurde 2007 ein umfassender Abschlussbericht [Felix et al. 2007] erstellt, der die komplexen Bergbaufolgen im Detail darlegt. Im Zuge der Untersuchungen entstand auch erstmalig ein Grubenwasseranstiegsmodell für das Bergbaurevier Lugau/Oelsnitz. Dieses basiert auf einem geologischen 3D-Modell, in dem das La-

gerstättenrevier in einzelne Abbaugelände unterteilt wurde [Görne et al. 2010]. Mittels Schätzung des Rohfördervolumens und Berechnung des Resthohlraumvolumens [Eckart & Unland 2005] konnten in diesem Modell mögliche Flutungsszenarien simuliert werden mit dem Ergebnis, dass das Grubenwasser vermutlich 2033 die Tagesoberfläche bei 320 m HN erreicht [Felix et al. 2007]. Dieses Modell ist bis heute die Grundlage, auf der Untersuchungen stattfinden und auf die sich anstehende Maßnahmen beziehen.

Ein weiterer relevanter Aspekt bei der Flutung ist die Geländedeformation durch den Bergbau. Datengrundlage hierfür waren Reviernivellements, die von 1900 bis 1972 abbaubegleitend durchgeführt worden sind. Da für den Zeitraum 1972 bis 1996 kein Nivellement vorliegt, finden aufgrund von festgestellten Hebungserscheinungen seit 1996 wieder Reviernivellements im Auftrag des Sächsischen Oberbergamtes (SOBA) statt. Eine umfassende Auswertung und Modellierung der Hebungs- und Senkungsbeträge wurde durch Löbel & Döhner [2010] verfasst. Die Reviernivellements waren auch wichtige Voraussetzung für die Berechnung des Resthohlraumvolumens für das Gubenwasseranstiegsmodell. 2013 kam eine weitere GrWM in Gersdorf dazu, welche im Bereich von Schacht II der ehemaligen Kaisergrube errichtet wurde. Abbildung 1A zeigt die Lage der beiden Bohrungen im Revier. Aus Abbildung 1B geht hervor, dass die beiden Bohrungen sich südwestlich, beziehungsweise nordöstlich der Plutoschachtverwerfung (rot markiert in Bild 1B) im Untersuchungsgebiet befinden. Es war also eingangs anzunehmen, dass die beiden Einzugsgebiete der GrWM nicht miteinander kommunizieren.



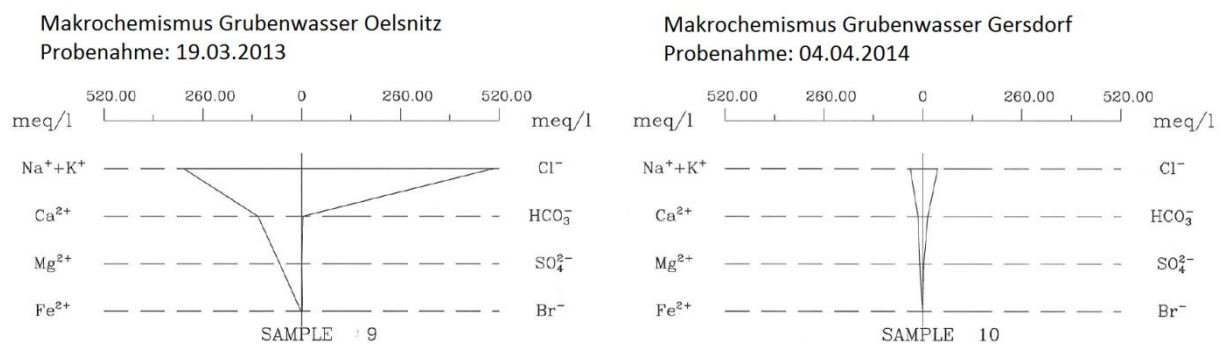
1 A) Lage der Grundwassermessstellen im Revier Lugau/Oelsnitz. B) Boxmodell mit Begrenzung der Abbaufelder durch tektonische Störungen [Felix et al. 2007]

2.2 Ergebnisse bisheriger Maßnahmen

Hydrogeochemische Untersuchungen [Abraham 2017] haben ergeben, dass die Wässer, welche an den beiden Grubenwassermessstellen gewonnen wurden, sich sowohl in Genese als auch chemischer Zusammensetzung stark unterscheiden. Das Grubenwasser der Oelsnitzer GrWM ist 10-mal höher mineralisiert als das Gersdorfer Grubenwasser und kann als Sole eingestuft werden (Abbildung 2). Daraus abgeleitet ist anzunehmen, dass Wässer mit sehr unterschiedlichem genetischem Charakter vorliegen und es vermutlich

zwischen den beiden erbohrten Grubenteilen keinen oder sehr geringen Austausch gibt. Das bedeutet, dass für die Grubenfelder entsprechend ihrer unterschiedlichen Speisungsbedingungen unterschiedliche Flutungsverläufe angenommen werden müssen. Dies wird untermauert durch die derzeit unterschiedlichen Wasserspiegelniveaus an beiden Messstellen. Diese aktuellen Fakten sprechen gegen die bisher vertretene Meinung [Kowarik et al. 2018], dass „keine differierenden GrW-Stände zwischen dem westlichen und östlichen Grubenfeld (...) existieren.“ [Felix et al. 2007, S. 92].

Eine Prüfung und gegebenenfalls Neuberechnung der bisherigen Flutungsprognosen wird folglich notwendig sein, um eine genauere Vorstellung vom hydraulischen Regime zwischen den Grubenfeldern zu bekommen. Auch bräuchte es für eine genauere Modellierung detailliertere Informationen zum Grubengebäude und den dort vorhandenen Wasserwegsamkeiten. In den folgenden Kapiteln werden deshalb aktuelle Bestrebungen des LfULG und seiner Partnerinstitutionen vorgestellt, mit denen der Kenntnisstand im Revier Lugau/Oelsnitz erweitert und so die Entscheidungsfähigkeit in Bezug auf den weiteren Flutungsverlauf verbessert werden soll.



2 Auswertungen der chemischen Analysen zu Hauptanionen und -kationen aus den Wässern der GrWM von Oelsnitz und Gersdorf im Vergleich [Abraham 2017, modifiziert]

2.3 Aktuelle Untersuchungen

Ziel aktueller Untersuchungen ist es, die Datengrundlage für eine verifizierte Flutungsprognose zu verbessern. Dazu gehören bessere Kenntnisse über:

- den geologischen Bau und das Grubengebäude vor, beziehungsweise während dem aktiven Bergbau und daraus abgeleitete Annahmen zum Jetzt-Zustand
- geomechanische Parameter, insbesondere der Auflockerungszone über dem Abbaubereich
- Verlauf und Beschaffenheit von tektonischen Trennflächen, sowie ihre hydraulische Wirksamkeit oder Sperrfunktion

- über den Flutungsverlauf in anderen Teilgebieten des Reviers, d.h. ein Messstellennetz über das gesamte Revier. Hierfür sind genaue Kenntnisse in den zuvor genannten Bereichen notwendig, um Messstellen taktisch sinnvoll platzieren zu können.

Um diesen Zielen näher zu kommen, werden aktuell folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Untersuchungen der Grundwasserqualität und Isotopenuntersuchungen zur Ermittlung des Einzugsgebietes für das zuströmende Wasser an den beiden vorhandenen GrWM
- Geophysik-Messungen zu tektonischen und stratigrafischen Trennflächenverläufen (im Auftrag der Stadt Oelsnitz/Erzgebirge im Rahmen des EU-Projektes Vita-Min)
- Umfassende Datenerhebung für ein aktualisiertes geologisches 3D-Strukturmodell als Grundlage für numerische Berechnungen zu Senkungs- und Hebungerscheinungen im Revier, sowie eine Prüfung bisheriger Grubenwasseranstiegsszenarien

3 Das strukturgeologisch-montanhydrogeologische 3D-Modell

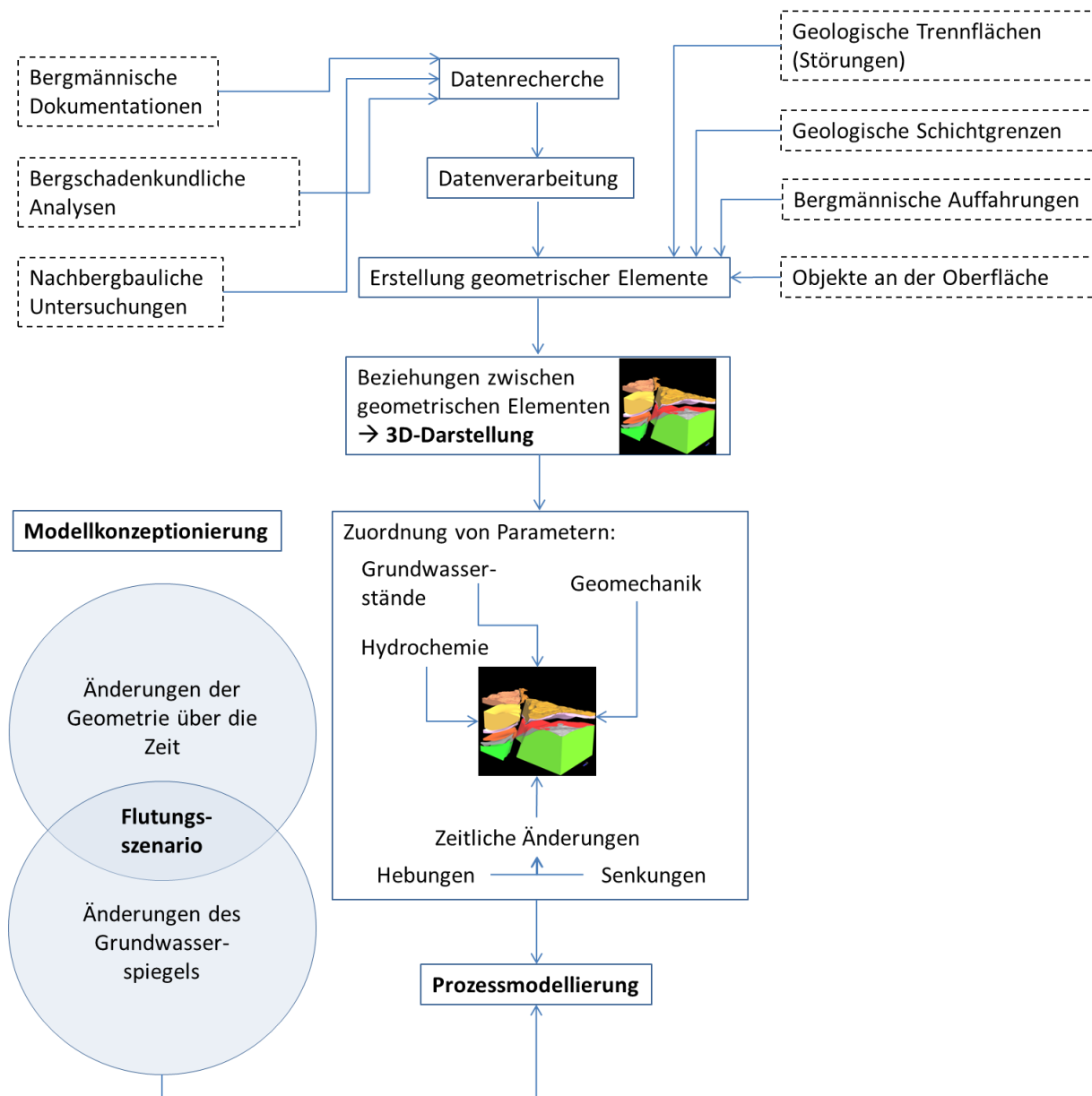
3.1 Datengrundlage

Im Zuge des EU-Projektes GeoMAP (2019 bis 2020) soll das bereits bestehende 3D-Modell des bergbaubeeinflussten Bereiches der Region aktualisiert und präzisiert werden. Dabei sollen auch neue Daten mit einfließen, wie z.B. geophysikalische Messwerte. Zudem wird eine umfangreiche Recherche in den sächsischen Archivbeständen zur Vervollständigung der Datenlage erfolgen (z.B. alte bergmännische Grubenrisse). Die Prozessskizze in Abbildung 3 fasst die für die Recherche relevanten Daten zusammen.

3.2 Aufbau

Das strukturgeologisch-montanhydrogeologische Modell ist die geometrische Grundlage für geomechanische und hydrogeologische Berechnungen, in die alle weiteren Daten eingepflegt werden können um neue Informationen zu gewinnen. Allerdings erfordert der komplizierte strukturgeologische Aufbau des Untersuchungsgebietes eine hohe Datendichte, die zumindest zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht gegeben ist. Es hat sich gezeigt, dass das derzeitige 3D-Modell die Anforderungen für eine Flutungsprognose nur bedingt erfüllt, insbesondere, da die genauen Wegsamkeiten und Volumina der bergmännischen Auffahrungen nicht erfasst werden konnten. Ziel ist es deshalb, neben der Integration neu gewonnener geologischer und hydrogeologischer Daten auch auf die umfangreichen Archivbestände aus der Zeit des aktiven Bergbaus erneut zurückzugreifen, weitere wesentliche bergmännische Unterlagen zu digitalisieren und zu georeferenzieren, um das derzeitige Modell zu ergänzen und zu qualifizieren. Zeitgleich laufen im Rahmen von GeoMAP am

Institut für Geotechnik der TU Bergakademie Freiberg Arbeiten zur Modellkonzeptionierung für eine numerische Berechnung der Hebungen und Senkungen im Revier Lugau/Oelsnitz. Ziel der Datenrecherche und Modellkonzeptionierung in GeoMAP ist es, eine Modellierungsgrundlage für den Grubenwasseranstieg in Lugau/Oelsnitz zu schaffen. Für eine gezielte Bewältigung dieser Aufgabe ist auch der Austausch mit Fachleuten aus anderen Bergbaurevieren erforderlich.



3 Workflow der geologischen, hydrogeologischen und geomechanischen Modellierung, Visualisierung und Prognose für das Revier Lugau/Oelsnitz

4 Ausblick

Die fortschreitend vertiefende Arbeit im Untersuchungsgebiet Lugau/Oelsnitz und der Fachaustausch mit anderen Bergbauregionen sind Voraussetzungen dafür, dass Bergbau-

folgen besser kalkuliert und behandelt werden können. Dies gilt besonders unter dem Aspekt der zukünftigen Gefahrenabwehr und einer nachhaltigen Nutzung von Bergbaufolgelandschaften. Eine belastbare Flutungsprognose ist für die Region unerlässlich, um auf der Grundlage einer Gefahrenabwehrstrategie Bergbaufolgen, wie Austritte von aufsteigendem, möglicherweise mit Grubenwasser vermischem Grundwasser oder die Bildung von Poldergebieten nachhaltig zu verhindern.

Literaturverzeichnis

- [Abraham 2017] – Abraham, T. (2017): Hydrochemische und isotonhydrogeologische Besonderheiten der Flutungswässer ehemaliger Steinkohlengruben in Oelsnitz/Erzgeb. und Gersdorf. Präsentation vom 06.04.2017; Dresden.
- [Beyer 1974] Beyer, C. u. a. (1974): Bergschadenskundliche Analyse „Lugau-Oelsnitz“.
- Unveröff., VEB Baugrund Berlin, Produktionsbereich Zwickau & VEB Steinkohlenwerk Oelsnitz, Zwickau, Archiv Oberbergamt; Freiberg.
- [Eckart & Unland 2005] Eckart, M. & Unland, W. (2005): Aufbau eines Grubenwasserwiederanstiegsmodells für das Steinkohlenrevier Lugau/Oelsnitz, Teil II. - Unveröff. Bericht, DMT GmbH, Essen.
- [Felix et al. 2007] Felix, M., Berger, H.-J.; Schubert, H.; Görne, S. u. a. (2007): Bergbaufolgen im ehemaligen Steinkohlerevier Lugau/Oelsnitz unter besonderer Berücksichtigung des Grubenwasseranstiegs. - Unveröff., Sächs. Landesamt für Umwelt und Geologie; Freiberg.
- [Felix & Berger 2010] Felix, M., Berger, H.-J. (2010): Steinkohlebergbau und Bergbaufolgen im Steinkohlerevier Lugau/Oelsnitz. – Beitrag in Geoprofil Bd. 13, Sächs. Landesamt für Umwelt und Geologie; Freiberg.
- [Fischer 1991] Fischer, F. (1991): Das Rotliegende des ostthüringisch-westsächsischen Raumes (Vorerzgebirgs-Senke, Nordwestsächsischer Vulkanitkomplex, Geraer Becken). - Dissertation Bergakademie Freiberg.
- [Görne et al. 2010] (Görne, S.; Felix, M.; Berger, H.-J.) Dreidimensionale Modellierung von Geologie und Bergbau als Grundlage für die Bewältigung der Bergbaufolgen im Lugau/Oelsnitzer Revier.– Beitrag in Geoprofil Bd. 13, Sächs. Landesamt für Umwelt und Geologie; Freiberg.
- [Kowarik et al. 2018] Kowarik, J.; Eckart, M.; Rüterkamp, P. u. a. (2018): Erarbeitung inhaltlicher Aspekte für ein Rahmenkonzept zu „Bergbaunachfolgen des ehemaligen Steinkohlereviere Lugau-Oelsnitz/ Erzgeb.“. - Unveröff. Bericht, DMT GmbH, Leipzig.
- [Löbel & Döhner 2010] Löbel, K.-H.; Döhner, S.: Bergbaubedingte Senkungen und Hebungen in Oelsnitz/E. – Beitrag in Geoprofil Bd. 13, Sächs. Landesamt für Umwelt und Geologie; Freiberg.