



Projekt Altertheimer Mulde

Maßnahmenplan geotechnische und hydrogeologische Betriebssicherheit

Datum: 15.09.2024
Revision: 3
Bearbeitung: Schroeder/Heinzler/Herrmann

1. Einleitung

Im Rahmen des Antragsverfahrens für das geplante untertägige Bergwerk auf Kalziumsulfatgestein (Gips und Anhydrit) bei Altertheim wurden umfangreiche geologische Erkundungsarbeiten durchgeführt. Basierend auf den Erkenntnissen dieser Arbeiten konnten gebirgsmechanische Berechnungen und hydrogeologische Analysen durchgeführt werden. Diese haben ergeben, dass das geplante Bergwerk auch unter der Annahme bewusst ungünstiger Parameter langfristig standsicher ist und die Trinkwassergewinnungen im Umfeld nicht qualitativ oder quantitativ beeinflusst werden.

Zur Beurteilung insbesondere der hydrogeologischen Verhältnisse im laufenden Betrieb liegt ein Beweissicherungskonzept vor (DMT, 2024).

Bergbau ist ein dynamischer und sich langsam entwickelnder Prozess. Der Abbau des Gesteins vollzieht sich in einer geordneten Regelmäßigkeit, bei welcher die jeweilig abzubauenen Bereiche durch Erkundungsmaßnahmen gut bekannt sind. Der Prozess ermöglicht im Vorfeld (z. B.: Bohrungen, geophysikalische Messungen), im Ablauf (z. B. über die Sprengbohrlöcher) und im Nachgang (z. B. Konvergenzmessungen und Firstbeobachtung) eine kontinuierliche Datensammlung, Bewertung der Daten und Reaktionsmöglichkeiten auf eventuelle Abweichungen zum prognostizierten/simulierten Gebirgsverhalten.

Die Abbauplanung lässt sich entsprechend der Vorerkundung anpassen und nicht ausreichend erkundete Bereiche können ausgelassen werden.

Das Vorhaben muss daher immer auch vor dem Hintergrund seines langen zeitlichen Horizontes von mindestens 50 Jahren gesehen werden.

Im hier vorliegenden Dokument wird beschrieben, welche planerischen und technischen Maßnahmen zur Gewährleistung der Standsicherheit der Grube und zur Verhinderung eines potenziellen



Wasserzutrittes angewandt werden können. Diese Maßnahmen dienen der Sicherung der Unversehrtheit des Grundwasserleiters im Hangenden.

2. Allgemein

Die Einhaltung der Vorsorge gegen Gefahren für Leben, Gesundheit und zum Schutz von Beschäftigten, Dritten und Sachgütern wird gemäß den Vorschriften des Bundesberggesetzes (BBergG) in Haupt- und Sonderbetriebsplänen sichergestellt.

3. Planerische und technische Maßnahmen gegen potenziellen Wasserzutritt

Grundsätzlich zeigen die Ergebnisse der gebirgsmechanischen Berechnungen, dass die Barrierschicht zwischen Bergwerk und Grundwasserleiter (Ton-Sulfat-Wechsellagerung, TSW) im Hangenden als hydrogeologische Schutzschicht bei Anwendung der entsprechenden Dimensionierungsvorgaben integer ist und bleibt (Zielstellung).

Die Einhaltung der gebirgsmechanischen Dimensionierungsvorgaben ist die erste und wesentliche planerische Maßnahme, um einen Wasserzutritt von Beginn an zu vermeiden. Neben angepassten Abbaubreiten und -höhen sowie Pfeilerbreiten ist die für dieses Bergbauvorhaben berücksichtigte Vorgabe des Abrundens der Übergänge zwischen Firste und Stößen eine weitere planerische Maßnahme mit signifikantem Einfluss auf die Standsicherheit der aufzufahrenden Grubenhohlräume. Außerdem werden schonendes Sprengen an der Firstkontur (erhöhte Anzahl an Sprengbohrlöchern bei gleichzeitig reduzierte Menge an Sprengstoff je Bohrloch) und ein gebirgsmechanisches Monitoring als Maßnahmen ab den ersten Auffahrungen eingeplant.

Durch ein gebirgsmechanisches Monitoring werden die langfristig standsicher aufgefahrenen Strecken und Pfeiler mit dem nachfolgend beschriebenen Messkonzept überwacht und ihr gebirgsmechanisches Verhalten dokumentiert.

Die Dokumentation erfolgt wiederkehrend mit Anfallen der jeweiligen Messdaten u. a. entsprechend der Vorgaben der Markscheiderbergverordnung (MarkSchBergV) und wird im Zuge der Risswerksaktualisierung turnusmäßig der Bergbehörde zur Kenntnis gegeben. Die fortlaufende Auswertung der erhobenen Daten und Bewertung der Ergebnisse dient dem schnellen Erkennen von nicht dem prognostizierten Tragsystem- und Gebirgsverhalten entsprechenden Entwicklungen im Grubengebäude und umgebenden Gebirge.

Sollte sich eine solche nicht zu erwartende Entwicklung abzeichnen, werden weitergehende und engmaschigere Beobachtungen der lokalen Situation vorgenommen, um über die Notwendigkeit, die Art und den Umfang von gegensteuernden, technischen Maßnahmen zu entscheiden, die den langfristig standsicheren Zustand des Tragsystems bzw. des Grubengebäudes weiterhin oder wieder gewährleisten. Solche Vorgänge werden gleichfalls dokumentiert und der Bergbehörde zur Kenntnis gegeben.

Messkonzept:

- Kontinuierliche Beobachtung der Zustände (sichtbare Abschalungen, Rissbildung, Pfeilerzustand, Gesamtbild der Grube, geologische Kartierung)
- First- und Stoßzustand (Ergebnisse der zyklischen Kontrollen im Rahmen der First- und Stoßsicherheit)
- Kontrolle von Fühlhakenlöchern

Messintervall: nach Einrichtung quartalsweise

- Ankerzugversuche

Messintervall: nach Einrichtung 1x jährlich je Ankertyp

- Konvergenzmessung
 - Firstkonvergenz
 - Pfeilerquerdehnung
 - Senkungen der Tagesoberfläche

Messintervall: nach der Erstmessung anfangs halbjährlich. Anhand der ermittelten Entwicklung des Hohlraumquerschnittes wird nach einem Jahr über eine Anpassung der Messintervalle entschieden

- Wiederkehrende Hydrofrac-Messungen zur Ermittlung der Pfeilerbelastung: In einer Bohrung wird in einem mit hydraulischen Packern isolierten Testabschnitt der Flüssigkeitsdruck so weit gesteigert, bis vorhandene Risse aufgeweitet bzw. neue erzeugt werden. Aus den gemessenen Druckwerten kann unter Beachtung der räumlichen Orientierung der Risse die Größe und Richtung des in-situ Spannungsfeldes ermittelt werden.

Messintervall: nach Bedarf

Ziel dieser Monitoringmaßnahmen ist es, Abweichungen des tatsächlichen Gebirgsverhaltens bzw. der Gebirgsparameter unter Abbaueinfluss zu bisherigen diesbezüglichen

Annahmen/Berechnungsparametern frühzeitig zu erkennen, um darauf entweder mit technischen Maßnahmen zu reagieren und/oder ggf. eine Anpassung/Optimierung der Dimensionierung basierend auf den dann direkt von unter Tage gewonnenen Erkenntnissen durchzuführen.

Zum Erhalt der Integrität der hydrogeologischen Schutzschicht ist auch das Einhalten von Sicherheitsabständen erforderlich. Für das geplante Bergwerk werden die Rahmenbetriebsplangrenze und innerhalb derselben folgende Sicherheitsabstände planerisch berücksichtigt:

- Mindestens 9 m zur Basis des hangenden Grundwasserleiters der Mittleren Dolomite
- Zu den äußeren Grenzen der Lagerstätte entsprechend folgenden Randbedingungen für das Abbauggebiet:
 - 7 m Abbauhöhe und
 - 9 m Abstand der Firste zur Basis der Mittleren Dolomite und
 - Mindestens 70 m Deckgebirge über der Firsteoder
 - mindestens 2,5 m Abbauhöhe im Horizont Y1 und
 - 9 m Abstand der Firste zur Basis der Mittleren Dolomite und
 - mindestens 70 m Deckgebirge über der Firste
- Zu irregulären Subrosionsstrukturen (Karstschlotten)
 - Die umfangreichen Erkundungsarbeiten im zukünftigen Abbauggebiet haben keine Hinweise auf Klüftung im Bereich des geplanten Abbaubereiches ergeben.
 - Eine entsprechende Vorerkundung durch Vorbohrungen und geophysikalische Messungen sichern während des Abbaus ab, dass Gefährdungen vor dem Abbau erkannt werden und solch potentielle Gefährdungsbereiche mit einem den Ergebnissen der Vorerkundung Rechnung tragenden Sicherheitsabstand nicht abgebaut werden.
- Radius von 20 m um Tagesbohrungen; 50 m um den Schacht oder zum Rampenstoß

Sollten trotz Berücksichtigung der genannten planerischen Maßnahmen Abweichungen des tatsächlichen Gebirgsverhaltens unter Abbaueinfluss zu bisherigen diesbezüglichen Annahmen/Berechnungsparametern oder Schäden an Stößen oder Firste erkannt werden, kann mit

folgenden technischen Maßnahmen, die in Abstimmung mit der Bergbehörde in Sonderbetriebsplänen geregelt werden, entsprechend reagiert werden:

- Aufrechterhaltung der First- und Stoßsicherheit:
 - Setzen von Gebirgsankern, erforderlichenfalls auch in Verbindung mit Injektion des Ankerbohrloches, um zusätzlich eine Abdichtung desselben zu erzielen,
 - Sollten diese Maßnahmen aufgrund lokaler, umfangreicher Entfestigung der Firste nicht ausreichen, kann lokal auch stützender Ausbau eingebracht werden,
 - Alternativ ist das firstbündige Verfüllen von einzelnen Grubenhohlräumen anwendbar.
- Vermeidung/Eingrenzung von Zuflüssen:
 - Abdichtende Injektionen mit geeigneten, den Stand der Technik entsprechenden Injektionsmaterialien
 - Lokale Abdämmung einzelner Grubenbaue,
 - Blockweise Abdämmung mehrerer Grubenbaue.

Die Durchführung von Injektionen im Gebirge ist eine im Berg- und Tunnelbau erprobte Maßnahme und Stand der Technik.

Sie ist kurzfristig verfügbar, zügig anwendbar und kann sowohl lokal als auch ggf. systematisch in einem Bereich angewendet werden, um wasserführende Klüfte oder Auflockerungszonen im Gebirge, selbst bei möglicherweise druckhaft anstehendem Stauwasser, abzudichten. Auf diese Art und Weise wird ein weiteres Zusickern von Wässern in die Grubenhohlräume verhindert.

Injektionen sind dabei mit einem geeigneten, d. h. insbesondere wasserrechtlich zugelassenen Injektionsmittel (z. B. Silikat- oder Polyurethan-Harze) vorzunehmen, bis der für den anstehenden Gebirgstyp geeignete Injektionsdruck erreicht ist. Dieser Druck ist kleiner als der Aufreißdruck des Gebirges, sodass durch die Injektionen keine weitere Schädigung des Gebirges stattfindet.

Injektionsmittel auf Basis von Harz besitzen die zuvor genannten, geforderten Eigenschaften bei gleichzeitig sehr kurzer Aushärtezeit von wenigen Minuten. Damit ist eine zügige Beherrschung von Wasserzutritten mit unmittelbar nach dem Injizieren feststellbarem Erfolg möglich.

4. Erkundung

Die Durchführung von Erkundungsmaßnahmen hat folgende Ziele:

- Gewährleistung des Erhaltes der Barriereintegrität unter Einhaltung der gebirgsmechanischen Randbedingungen durch Erkundung bzw. Nachweis der Einhaltung des Mindestabstandes zwischen Abbaufirste und der Basis der Mittleren Dolomite von mindestens 9 m,
- Anpassung der Abbauführung auf Basis weiteren Erkenntnisgewinns über
 - Laterale Änderungen der Lagerungsverhältnisse der Abbauhazone und deren Wertstoffgehalte,
 - Änderungen der gewinnbaren Mächtigkeit oder
 - Störungszonen, die bei Durchörterung die Barriereintegrität nachhaltig negativ beeinflussen können.

Diese Erkundungsziele lassen sich u. a. über geophysikalische Messungen erreichen. Geophysikalische Messungen sind Stand der Technik und zielen zur Aufklärung von geologischen Lagerungsverhältnissen auf den Kontrast der physikalischen Eigenschaften der Gesteine ab.

In der Schichtenfolge in Altertheim sind die Stylolithenkalksteine und die Gesteine der Mittleren Dolomite im Hangenden des Abbauhazones markante Einschaltungen. Die Untergrenze der Sulfatlagerstätte stellt einen weiteren deutlichen lithologischen Wechsel dar. Hierfür erscheinen seismische und elektrische Messverfahren erfolgsversprechend. Testmessungen zur Prüfung und Festlegung geeigneter Messverfahren und Messparameter sind in den ersten rampennahen Auffahrungen in Altertheim vorgesehen.

Zur Erkundung von lateralen Änderungen der Lagerungsverhältnisse der Abbauhazone, von deren Wertstoffgehalten, gewinnbarer Mächtigkeit und potentiell vorkommender Störungszonen werden Horizontalbohrungen geplant. Diese Horizontalbohrungen dienen der Erkundung des Bereiches der Lagerstätte, der in den darauffolgenden ein bis zwei Jahren abgebaut werden wird. In den Horizontalbohrlöchern können zur Generierung weiterer Informationen über die Lagerstätte neben geologischen und mineralogisch-chemischen Untersuchungen des erbohrten Materials bei Bedarf auch geophysikalische Messungen durchgeführt werden.

Ein Teil der Erkundung ist – im Sinne einer weiteren Datenerhebung - auch die Auswertung aller zur Verfügung stehenden Kartenwerke hinsichtlich der geologischen Verhältnisse. Dort eingetragene Besonderheiten (z. B. Störungs- oder Auflockerungszonen) werden bei den Erkundungsarbeiten berücksichtigt bzw. weitergehend untersucht.

5. Umgang mit ggf. auftretendem Grubenwasser

Die bisher gewonnen hydrogeologischen Erkenntnisse und die Beachtung der o. g. planerischen und technischen Maßnahmen lassen keine umfangreichen punktuellen Wassereintritte in den künftigen Abbaubereich erwarten. Dennoch bestehen im Sinne einer Worst-Case-Annahme, bezogen auf einen Wasserzutritt, verschiedene Alternativen, um diffus eintretendes Grubenwasser je nach Menge unter oder über Tage zu beherrschen.

Basierend auf den Erkenntnissen von gebirgsmechanischen Untersuchungen und geotechnischen Modellierungen konnte die Integrität der hydraulischen Barrierschicht zwischen Sulfatlagerstätte und Grundwasserleiter nachgewiesen werden. Hydrogeologische Berechnungen kommen zu dem Ergebnis, dass die Zusicke-rungsraten so gering sind, dass keine Auswirkungen auf die Trinkwassergewinnungen zu erwarten sind.

Grundsätzlich gilt bei ggf. auftretendem Grubenwasser der Grundsatz „Beobachten, Dokumentieren, Fassen, Analysieren“.

Bei einem ersten Auftreten von Feuchtigkeit in der Grube, wird diese Feuchte bis zu einem gewissen Grad in Form von erhöhter Luftfeuchtigkeit mit den Grubenwettern abgeführt. Dies basiert auf der Tatsache, dass die einziehenden Wetter nicht feuchtigkeitsgesättigt sind und somit Wasser aufnehmen können. Eine Tendenz dieser Feuchtigkeitsmenge kann rechnerisch, als Bilanz ermittelt werden, wenn über Tage, in der wettertechnisch einziehenden Rampe und im wettertechnisch ausziehenden Schacht die Temperatur und relative Luftfeuchte aufgezeichnet und diese Messwerte regelmäßig ausgewertet werden.

Es ist zu erwarten, dass die geringen Mengen anfallenden Grubenwassers bis zum Betriebsjahr zehn über die Bewetterung aus der Grube transportiert werden.

Wenn mehr Feuchtigkeit unter Tage auftritt, als von den Grubenwettern abgeführt werden kann, wird diese lokal gesammelt und im Grubenbetrieb als Brauchwasser (z. B. zum Fahrbahnbau, zur Staubbindung auf Fahrwegen oder beim Bohren von Sprengbohrlöchern) genutzt. Darüber ggf. hinausgehende Mengen an Grubenwasser unter Tage können in bereits abgebaute Bereiche der Grube, die nicht für die zukünftigen Abbaubereiche z. B. als Transport-, Flucht- oder Wetterwege erforderlich sind, geleitet werden. Hierfür wird technische Ausrüstung zum Abdämmen einzelner Strecken vorgehalten. Dazu gehören u. a. Anlagen zur Betonherstellung und vorbereitete Schalttafeln.



Sollte zutretendes Grubenwasser die Kapazität der vorgenannten Umgangsmöglichkeiten unter Tage mengenmäßig übersteigen, dann kann dieses gesammelt und nach über Tage verbracht werden, wo es als Brauchwasser auf dem Betriebsgelände am Standort, in weiteren Verarbeitungsanlagen oder in der regionalen Landwirtschaft eingesetzt werden kann.

Die Verwendung erfolgt stets gemäß den gesetzlichen Bestimmungen und behördlichen Zulassungen. Darüber hinaus stehen zwei weitere Möglichkeiten zur Bewirtschaftung von anfallendem Grubenwasser zur Verfügung. Dies sind die Ableitung in ein Oberflächengewässer oder das Versenken von aufbereitetem Grubenwasser zurück in den Grundwasserleiter.

Um auf auftretendes Grubenwasser vorbereitet zu sein, wird eine bergbauliche Wasserhaltung von Beginn der untertägigen Abbautätigkeiten an mit einer mobilen Lösung für den Transport von ggf. auftretendem Grubenwasser vorgehalten. Sollte sich in Zukunft herausstellen, dass diese Auslegung nicht ausreichend ist, dann wird die Wasserhaltung bei Bedarf entsprechend erweitert.

6. Meldewesen und Umgang mit Grenzwerten

Die Ergebnisse aller Messungen und Beobachtungen werden durchgehend dokumentiert und regelmäßig bzw. bei Auffälligkeiten unverzüglich der zuständigen Genehmigungsbehörde mitgeteilt. Dies gilt insbesondere bzgl. Zuflussraten, welche über den im hydrogeologischen Gutachten ermittelten Volumenströmen liegen (siehe auch Beweissicherungskonzept DMT).

Die Behörde hat ggf. über Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Verminderung dieser Auffälligkeiten zu entscheiden.

In Abweichung von den Fristen für die Risswerknachtragung gemäß Markscheiderbergverordnung werden Feuchtstellen bzw. Wasserzutritte unverzüglich der Bergbehörde angezeigt. Nachrichtlich erfolgt eine Meldung an die obere Wasserrechtsbehörde.

Die Ergebnisse der Pegelmessungen in den Grundwassermessstellen (Datenlogger) werden regelmäßig der Bergbehörde zur Verfügung gestellt.

Gemäß den Vorgaben des § 16 der Allgemeinen Bundesbergverordnung (ABergV) wird die Luftfeuchtigkeit der Grubenwetter gemessen und dokumentiert.

Als geotechnische Grenzwerte für die Standsicherheit des Deckgebirges werden Messwerte oder Ergebnisse des gebirgsmechanischen Monitorings bezeichnet, welche gemäß dem Stand der Technik oder der langjährigen Betriebserfahrung überdurchschnittliche Abweichungen darstellen oder die vorausberechneten Werte überschreiten.

Sollte die Betriebssicherheit aufgrund von Grenzwertüberschreitungen absehbar gefährdet sein, sind unverzüglich die o. g. technischen Maßnahmen zu ergreifen, bis die Grenzwerte langfristig unterschritten werden.

Über die Einhaltung der Grenzwerte und den Erfolg der technischen Maßnahmen hat die Bergbehörde zu urteilen, gemäß ihrer Aufsichtsfunktion nach den §§ 69 ff. BBergG.

7. Fazit

Das Vorhaben Altertheimer Mulde sieht die geordnete Gewinnung von Kalziumsulfatgestein gemäß den Vorgaben des BBergG nach dem Stand der Technik und unter Einhaltung der Betriebssicherheit vor.

Dafür werden Betriebspläne zur Führung des Betriebes vorgelegt, welche regelmäßig erneuert und dem aktuellen Erkundungsstand und der Betriebserfahrung angepasst werden. Die Betriebspläne sind von der zuständigen Bergbehörde zuzulassen.

Das vorliegende Dokument fasst die planerischen und technischen Maßnahmen zusammen, welche kurz- und langfristig einen betriebssicheren, geotechnisch wie hydrogeologisch unbedenklichen Abbau erlauben. Zusammen mit dem vorgelegten hydrogeologischen Beweissicherungskonzept kann eine Gefährdung durch den Bergwerksbetrieb für Leben und Gesundheit Dritter, oder gemeinschädliche Einwirkungen sicher ausgeschlossen werden.