

Das Grubenwasseranstiegsmodell im Steinkohlerevier Lugau/Oelsnitz

(FELIX, M.¹, ECKART, M.², GÖRNE, S.¹)

Für das Steinkohlenbergbaurevier Lugau/Oelsnitz wurden vor Flutungsbeginn keine technischen Voraussetzungen für ein Monitoring der Flutung und für ein ggf. aktives Eingreifen in den Flutungsverlauf geschaffen. Es lagen damit nach ca. 35 Jahren Flutung für das Revier keinerlei Informationen zum Flutungsstand vor.

Zur Prognose der zu erwartenden hydraulischen Verhältnisse in der Endphase der Flutung bestand deshalb die dringende Notwendigkeit, ein 3-dimensionales Grubenwasseranstiegsmodell auf der Grundlage des 3-dimensionalen geologischen und Abbau-Modells (GÖRNE u. a. dieses Heft) unter Berücksichtigung der Ergebnisse der im Zeitraum 2004 bis 2006 abgeteuften Bohrung sowie der 2006 eingerichteten ersten Grubenwassermessstelle GrWM I im Steinkohlerevier (FELIX u. a. dieses Heft) aufzubauen.

Basis für das Grubenwasseranstiegsmodell war neben dem geologischen 3D-Modell die Berechnung des Resthohlraumvolumens der Gruben nach der Senkung der Tagesoberfläche (LÖBEL & DÖHNER dieses Heft).

Darauf aufbauend erfolgte die Berechnung der Resthöhlräume durch ECKART & UNLAND (2005).

Bei den Modellberechnungen wurde von einem Rohfördervolumen von insgesamt 150 Mio. m³ ausgegangen.

Nach Berücksichtigung der Senkungsbeträge, der Versatzanteile und des noch offenen Streckenanteils im Phyllit ergaben sich die in Abb. 1 dargestellten Volumenanteile.

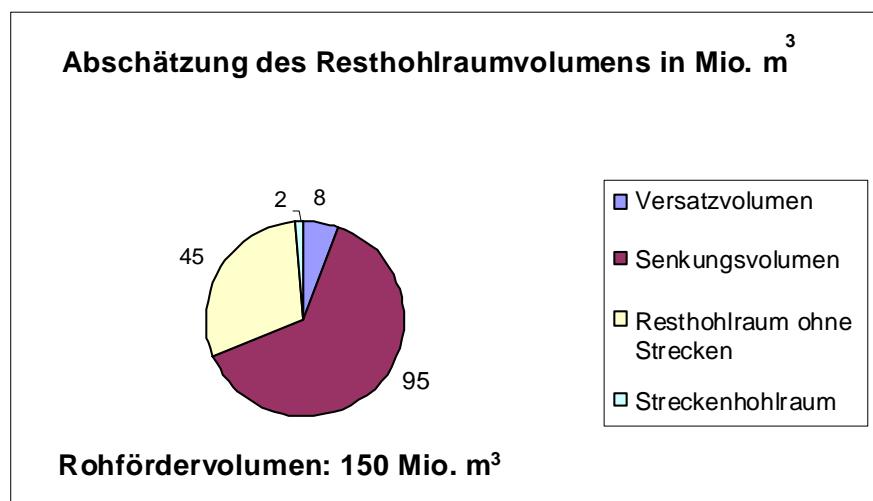


Abb. 1:
Anteile von Versatzvolumen, Senkungsvolumen, Streckenhöhlräumen und Resthohlraum am Rohfördervolumen im Lugau/Oelsnitzer Revier (in Anlehnung an ECKART & UNLAND 2005)

Das verbliebene Resthohlraumvolumen beträgt unter Berücksichtigung der offenen Strecken im Grundgebirge somit etwa 47 Mio. m³ bzw. knapp 32 % vom Rohfördervolumen.

Aufbauend auf dem digitalen Strukturmodell wurde das Lagerstättenrevier in einzelne Lagerstättenteile (Boxen) gegliedert (s. GÖRNE u. a. dieses Heft). In dieses Boxenmodell (ECKART & UNLAND 2005) wurden die flutbaren Resthöhlräume teufenbezogen integriert (Abb. 2).

Dem Flutungshohlraum sitzen Oberflächenwässer direkt aus dem Ausstrichbereich des Karbon bzw. des unteren Teiles der Härtendorf-Formation im Ostteil des Lagerstättenreviers (Bereich Bergbaumuseum) und über die überwiegend hydraulisch durchlässigen Schächte sowie die sogenannten Tiefenzuflüsse (tektonische Tiefenstörungen) zu.

Während die Oberflächenzuflüsse bis ins hohe Flutungsniveau relativ lange konstant bleiben, sind die lateralen Tiefenzuflüsse direkt abhängig vom Flutungswasserstand und werden mit zunehmendem Anstiegsniveau immer mehr abgedrosselt (Gleichgewichtszustand).

¹ Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

² DMT GmbH & Co. KG Essen

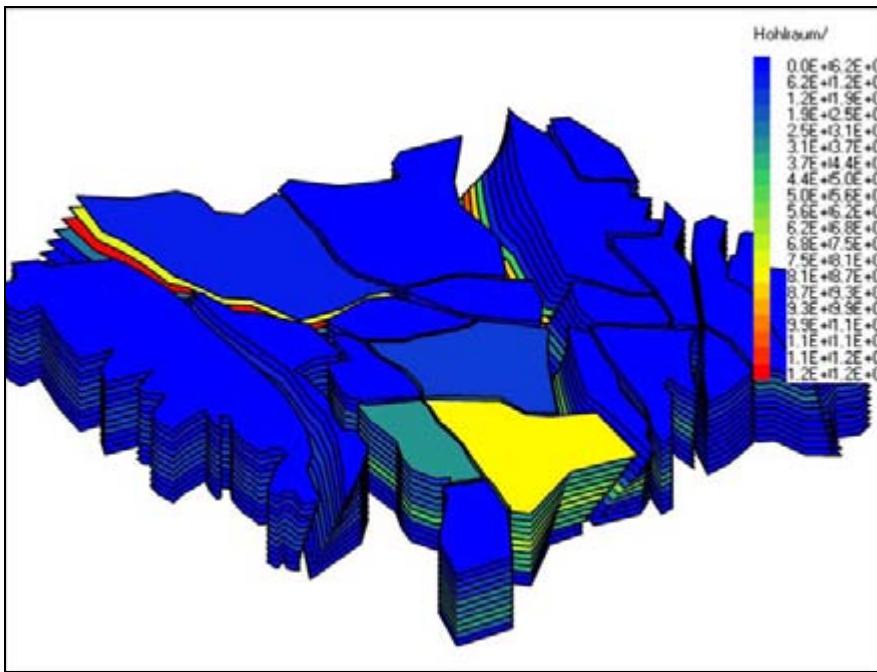


Abb. 2:
Boxen-Modell für das Bergbaurevier
Lugau/Oelsnitz mit Darstellung der
modellierten Hohlräume
(nach ECKART & UNLAND 2005)

Die Grubenwasseranstiegsprognose geht von folgenden Annahmen bzw. Randbedingungen aus:

- Die Gesteinsformationen des Rotliegend sind in vertikaler Richtung zum Karbon nahezu hydraulisch dicht.
- Die tektonischen Störungen sind im Oberflächenbereich bis zu einer Teufe von 50 m hydraulisch durchlässig, ansonsten hydraulisch dicht.
- Die Erdrisse werden - analog zu den tektonischen Störungen - bis zu einer Teufe von 50 m als hydraulisch durchlässig angesehen.
- Die Schachtverfüllungen sind überwiegend hydraulisch durchlässig.
- Die Grundwasserneubildung im erweiterten Ausstrichbereich des Karbons beträgt ca. 30 m³/h.
- Der Grubenwassertiefenzulauf beträgt 53,6 m³/h (angenommen wurden vereinfacht drei Zulaufpunkte im Niveau -600 m, -500 m und -300 m HN und eine lineare Abdrosselung gegen 400 m HN von 17,9 m³/h).

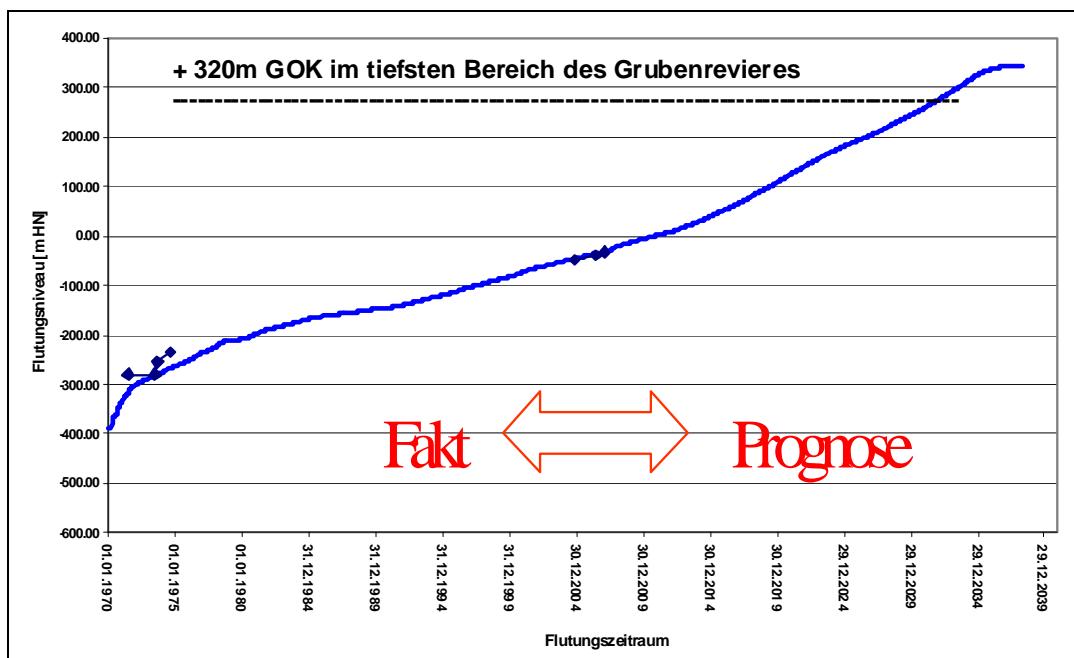
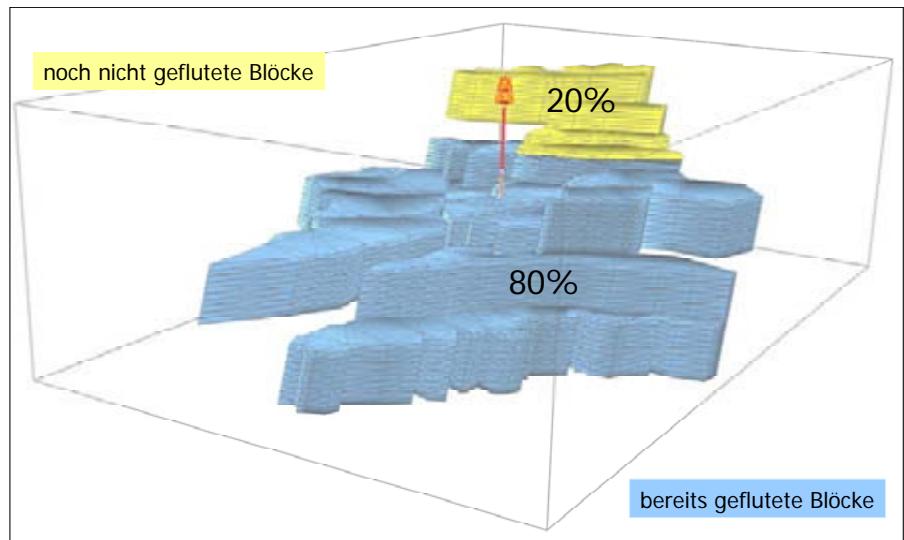


Abb. 3: Modellierte Flutungswasserspiegelentwicklung im Modellierungsblock 10 mit Messwerten zu Beginn der Flutung und nach Abteufen der Bohrung und Einrichtung der GrWM I (nach Eckart & Unland 2005)

Entsprechend dem vorliegenden Modell kann davon ausgegangen werden, dass das Anstiegsniveau die Tagesoberfläche im tiefsten Bereich des Grubenreviers in der Ortslage Gersdorf (ca. +320 m NN) etwa im Jahr 2033 erreichen wird (Abb. 3). Dies entspricht einem prognostizierten durchschnittlichen Grubenwasseranstieg von ca. einem Höhenmeter pro Monat.

Bisher ist ein Resthohlraumvolumenanteil von ca. 80 % geflutet (Abb. 4).

Abb. 4:
Verhältnis der gefluteten und nicht gefluteten Anteile des Grubenreviers in Boxenmodelldarstellung
(SW-Ansicht, erstellt mit Paradigm™ GOCAD®)



Der bisherige Flutungsverlauf für den Modellblock 10 stimmt gut mit dem Modellverlauf überein. Dies spricht einerseits für die Richtigkeit der Modellrandbedingungen insbesondere bezüglich der Abschätzung des Resthohlraumvolumens und andererseits dafür, dass die hydraulische Kommunikation gegenwärtig im gesamten Grubengebäude ausreichend ist, um in den verschiedenen Teilrevieren den hydraulischen Niveaustausch zu schaffen.

Letzteres war ausgehend von den Pumpversuchsergebnissen im Bohrloch (FELIX u. a. dieses Heft) im Vorhinein nicht so zu erwarten und muss auch nicht bis zum Flutungsende zwingend so erhalten bleiben.

Deshalb wurden für den Prognosebereich verschiedene Grubenwasseranstiegsszenarien, die unter Berücksichtigung der theoretisch möglichen Randbedingungen der Anstiegsprognose denkbar sind, abgeleitet. Die Eckpunkte für die Ableitung der Szenarien sind in Abb. 5 schematisch dargestellt.

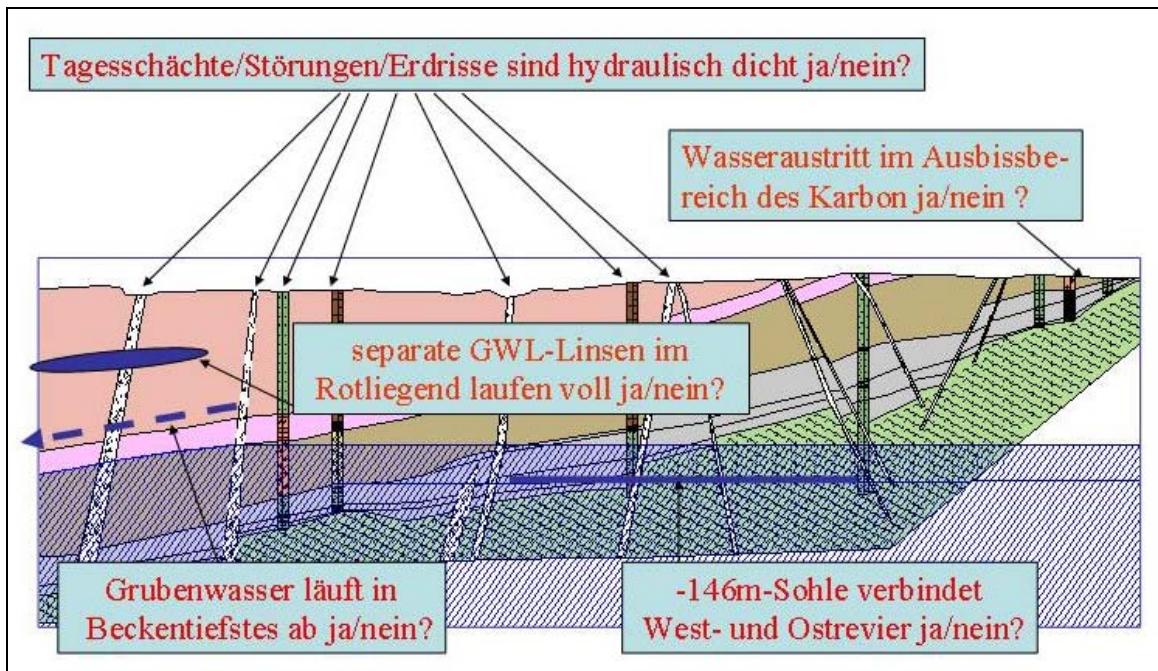


Abb. 5: Eckpunkte für die Ableitung der Grubenwasseranstiegsszenarien im Grubenrevier

Grubenwasseranstiegsszenario 1

Dieses Szenario geht davon aus, dass die Tagesschächte und tektonischen Störungen/Erdrisse dicht sind, kein untertägiger Abfluss ins Rotliegend-Beckentiefste erfolgt, eine ungestörte hydraulische Verbindung zwischen dem westlichen und östlichen Revierteilen über die -146 m-Sohle existiert und die Wasseraustritte erst an der Tagesoberfläche im Ausbissbereich des Karbons auf einem Höheniveau von ca. 400 m NN auftreten.

Die zu erwartende Grubenwasseranstiegskurve entspricht in diesem Szenario der Modellanstiegskurve bis zur Höhe des oberflächigen Überlaufs (Abb. 6).

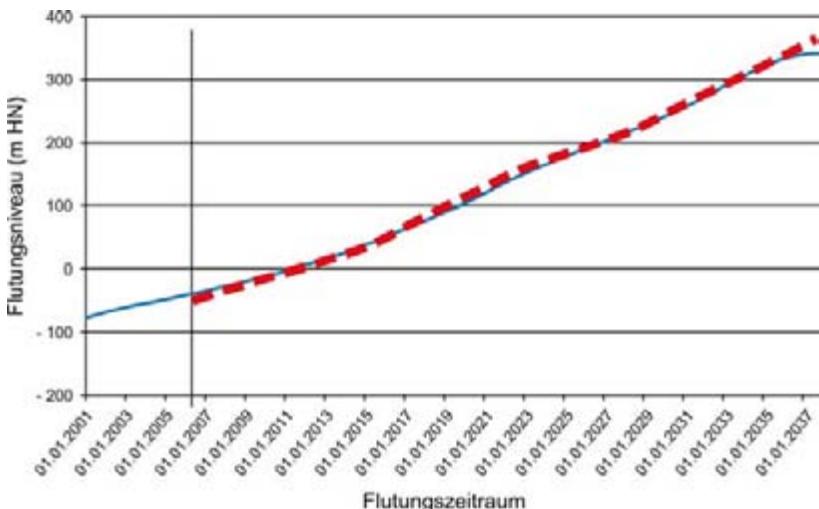


Abb. 6:

Grubenwasseranstiegskurve nach Szenario 1

- Anstiegskurve (rot) entspricht Modellanstiegskurve (blau) in Modellierungsblock 10

Grubenwasseranstiegsszenario 2

Szenario 2 geht ebenfalls davon aus, dass kein untertägiger Abfluss ins Rotliegend-Becken erfolgt und eine ungestörte hydraulische Verbindung zwischen westlichen und östlichen Revierteilen über die -146 m-Sohle existiert. Die Schächte und tektonischen Störungen werden als undicht angesehen, so dass die Wasseraustritte an der Tagesoberfläche über die Tagesschächte/Störungen/Erdrisse erfolgen.

Die zu erwartende Grubenwasseranstiegskurve entspricht der Modellanstiegskurve bis zur Höhe des oberflächigen Überlaufs bei ca. 320 m NN (Abb. 7).

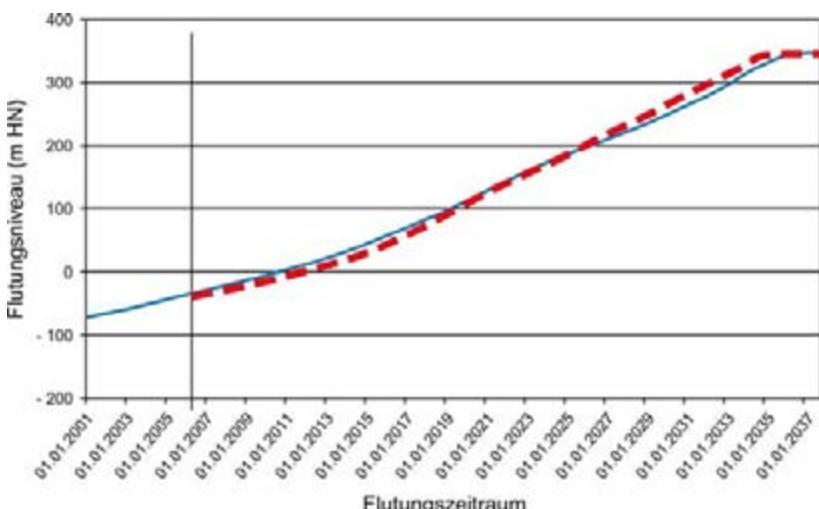


Abb. 7:

Grubenwasseranstiegskurve nach Szenario

- 2 - Anstiegskurve (rot) entspricht Modellanstiegskurve (blau) in Modellierungsblock 10 bis zum Höheniveau +320 m NN

Grubenwasseranstiegsszenario 3

Szenario 3 geht wiederum davon aus, dass kein untertägiger Abfluss ins Rotliegend-Becken erfolgt. Es wird angenommen, dass eine ungestörte hydraulische Verbindung zwischen westlichen und östlichen Revierteilen über die -146 m-Sohle existiert und die Schächte und tektonischen Störungen undicht sind. Es erfolgt aber ein verzögterer Wasseraustritt an der Tagesoberfläche, welcher durch untertägiges Auffüllen lokaler „Grundwasserlinsen“ sandig-konglomeratischer Fazies im Rotliegend-Komplex verursacht wird.

Die zu erwartende Grubenwasseranstiegskurve entfernt sich mit jedem Auffüllprozess einer solchen „Linse“ von der Modellanstiegskurve, so dass ein stufenartiges Bild entsteht (Abb. 8).

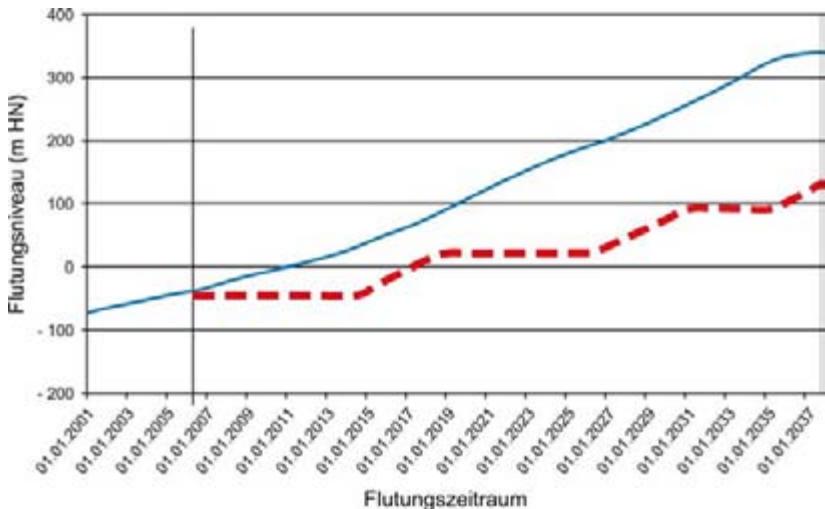


Abb. 8:
Grubenwasseranstiegskurve nach Szenario 3 - Anstiegskurve (rot) entfernt sich mit jedem Auffüllprozess von der Modellanstiegskurve (blau) in Modellierungsblock 10

Grubenwasseranstiegsszenario 4

In diesem Szenario werden die Schäfte und tektonischen Störungen als undicht angesehen und eine ungestörte hydraulische Verbindung zwischen westlichen und östlichen Revierteilen über die -146 m-Sohle angenommen. Es erfolgt aber kein Wasser austritt an der Tagesoberfläche. Verhindert wird dieser durch ein untertägiges Ablaufen des GrW in Richtung Rotliegend Beckentiefstes außerhalb des Untersuchungsgebietes (NW-Richtung).

Die zu erwartende Grubenwasseranstiegskurve entspricht in diesem Fall der Modellanstiegskurve bis zu Beginn des untertägigen Abflusses. Danach bleibt der Wasserstand auf Abflussniveau (Abb. 9).

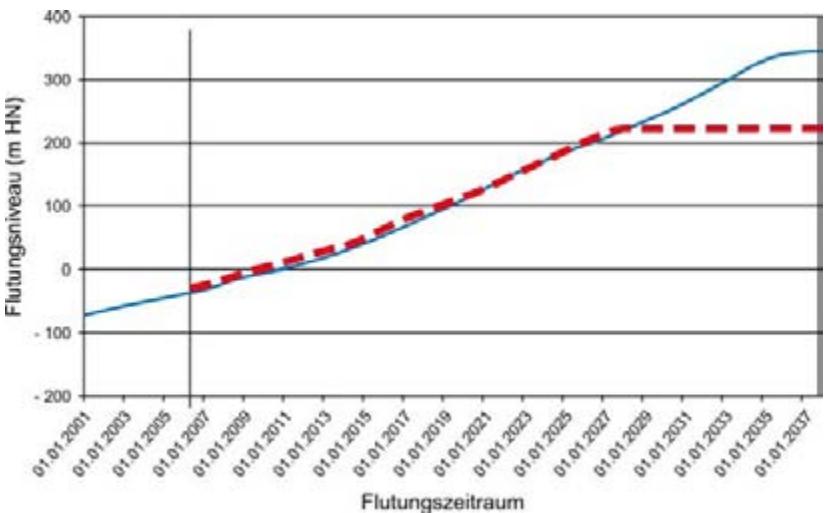


Abb. 9:
Grubenwasseranstiegskurve nach Szenario 4 - Anstiegskurve (rot) entspricht Modellanstiegskurve (blau) in Modellierungsblock 10 bis zu Beginn des untertägigen Abflusses, danach bleibt der Wasserstand auf Abflussniveau

Grubenwasseranstiegsszenario 5

In Szenario 5 werden die Schäfte und tektonischen Störungen als undicht angesehen. Die hydraulische Verbindung zwischen westlichen und östlichen Revierteilen über die -146 m-Sohle wird als gestört angenommen. Dies hätte zur Folge, dass im östlichen Revierteil mit der dominierenden GW-Neubildung im erweiterten Ausstrichbereich des Karbons und dem geringeren Rest hohlraumvolumen das Grubenwasser-Flutungsniveau schneller ansteigen würde als im westlichen Revierteil.

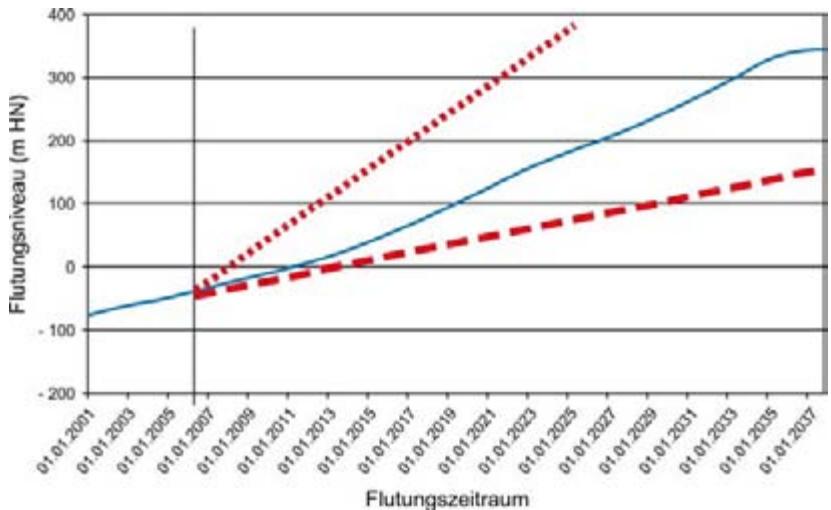


Abb. 10:
Grubenwasseranstiegskurve nach Szenario 5 - Anstiegskurven für den westlichen Revierteil (rot gestrichelt) und den östlichen Revierteil (rot gepunktet) entfernen sich von der Modellanstiegskurve (blau)

Die zu erwartenden Grubenwasseranstiegskurven steigen in diesem Fall für den westlichen Revierteil langsamer als für den östlichen Revierteil. Der obertägige Grubenwasser-Austritt könnte im östlichen Revierteil somit wesentlich eher erreicht werden (Abb. 10).

Ausgehend von den aktuellen Grubenwasserstandsmessungen in der GrWM I (Abb. 12 in FELIX u. a. dieses Heft) ist anzunehmen, dass gegenwärtig Szenario 1 oder 2 abläuft.

Auf der Basis der Erfahrungen beim Abteufen der Tagesschächte und den dokumentierten Wassereinbrüchen während des aktiven Bergbaus ist mit steigendem Flutungsstand ein Übergang in Szenario 3, d. h. „Pausen im Grubenwasseranstieg“, nicht auszuschließen.

Szenario 4 wird nach bisherigem Kenntnisstand als wenig wahrscheinlich angesehen, da bisher keine Hinweise über entsprechend weiträumige hydraulische Durchlässigkeit im Rotliegend vorliegen. Es wäre aber prinzipiell denkbar, wenn man davon ausgeht, dass das Niveau eines möglichen untertägigen Abflusses bisher nur noch nicht erreicht wurde.

Szenario 5 kann ausgehend von der in der GrWM I festgestellten geringen hydraulischen Durchlässigkeit im „Alten Mann“ des Grundflözes nicht ausgeschlossen werden. Gegenwärtig deutet sich dies allerdings noch nicht an, da die GW-Standmessungen ziemlich genau auf der Modellanstiegskurve liegen und das Modell ausreichende hydraulische Wegsamkeiten annimmt.

Um zu prüfen, ob ggf. der Übergang zu einem anderen Szenario erfolgt ist, erfolgt eine kontinuierliche Auswertung der Monitoringdaten (FELIX u. a. dieses Heft) und deren Abgleich mit den Modelldaten.

Potenzielle bergbaufolgebedingte Gefahren ergeben sich einerseits aus einer möglichen Beeinflussung des Grundwassers durch das Grubenwasser und andererseits durch eventuelle Oberflächenvernässungen und eine Beeinträchtigung der Wasserqualität des Oelsnitzer Hegebaches.

Außerdem sind insbesondere im Bereich der bekannten senkungsbedingten Erdrisse gegenläufige Bewegungen, die in Verbindung mit den grubenwasseranstiegsbedingten Hebungen stehen, denkbar. Allerdings sind bei der sehr geringen Grubenwasser-Anstiegsrate und dem relativ hohen Anteil plastischer Gesteine im Rotliegend-Komplex Gebirgsschläge wenig wahrscheinlich.

Die Szenarien einer präventiven Gefahrenabwehr sind abhängig davon, ob die o. g. Grubenwasser-Anstiegsszenarien „in reiner Form“ bzw. in Kombination eintreten werden.

Literaturverzeichnis

- ECKART, M. & UNLAND, W. (2005): Aufbau eines Grubenwasserwiederanstiegsmodells für das Steinkohlenrevier Lugau/Oelsnitz, Teil II. - Unveröff. Bericht, DMT GmbH, Essen.