

# **Kurzstellungnahme zur Unterlage**

## **Gebirgsmechanische Gefährdungsanalyse der Abbaue 3 und 4 auf der 490-m-Sohle und des Abbaus 2 auf der 511-m-Sohle**

**Institut für Gebirgsmechanik GmbH, Leipzig**

**Stand: 13.06.2012**

## **Arbeitsgruppe Optionen – Rückholung (AGO)**

**Projektträger Karlsruhe – Wassertechnologie und Entsorgung (PTKA-WTE)**

**Bühler, M.; Pitterich, H.; Stumpf, S.**

**Sachverständige der Begleitgruppe Asse-II des Landkreises Wolfenbüttel**

**Bertram, R.**

**Kreusch, J.**

**Krupp, R.**

**Neumann, W.**

**Hoffmann, F.**

Abgestimmte Endfassung vom 13.09.2012

## **0 Veranlassung und Vorgehensweise**

### **0.1 Veranlassung**

Am 23.07.2012 wurde die Unterlage IFG (2012) den Mitgliedern der AGO per E-Mail zur Kenntnis gegeben. Im Vorfeld der AGO-Sitzung 08/2012 am 21.08.2012 verständigte sich die AGO auf Anregung durch PTKA-WTE darauf, zu dem Papier eine Kurzstellungnahme zu erarbeiten.

### **0.2 Vorgehensweise**

Die Kurzstellungnahme beschränkt sich auf drei inhaltliche Kapitel zur „Sachverhaltsdarstellung – Kurze Inhaltswiedergabe“, „Bewertung der Unterlage durch die AGO“ und zu „Hinweisen der AGO auf mögliche Konsequenzen“.

Ein erster Entwurf der Stellungnahme wurde auf der Sitzung 08/2012 der AGO erarbeitet und diskutiert. Die Endfassung der Stellungnahme wurde anschließend im Umlaufverfahren per E-Mail beschlossen.

### **0.3 Von der AGO berücksichtigte Unterlagen und Informationen**

Die vorliegende Kurzstellungnahme der AGO bezieht sich auf die Unterlage IFG (2012) mit dem Titel „Gebirgsmechanische Gefährdungsanalyse der Abbaue 3 und 4 auf der 490-m-Sohle und des Abbaus 2 auf der 511-m-Sohle“ des Instituts für Gebirgsmechanik GmbH (IfG), Leipzig, mit Stand vom 13.06.2012. Bei der Erarbeitung der Stellungnahme fanden die Ergebnisse der Diskussion der AGO-Sitzung 08/2012 Berücksichtigung.

## **1 Sachverhaltsdarstellung – Kurze Inhaltswiedergabe**

Die Beauftragung des IfG durch das BfS mit einer gebirgsmechanischen Gefährdungsanalyse der Abbaue 3 und 4 auf der 490-m-Sohle und des Abbaus 2 auf der 511-m-Sohle erfolgte zur Beantwortung folgender Fragestellungen:

- Aus welchen In-situ-Befunden oder gebirgsmechanischen Untersuchungsergebnissen leiten sich die Empfehlungen ab?
- Wie akut ist der drohende Verlust der Gebrauchstauglichkeit?
- Welcher zeitliche Fortschritt ist bei der Schädigungsentwicklung zu erwarten?
- Welche Messsysteme sind für ein Monitoring geeignet?

Zur Beantwortung der Fragestellungen werden in IFG (2012) zunächst die gebirgsmechanischen Zustandsbeschreibungen der Südflanke in IFG (2006) und IFG (2007) hinsichtlich der Tragfähigkeit der Pfeiler und Schweben auf den oberen Sohlen spezifiziert, danach auf der Basis der Belege der Standortüberwachung die gebirgsmechanische Beanspruchungssituation auf den oberen Sohlen analysiert und schließlich eine Bewertung der zeitlichen Schädigungsentwicklung in den oberen Schweben und Firsten vorgenommen. Abschließend werden Empfehlungen für die Erfassung der Schädigungsentwicklung in den Abbauen 3 (Lau- genstapelbecken) und 4 (Notfalllager und Freimessbereich des Strahlenschutzes) auf der 490-m-Sohle sowie Abbau 2 (Bohrwerkstatt) auf der 511-m-Sohle gegeben, die gemeinsam mit dem BfS als besonders überwachungsbedürftig identifiziert wurden.

Nachfolgend werden die wesentlichen Aspekte der vier inhaltlichen Kapitel des Berichts IFG (2012) wiedergegeben.

### **Kenntnisstand zum Belastungszustand in den Pfeilern und Firsten der Südflanke unter gesonderter Berücksichtigung der oberen Sohlen**

Die Modellrechnungen aus IFG (2006) und IFG (2007) zeigen, dass insbesondere im Verschiebungsmaximum die Tragelemente die Grenzbelastbarkeit erreicht haben und einer Entfestigung und Auflockerung unterliegen.

Fotografische Befunde aus der Abbaureihe 7 belegen, dass zumindest die Schweben zwischen der 490-m- und 511-m-Sohle bis in den inneren Kern von Rissen durchzogen sein können.

Die mikroseismische Aktivität deutet auf Schädigungsprozesse hin, die durch die Überzugswirkungen aus dem Baufeld begründet sind.

### **Analyse der gebirgsmechanischen Beanspruchungssituation auf den oberen Sohlen**

Aus den Bohrlochkamerabefahrungen und Minimalspannungsmessungen lässt sich für den sondierten Abbaufreibereich ein gebirgsmechanisch unauffälliger Befund ableiten.

Mit den Konvergenz- und Rissöffnungsmessungen im Abbau 3/490 (Speicherbecken) bestätigt sich die gebirgsmechanische Wechselwirkung zwischen den infolge von Entfestigung und Bruchprozessen nachgebenden Tragelementen und dem an Großstörungen bzw. Scherbändern „nachschiebenden“ südlichen Deckgebirge, welches wiederum auf die Hohlraumkonvergenzen einwirkt. Im Unterschied zu den versetzten Abbauen im Zentralteil der Südflanke, wo sich allmählich ein stützender Versatzdruck aufbaut, ist in den noch offenen und genutzten Abbauen grundsätzlich ein bergbausicherheitliches Problem zu sehen.

Aus den Erkenntnissen der Fühlhakenkontrollen in den Abbauen 3 und 4 auf der 490-m-Sohle ist die Schlussfolgerung zu ziehen, dass die Firstkontrollbohrungen in den Abbauen der 490-m-Sohle bei den gegebenen Firstflächen grundsätzlich zu kurz sind, um die Ausbildung von gebirgsmechanisch verursachten Löserflächen bis zum Gewölbescheitel detektieren zu können. Dabei ist zu beachten, dass mit dieser Methode der Firstüberwachung erst dann Befunde vorliegen, wenn sich bereits deutliche Ablösungen gebildet haben.

## **Bewertung der zeitlichen Schädigungsentwicklung in den Schweben und Firsten der oberen Abbaue**

Die Auswertung der Entwicklung der mikroseismischen Aktivität im oberen Bereich des Grubengebäudes (Firstbereiche der Abbaue 3 und 4 auf der 490-m-Sohle), zeigt insbesondere in der letzten Auswertungsetappe eine deutliche Zunahme der Ereignisse auf.

Zur zeitlichen Entwicklung der Schädigungen und Bruchprozesse in den Schweben und Firsten liegen erste Rechenergebnisse eines 3D-Modells vor, welches in der streichenden Richtung das halbe Grubengebäude der SchachanlageASSE II inklusive des Deckgebirges erfasst. Das Modell wird gegenwärtig noch weiter entwickelt und hinsichtlich seiner Sensitivität geprüft, deshalb existiert noch keine Modellbeschreibung in Form eines Berichtes. Die Berechnungsergebnisse geben die Entwicklung der Schwebenbrüche, die Entwicklungsrichtung der Brüche und die Zeitstände generalisierend korrekt wieder.

Die analytische Abschätzung der erforderlichen Firstwölbungen in den Steinsalzabbauen der oberen Sohlen führt zu der Einschätzung, dass die Abbaue systematisch unterdimensioniert sind.

### **Zusammenfassende Bewertung und Empfehlungen**

Zusammenfassend wird in IFG (2012) unter Berücksichtigung der Ergebnisse von Modellrechnungen, Spannungsmessungen, Konvergenz- und Rissöffnungsmessungen, Fühlhakenkontrollen, mikroseismischer Messungen etc. zur gebirgsmechanischen Situation der SchachanlageASSE II folgendes festgestellt:

Grundsätzlich, jedoch zeitlich verzögert, werden auf den oberen Sohlen die gleichen Bruchprozesse in den Tragelementen wie im Verschiebungsmaximum der Südflanke stattfinden. Insofern gilt die gebirgsmechanische Bewertung eines von Anfang an nicht standsicher aufgefahrenen Tragsystems, welches Entfestigungs- und Bruchprozessen in der Wechselwirkung mit dem unmittelbar südlich benachbarten Deckgebirge unterliegt, auch für die oberen Sohlen.

Mit der Schädigungsentwicklung entsteht in den Abbauen 3 und 4 der 490-m-Sohle und im Abbau 2 der 511-m-Sohle hinsichtlich der intensiven infrastrukturellen Nutzung ein bergbau-sicherheitsrelevantes Risiko für die Belegschaft.

In Abwägung aller vorliegenden Befunde wird in IFG (2012) folgende weitere Vorgehensweise empfohlen:

- Installation eines mikroakustischen Monitoringsystems in den Abbauen 3 und 4 der 490-m-Sohle und im Abbau 2 der 511-m-Sohle zur Erkennung von Bruchstrukturen in den Firsten
- Ggf. Ergänzung des mikroakustischen Monitorings mit EMR-Messungen an ausgewählten Lokationen
- Umgehende Installation von jeweils einem 3fach-Extensometer in jedem der 3 Abbaue in Firstmitte
- Weiterführung aller weiteren In-situ-Messungen, insbesondere zur Überwachung der Sohlenaufwölbung im Abbau 3/490, ggf. mit Verkürzung der Messabstände
- Bei den laufenden Planungen ist dem schnellstmöglichen Verlassen und der Sorelbetonverfüllung der genannten Abbaue höchste Priorität einzuräumen. Aus Gründen der vorsorglichen Verhinderung einer Entstehung von Penetrationswegen wäre deshalb auch die Sorelbetonverfüllung der Abbaue 8 und 9 auf der 490-m-Sohle positiv.
- Aufbau neuer und hinsichtlich der Firstbewertung gezielt diskretisierter Rechenmodelle, mit denen zunächst in Auswertung der Befunde des mikroakustischen Arrays, aber auch in Einordnung in den Gesamtbefund der Standortüberwachung, eine detaillierte Beurteilung der Rissbildung in den Firsten der Abbaue 3/490, 4/490 und 2/511 möglich ist

## 2 Bewertung der Unterlage durch die AGO

Da die in IFG (2012) verwendeten gebirgsmechanischen Berechnungen weitestgehend auf den in der „Gebirgsmechanische Zustandsanalyse und Prognose auf der Basis von Standortdaten sowie 3D-Modellrechnungen“ (IFG (2009) aufgezeigten Simulationsrechnungen basieren, verweist die AGO zunächst auf ihre Kommentierung in AGO(2009) zu dieser Unterlage; d. h. die folgenden Spiegelstriche beziehen sich auf die damals aktuellen Modelle.

- Sowohl das von IfG verwendete vertikale wie auch das horizontale 3D-Modell erscheinen für die prognostischen Simulationsrechnungen gut geeignet. Die Darstellung der Modelle und der Berechnungsergebnisse sind nachvollziehbar. Die ausgewiesenen Ergebnisgrößen sind in sich schlüssig und plausibel.

- Die aus den Berechnungen abgeleiteten Bewertungen der geomechanischen Situation der im Bruch- oder Nachbruchbereich befindlichen Tragelemente (Pfeiler und Schweben) der Schachanlage Asse II werden von der AGO mitgetragen.

- Der Hinweis des IfG, dass Prognosesicherheit nur bei unveränderten gebirgsmechanischen Randbedingungen gegeben ist, ist begründet und zutreffend. Da sich wesentliche Einflüsse wie z. B. die Entwicklung des Lösungszuflusses einer Vorhersage weitestgehend entziehen, sind die Ergebnisse der Simulationsrechnungen und die daraus abgeleiteten Prognosen nur eingeschränkt belastbar. Dies trifft im besonderen Maße auf die Aussage des IfG zu, dass im Prognosezeitraum bis zum Jahr 2020 eine Resttragfähigkeit ausgewiesen werden kann.

Die Erweiterungen für das Modell 2012 (3D-Modell, welches in der streichenden Richtung die halbe Schachanlage Asse-II inklusive des Deckgebirges erfasst) können aus den vom IfG genannten Gründen (fehlende Dokumentation) noch nicht abschließend bewertet werden.

Zusammenfassend stellt die AGO fest, dass neben den Modellrechnungen auch die anderen in IFG (2012) angeführten Befunde und Messergebnisse (wie z. B. Spannungsmessungen, Konvergenz- und Rissöffnungsmessungen, Fühlhakenkontrollen, mikroseismische Messungen etc.) nachvollziehbar dargestellt sind. Des Weiteren erscheinen die angestellten Betrachtungen als vollständig, d. h. es bleiben nach Meinung der AGO keine ihrer bekannten Befunde oder Messungen unberücksichtigt. Die Ableitung von Einschätzungen des gebirgsmechanischen Zustands auf Basis dieser Befunde und Messungen ist plausibel. Die AGO weist ergänzend darauf hin, dass sich die gebirgsmechanischen Beanspruchungen in Baufeldmitte und am Baufeldrand unterscheiden, stellt im Ergebnis jedoch fest, dass die Analyse der gebirgsmechanischen Gefährdung der Abbaue 3 und 4 auf der 490-m-Sohle und des Abbaus 2 auf der 511-m-Sohle in IFG (2012) nachvollziehbar ist.

Die in IFG (2012) ausgesprochenen Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise beziehen sich zum größten Teil direkt auf die messtechnische Überwachung der Abbaue 3 und 4 der 490-m-Sohle und des Abbaus 2 der 511-m-Sohle. Diese Empfehlungen werden von der AGO als geeignet für die Gewährleistung der Arbeitssicherheit gesehen. Die Empfehlung, dass bei den laufenden Planungen dem schnellstmöglichen Verlassen (im Sinne eines geordneten Rückzugs nach Schaffung von alternativen Funktionsräumen) und der Sorelbetonverfüllung der betroffenen Abbaue (bei deren Realisierung die Schaffung eines weniger sprunghaften Steifigkeitsübergangs am Baufeldrand geprüft werden sollte) höchste Priorität einzuräumen ist, erscheint konsequent. Sie bleibt jedoch bzgl. der zur Verfügung stehenden Zeit vage; seitens des BfS wurde im Rahmen der AGO-Sitzung vom 21.08.2012 eine noch mögliche Nutzungsdauer der Infrastrukturräume von ca. 3 bis 5 Jahren genannt. Die in IFG (2012) empfohlene Weiter- und Neuentwicklung der Rechenmodelle hinsichtlich der Firstbewertung wird von der AGO unterstützt.

Weitere Konsequenzen aus den dargestellten Sachverhalten z. B. Auswirkungen auf die Realisierung der Rückholung der Abfälle werden in IFG (2012) nicht diskutiert. Die AGO legt ihre Einschätzungen hierzu in Kapitel 3 dieser Kurzstellungnahme dar.

### 3 Hinweise der AGO auf mögliche Konsequenzen

In der Unterlage IFG (2012) werden zwar Empfehlungen bzgl. der messtechnischen Überwachung der Abbaue 3 und 4 der 490-m-Sohle und des Abbaus 2 der 511-m-Sohle, der Weiterführung der gebirgsmechanischen Modellierung sowie zum schnellstmöglichen Verlassen und der Sorelbetonverfüllung der genannten Abbaue gegeben, ansonsten jedoch keine Konsequenzen im Hinblick auf eine Gefährdung der Machbarkeit/Realisierbarkeit der Rückholung aus der dargestellten gebirgsmechanischen Gefährdungssituation diskutiert. Aus diesem Grund gibt die AGO nachfolgend aus ihrer Sicht zu berücksichtigende Hinweise und stellt hierzu Fragen bzgl. möglicher Konsequenzen.

#### **Konsequenzen für die Realisierbarkeit der Rückholung der Abfälle**

*Sind die Empfehlungen des IfG hinreichend?*

Nach Ansicht der AGO sind die Empfehlungen des IfG zur messtechnischen Überwachung dazu geeignet, die gebirgsmechanische Situation der betroffenen Abbaue im Sinne der Beobachtungsmethode zu bewerten und die Arbeitssicherheit während der weiteren Nutzung der Hohlräume gewährleisten zu können. Auch die Empfehlung bzgl. der Fortführung und Weiterentwicklung der Berechnungsmodelle wird unter diesem Gesichtspunkt befürwortet. Aus der Empfehlung zum schnellstmöglichen Verlassen und der Sorelbetonverfüllung der genannten Abbaue leitet die AGO jedoch folgende weiteren Fragen ab:

*Wie kann der Grubenbetrieb auch bei Aufgabe der Infrastrukturräume auf der 490-m- und 511-m-Sohle aufrechterhalten werden?*

Die AGO kann gegenwärtig nicht erkennen, ob und ggf. wie der Grubenbetrieb mit den Arbeiten zur Notfallvorsorge, Faktenerhebung, Firstspaltverfüllung etc. nach der Aufgabe der betroffenen Infrastrukturräume aufrechterhalten werden kann. Auch die (theoretische) Möglichkeit, die bisherigen Infrastrukturräume durch zusätzliche Sicherungsmaßnahmen weiterhin in Betrieb zu halten, wird von der AGO als kaum umsetzbar bewertet. Zur längerfristigen Aufrechterhaltung der Gruben- und Rückholbetriebses ist es deshalb erforderlich, neue Infrastrukturräume bereit zu stellen. Dabei sollte nach Meinung der AGO gleichzeitig der Bedarf an zusätzlichen Infrastrukturräumen für die Rückholung (z. B. untertägige Zwischenlagerung, Einrichtung von Kontrollbereichen, Einrichtung von Werkstätten und Maschinenpark unter Berücksichtigung potentieller Kontamination, ...) berücksichtigt werden. Die Schaffung von Ersatz-Infrastrukturräumen ist deshalb nach Meinung der AGO eine vordringliche Aufgabe.

*An welchen Stellen können neue Infrastrukturräume errichtet werden?*

Der Informationsstand der AGO erlaubt ihr keine konkrete Aussage darüber, wo die neu zu schaffenden Ersatz-Infrastrukturräume aufgefahren werden könnten. Grundsätzlich scheinen Lokationen in Richtung des neu zu bauenden Schachts 5 oder auf der 800-m-Sohle denkbar. Hierbei stellt sich auch die Frage nach dem Verbleib des bei der Herstellung der neuen Grubenräume anfallenden Salzhautwerks.

*Welche Möglichkeiten bestehen hinsichtlich der Verlegung der Stapelbecken für Lösungen?*

Besonders misslich ist der Umstand, dass sich in dem vom IfG zur Aufgabe empfohlenen Abbau 3 auf der 490-m-Sohle die Stapelbecken für Lösungen befinden. Diese werden für den laufenden Betrieb (Abförderung der zutretenden Lösungen) und zur Realisierung der Notfallvorsorgemaßnahmen (Zwischenstapelung der Anmachlösungen für Sorelbeton) benötigt. Grundsätzlich käme auch eine untertägige Verlegung der Stapelbecken in Betracht, die AGO favorisiert jedoch zur Vermeidung räumlicher Engpässe unter Tage und zur Minimierung des Risikos bei einer Havarie der Stapelbecken deren Verlegung nach über Tage. Entsprechende Planungen des BfS sollten zeitnah durchgeführt werden.

*Welche Auswirkungen haben die o. g. Aspekte auf die Rückholung?*

Ohne ausreichende Infrastrukturräume ist die Rückholung nicht realisierbar. Nach Ansicht der AGO muss das BfS dazu Stellung nehmen, ob es aufgrund der neuen Befunde in IFG (2012) die Rückholung grundsätzlich gefährdet sieht bzw. welche zeitlichen Auswirkungen das Auffahren der neuer Infrastrukturräume auf die Rückholung haben kann und wie den

beschriebenen gebirgsmechanischen Vorgängen so begegnet wird, dass die Rückholung zügig durchgeführt werden kann.

### **Konsequenzen für die Bewertung der gebirgsmechanischen Situation im Bereich der MAW-Kammer 8a auf der 511-m-Sohle**

*Droht der MAW-Kammer 8a der 511-m-Sohle und ihrer Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle auch der Verlust der Gebrauchstauglichkeit?*

Die Beauftragung des IfG beschränkte sich auf die gebirgsmechanische Gefährdungsanalyse der Abbaue 3 und 4 auf der 490-m-Sohle und des Abbaus 2 auf der 511-m-Sohle. Die AGO hat keine Informationen über eventuell bekannte Indikatoren für Schädigungen im Bereich der MAW-Kammer 8a (511-m-Sohle). Die Gebrauchstauglichkeit der offenen Hohlräume in diesem Bereich bzw. die gebirgsmechanische Integrität insbesondere der Schweben unterhalb und oberhalb der MAW-Kammer sind jedoch wesentliche Voraussetzungen für die Machbarkeit der Rückholung der Abfälle aus der MAW-Kammer bzw. die Abkapselung der MAW-Abfälle im Rahmen von Notfallmaßnahmen. Die AGO empfiehlt deshalb, den aktuellen Zustand des Gebirges in diesem Bereich zu untersuchen und zu bewerten.

*Wird die Rückholung der MAW-Abfälle aus der Kammer 8a durch die Aufgabe der Infrastrukturräume auf der 490-m- und 511-m-Sohle erschwert oder unmöglich gemacht?*

Bereits in der Phase des Optionenvergleichs gab es verschiedene Szenarien zur Rückholung der MAW-Abfälle aus der Kammer 8a der 511-m-Sohle (Zufahrt von Bergegeräten über eine neu aufzufahrende Rampe oder Bergung von der darüber liegenden Kammer 8a auf der 490-m-Sohle (Beschickungskammer) mittels eines Krans mit Fassgreifer). Die AGO kann gegenwärtig nicht beurteilen, ob und inwiefern die Maßnahmen zur Rückholung der MAW-Abfälle durch Aufgabe und das Betonieren der Infrastrukturräume ggf. beeinträchtigt werden. Die AGO regt an, die Rückholungsplanung zu konkretisieren und bezüglich möglicher Beeinträchtigung infolge des Rückzugs aus der 490-m-Sohle zu überprüfen.

### **Wechselwirkung mit Notfall- oder Notfallvorsorgemaßnahmen**

*Sind aufgrund der Aufgabe von Infrastrukturräumen Wechselwirkungen mit den Notfall- oder Notfallvorsorgemaßnahmen zu erwarten?*

Diese Frage wurde bereits im o. s. Abschnitt „Konsequenzen für die Realisierbarkeit der Rückholung der Abfälle“ aufgeworfen. Sie bezieht sich auf die sich ggf. ergebenden logistischen Probleme bei der Umsetzung der Maßnahmen.

*Sind aufgrund der veränderten gebirgsmechanischen Situation Wechselwirkungen mit den Notfall- oder Notfallvorsorgemaßnahmen zu erwarten?*

Da die Empfehlung der Aufgabe der Infrastrukturräume auf der Bewertung der aktuellen und prognostizierten gebirgsmechanischen Situation durch das IfG basiert, ist nach Ansicht der AGO auch zu klären, ob das Konzept der Notfall- und Notfallvorsorgemaßnahmen unter den neuen Randbedingungen noch allen an sie gestellten Anforderungen gerecht wird. Als wesentlicher Aspekt wird hierbei die Beurteilung der Wirksamkeit der Strömungsbarrieren angesehen, die z. B. durch Auflockerungen und Bruchstrukturen in Schweben und Pfeilern beeinflusst sein kann.

### **Situation im Gebirgsbereich oberhalb der 490-m-Sohle**

*Sind aufgrund der festgestellten und prognostizierten Veränderungen des gebirgsmechanischen Spannungs- und Verformungszustands im Gebirgsbereich oberhalb der 490-m-Sohle Auswirkungen auf den Lösungszutritt zu besorgen?*

Gemäß den Ausführungen in IfG (2012) werden u. a. im Gebirgsbereich oberhalb der 490-m-Sohle verstärkte mikroseismische Aktivitäten erfasst, die auf entsprechende Schädigungen des Gebirges hindeuten. Die AGO vermag allerdings nicht einzuschätzen, ob diese Schädigungen ggf. im Zusammenspiel mit den ablaufenden Spannungsumlagerungen zu einer Beeinflussung des in dem betreffenden Bereich vermuteten Lösungszutritts führen können.

## Quellen

AGO (2009): Stellungnahme zum Bericht „Institut für Gebirgsmechanik GmbH (IfG), Leipzig ‚Gebirgsmechanische Zustandsanalyse und Prognose auf der Basis von Standortdaten sowie 3D-Modellrechnungen‘ (Stand 11.03.2009)“; Arbeitsgruppe Optionenvergleich, Karlsruhe 15.07.2009

IfG (2006): Tragfähigkeitsanalyse des Gesamtsystems der Schachtanlage Asse in der Betriebsphase - Bericht im Rahmen der LVB II des HMGU-Rahmenvertrages „Gebirgsmechanische Modellierung“; Institut für Gebirgsmechanik GmbH (IfG), Revision 02, Leipzig, 06.10.2006

IfG (2007): Gebirgsmechanische Zustandsanalyse des Tragsystems der Schachtanlage Asse II - Kurzbericht zum HMGU-Rahmenvertrag „Gebirgsmechanische Modellierung“; Institut für Gebirgsmechanik GmbH (IfG), Leipzig, 09.11.2007

IfG (2009): Gebirgsmechanische Zustandsanalyse und Prognose auf der Basis von Standortdaten sowie 3D-Modellrechnungen; Kamlot, Günther, Asmussen-Günther, Institut für Gebirgsmechanik GmbH (IfG), Leipzig, 11.03.2009

IfG (2012): Gebirgsmechanische Gefährdungsanalyse der Abbaue 3 und 4 auf der 490-m-Sohle und des Abbaus 2 auf der 511-m-Sohle; Institut für Gebirgsmechanik GmbH (IfG), Leipzig, 13.06.2012