



## Endlagerbergwerk Konrad – Modernisierung der Schachtförderanlagen und Auffahrung angeschlossener schachtnaher Grubenräume

Das in den achtziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts stillgelegte Eisenerzbergwerk Konrad wird derzeit für die Anforderungen eines Endlagerbergwerkes für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung vorbereitet. Wesentlicher Bestandteil der Umrüstung zum Endlager ist die Sanierung der beiden vorhandenen seigeren Grubenbaue Schacht Konrad 1 und Schacht Konrad 2 sowie die Erweiterung der angeschlossenen schachtnahen Grubenräume. Die zwei Arbeitsgemeinschaften Schächte Konrad ASK 1 und ASK 2, jeweils bestehend aus den Bergbauspezialgesellschaften THYSSEN SCHACHTBAU GMBH und Deilmann-Haniel GmbH, im Auftrag der Deutschen Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) wollen den Auftrag bis ins Jahr 2020 abgeschlossen haben. Damit leisten sie einen entscheidenden Beitrag zu einer dauerhaft sicheren Endlagerung radioaktiver Abfallstoffe ab dem kommenden Jahrzehnt dieses Jahrtausends. Die ASK 1 erhielt im April 2009 den Auftrag, den einziehenden Schacht Konrad 1 als Förder- und Seilfahrtschacht zu modernisieren. Im März 2010 wurde die ASK 2 mit der Umrüstung des ausziehenden Schachtes Konrad 2 und der Auffahrung der angeschlossenen schachtnahen Grubenräume beauftragt.

Wir berichteten bereits in den Thyssen Mining Reports 2010 und 2012/13.

## ■ Hintergrund

Der 4 m bis 18 m mächtige oolithische Eisenerzhorizont der Lagerstätte erstreckt sich über eine Länge von 8 km bis 15 km. Die eisenerzhaltigen Gesteinspartien, in denen die Auffahrung der Einlagerungsfelder geplant ist, liegen in Teufen von 800 m bis 1300 m. Mit einer Mächtigkeit von bis zu

Modernisierung Schachtförderanlage Konrad 1  
Rohrkonsoleneinbau



400 m schließt das Tonmergel-Deckgebirge der Unterkreide das Erzlager gegen die darüber liegende grundwasserführende Kalksteinschicht der Oberkreide ab. Das Erzlager ist somit im Vergleich zu typischen Eisenerzbergwerken ungewöhnlich trocken, da eine hydraulische Verbindung zwischen den oberflächennahen Grundwasserleitern und den Grubenräumen des Endlagers ausgeschlossen wird. Unterhalb der Lagerstätte schließen die Schichten des Jura gegen die tiefenwasserführenden Schichten ab. Aufgrund dieser günstigen geologischen und hydrogeologischen Strukturen eignet sich das Bergwerk Konrad in besonderem Maße zur Errichtung eines Endlagers für schwach- und mittelradioaktive Abfälle.

In der Bundesrepublik Deutschland obliegt die Endlagerung radioaktiver Abfälle dem Staat. Hier hat die Minimierung der Schadensempfindlichkeit der Schutzgüter „menschliche Gesundheit“ und „Umwelt“ die höchste Priorität. Daraus resultieren Herausforderungen zur Qualitätssicherung und Dokumentation des gesamten Projektes für die beauftragten Arbeitsgemeinschaften.

## ■ Modernisierung Schacht Konrad 1 durch die ASK 1

### ■ Spurlattenrohrkonsolen

Anfang Juni 2012 wurde mit dem Einbau der Spurlattenrohrkonsolen im südlichen Schachttrum begonnen. Auf Grund einer Teilerrichtungsgenehmigungsaufgabe waren im Zuge der Bohrarbeiten der für den Konsoleneinbau zu erstellenden Kernbohrungen sämtliche Kernbohrlöcher und Bohrkerne vor dem Einbau der jeweiligen horizontalen Führungseinrichtung durch den Sachverständigen des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie in Niedersachsen (LBEG) zu begutachten. Unerwartet wurde dabei im Juli 2012 an vier aus dem Schachtmauerwerk gewonnenen Bohrkerne das Treibmineral Ettringit festgestellt und in nachfolgenden Untersuchungen durch die Materialprüfanstalt für das Bauwesen der TU Braunschweig (MPA) verifiziert. Dieser Sachverhalt führte zu der Forderung, die Standsicherheit des vorhandenen Schachtmauerwerkes erneut zu untersuchen. Für die ASK 1 hatte diese Auflage eine Aussetzung des laufenden Rohrkonsoleneinbaus zur Folge. Mit Umstellung des Arbeitsablaufs wurde jedoch die Erstellung aller für den Rohrkonsoleneinbau erforderlichen Kernbohrlöcher bis zu einer Teufe von 1200 m vorgezogen. Alle gewonnenen Bohrkerne wurden der MPA zwecks Durchführung der erforderlichen Untersuchungen überstellt.

Die Untersuchungen und Berechnungen zum Tragfähigkeitsverhalten des Schachtmauerwerkes führten zu folgenden Ergebnissen und Veranlassungen:

- Es wurden keine Mauerwerksschäden durch das Sulfatreiben festgestellt. Die Ettringitbildung hat somit keine Auswirkungen auf das Tragverhalten des Schachtausbaus.
- Zukünftig ist nicht zu erwarten, dass sich progressive Schädigungsprozesse im vorhandenen Mauerwerk einstellen.
- Die bereits eingebrachten Spurlattenrohrkonsolen können im Schacht verbleiben.
- Für alle noch bevorstehenden Zementationsarbeiten wird der Einsatz hoch sulfatbeständiger Baustoffe empfohlen.
- Die Stoßfugen im Einflussbereich des jeweiligen Konsolenstandortes sind in Abhängigkeit ihrer Ausbildung durch eine geeignete Maßnahme zu qualifizieren.

Alle Qualifizierungsmaßnahmen mussten der zuständigen Genehmigungsbehörde angezeigt und über deren Genehmigung freigegeben werden. Erst dann wurde der Spurlattenrohrkonsoleneinbau Ende April 2013 unter der Maßgabe fortgeführt, das Schachtmauerwerk vorab zu qualifizieren. Die horizontalen Führungseinrichtungen wurden in Teufenabständen von 6,0 m mit einer Zementation eingebracht. Insgesamt wurden im südlichen Trum des Schachtes Konrad 1409 St. Spurlattenkonsolen verbaut.

Im Rahmen der Stoßfugenqualifizierung werden die alten Mörtelfugen in Abhängigkeit von der Lage des jeweiligen Kernbohrloches im Fugenbild mithilfe hydraulischer Betonkettensägen bis zu einer Tiefe von 40 cm aufgeschnitten, gesäubert und abschließend mit einem hoch sulfatbeständigen Ankermörtel verfüllt.

Unter dem Aspekt der Qualitätssicherung werden alle Arbeiten auf Basis von Prüfplänen durchgeführt und dadurch hinreichend dokumentiert.

■ **Erneuerung der Schachtförderanlage**

Die Erneuerung der Schachtförderanlage Konrad 1 durch die ASK 1 umfasst nach derzeitigem Kenntnisstand folgende Maßnahmen, die bei laufendem Grubenbetrieb (Seilfahrten und Materialtransporte über Schacht Konrad 1) ausgeführt werden:

- Einbauen der stählernen Führungseinrichtungen (Konsolen, Spurlatten)

Abb. oben:  
Modernisierung Schachtförderanlage Konrad 1 – Kernbohrung

Abb. unten:  
Modernisierung Schachtförderanlage Konrad 1 – Spurlatteneinbau  
Alle Abbildungen: Jörg Scheibe, Hermannstr. 1, 38114 Braunschweig – Pressefotografie/ Fotodesign im Auftrag der ASK 1

- Rauben der vorhandenen hölzernen Einstriche und Spurlatten
- Erneuern der Schachtstühle an den Anschlägen der 3., 4. und 5. Sohle
- Einbauen / Verlängern diverser Rohrleitungen
- Einbauen elektrischer Versorgungsleitungen

Die Übergabe des sanierten südlichen Trums Schacht Konrad 1 an die DBE ist nach dem derzeit gültigen Rahmenterminplan auf November 2014 terminiert. Dabei wird auch die verfahrbare Schachtbühne konserviert.

Ende 2015 werden die Arbeiten der ASK 1 mit der Sanierung des nördlichen Trums fortgesetzt. Der Fertigstellungstermin der ASK 1 zur Modernisierung der Schachtförderanlage Konrad 1 ist für den Monat Januar 2020 geplant.

■ **Umrüstung Schacht Konrad 2 und Auffahrung angeschlossener schachtnaher Grubenräume**

■ **Umrüstung des Schachtes Konrad 2**

Nach Beauftragung der ASK 2 im März 2010 zur Umrüstung des ausziehenden Schachtes Konrad 2 und der Auffahrung angeschlossener Grubenräume erstreckten sich die ersten Aktivitäten vornehmlich auf die Erstellung und Überarbeitung der notwendigen Genehmigungsplanungen und herstellereinspezifischen





Geschlitzter Spritzbetonausbau mit Systemankerung

schen Fertigungsplanungen für alle zur Leistungserbringung erforderlichen und zu errichtenden Anlagen.

Aufgrund des vertraglich vereinbarten Rahmenterminplans war hierbei die gleichzeitige Durchführung von Baumaßnahmen in verschiedenen Teufenlagen notwendig. Mit dem Einbau eines den Technischen Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen (TAS) konformen Schutz- und Bergebünnensystems wurde dieser Ablauforganisation Rechnung getragen. Darüber hinaus musste der Forderung nach einem ständig befahrbaren zweiten Ausgang zur Besicherung des Grubengebäudes bei Ausfall der Schachtförderung in Schacht Konrad 1 Rechnung getragen werden.

Nach einer erheblichen Änderung der Planungsvorgaben im Jahr 2011 erfolgte im März 2012 die Übergabe der ersten angepassten Planungsunterlagen zu den temporären fördertechnischen Einrichtungen im Schacht Konrad 2 an den Auftraggeber. Seither wurden kontinuierlich die noch ausstehenden

Dokumente zu den Genehmigungsplanungen durch die technischen Büros der ARGE-Partner erarbeitet und fortlaufend zur Prüfung eingereicht. Währenddessen beschränkten sich die operativen Arbeiten im Schacht Konrad 2 vornehmlich auf die Besicherung des zweiten befahrbaren Ausgangs aus dem Grubengebäude.

Die operativen Schachtarbeiten zur Umrüstung des Schachtes Konrad 2 können 2014 mit dem Einbau der Schutzbühne oberhalb der 3. Sohle aufgenommen werden.

#### ■ Sanierung bzw. Auffahrung schachtnaher Grubenräume

Nach der Sanierung der „alten Füllortstrecke“ auf der 2. Sohle am Schacht Konrad 2 wurde in 2012 mit der Sanierung bzw. Auffahrung der Füllortweiterungsstrecke (FOE) begonnen. Durch die Änderung der Auffahrungsreihenfolge konnte die ASK 2 im Vierschichtbetrieb mit der Auffahrung der FOE und deren Abzweig zur Einlagerungstransportstrecke Nord (ETS Nord) beginnen.

Technische Daten	Füllortenerweiterungsstrecke (FOE)	Abzweig der FOE zur Einlagerungsstrecke (ETS) Nord
Auffahr-richtung	vom Grubengebäude zum Schacht 2	von der FOE zur ETS Süd
Auffahrungsart	zweigeteilt in Kalotte und Sohle	zweigeteilt in Kalotte und Sohle
Länge	35 m	20 m
Breite	11 m	20 m
Höhe	9 m	9 m

**Ausbau**

<i>Konsolidierungsschicht</i>		
Schichtstärke	3 cm Spritzbetonkonsolidierung	3 cm Spritzbetonkonsolidierung
Ankerart	GFK-Anker Powerthread K60-25	GFK-Anker Powerthread K60-25
Ankerlänge	2 m	2 m
Ankerdichte	1 Anker je m <sup>2</sup>	1 Anker je m <sup>2</sup>
<i>Außenschale</i>		
Außen-schalenstärke	20 cm geschlitzte Spritzbetonschale	20 cm geschlitzte Spritzbetonschale
Betonart	35/45 XC 3 XA 3	35/45 XC 3 XA 3
Bewehrung	Matten Q 188, einlagig	Matten Q 188, einlagig
Ankerart	Gleitkopfanker G12 Wiborex 30/11	Gleitkopfanker G12 Wiborex 30/11
Ankerlänge	12 m	18 m
Ankerdichte	1 Anker je m <sup>2</sup>	1 Anker je m <sup>2</sup>

Für den Vortrieb wurden einige neue, aus dem Tunnelbau bekannte Vortriebsmaschinen angeschafft. Das gesamte Personal wurde auf den neuen Maschinen geschult und jeder Mitarbeiter bekam eine Anlernphase zugesprochen. Nach etwa zwei Monaten hatte sich der Umgang mit der neuen Technik eingespielt und der Vortrieb lief fortan leistungsfähiger als erwartet.

Im Mai 2013 begannen die bergmännischen Arbeiten aus der FOE heraus zur Erstellung der Kalotte des Abzweigs zur ETS Nord. Die Arbeiten konnten im August 2013 beendet werden, einen Monat vor dem Zeitplan.

Als besonders spannend erwies sich die Situation der zu erwartenden Konvergenz. Die Gebirgsmechaniker des Auftraggebers rechneten mit etwa 75 cm Konvergenz. Diese sollte laut den Angaben des Berechnungsmodells zeitnah nach der Auffahrung auftreten. Bis Ende Juni 2013 konnte man aber keine signifikanten Konvergenzerscheinungen feststellen. Dieser Umstand sorgte bei den Projektverantwortlichen des Auftraggebers anfänglich für großes Aufsehen. Das Ausbleiben der ermittelten Konvergenz stellte man zunächst in Bezug zu einer Überdimensionierung des Ausbaus. Doch ab Juli 2013 traten plötzlich größere Konvergenzen auf als prognostiziert wurden. Man führte diese nicht vorhergesehenen Bewegungen auf die Auffahrung des Abzweigs zur ETS Nord zurück. Die Konvergenzen überschritten die zulässigen Grenzwerte, worauf Zusatzmaßnahmen zur Stabilisierung des Gebirgskörpers in Form von Zusatzankern und Gebirgsinjektionen ergriffen wurden. Die Konvergenzen wurden durch die Markscheider der DBE überwacht. Dazu hat die ASK 2 Mehrfach-Stangen-Extensometer eingebaut und Konvergenzmessquerschnitte eingerichtet.



Mannschaftsfoto der Ortsbelegung



Einlagerungstransportstrecke Nord, Sohlenausbruch mit Vortriebsbagger

## Maschinentechnik

Die ASK 2 schaffte eigens für die Arbeiten einen komplett neuen Maschinenpark an, der folgende Geräte umfasst:

- TEREX Tunnelbagger: TE 210 und TC 125
- dhms Bohrwagen BTRK1-E-P
- CAT Kompaktkettenlader 279C
- CAT Radlader 908H
- Merlo Gabelstapler P 36.7
- Schachtbagger dh EQ200
- Niederholz Kettenförder PF 1 400
- BASF Spritzmanipulator Meyco Oruga

Auf der gesamten Schachtanlage Konrad ist nur der gebirgschonende Vortrieb zulässig, der zudem möglichst wasserfrei erfolgen muss. Bei der Auswahl des Vortriebsmittels entschied man sich daher für einen Tunnelbagger der Firma TEREX. Ein Tunnelbagger zeichnet sich dadurch aus, dass sich der Löffelstiel zusätzlich um die Längsachse des Baggers drehen kann, bei diesem Model um jeweils 45° in jede Richtung. Durch diese zusätzliche Drehrichtung ist jederzeit ein profilgenaues Arbeiten möglich.

Der Bagger wurde mit einer Vielzahl von Anbaugeräten geliefert, die in den verschiedenen Phasen des Vortriebs zum Einsatz kommen:

- Mechanischer Schnellwechsler System Verachttert CW40
- Reißlöffel mit zwei Zähnen 660 mm
- Fräse Schaeff WS90N
- Hydraulikhammer Wimmer W660
- Reiß-Zahn
- Tieflöffel

## Hochpräziser Einbau von Gleitankern

Als weitere Besonderheit in diesem Projekt, das höchsten technischen Anforderungen genügen muss, ist der Einbau von bis zu 18 m langen Gleitankern zu nennen. Der Einbau eines

Gleitankers erfordert vom Geräteführer und von der Maschine Höchstleistungen. Die ASK 2 ist vertraglich dazu verpflichtet, bei der Systemankerung eine maximale Abweichung von 1/30 der Bohrlochlänge nicht zu überschreiten. Das bedeutet, dass bei einem 18 m langen Anker die Maximalabweichung bei 60 cm liegen darf. Die Einhaltung dieser zulässigen Bohrlochabweichung wird fortlaufend vom Auftraggeber durch Bohrlochvermessungen kontrolliert. Die Bohrarbeiten werden drehend mit Luftspülung ausgeführt. Dabei ist vom Bohrwagenfahrer darauf zu achten, den Bohrvorschub äußerst dosiert zu steuern. Das bedeutet, dass nie zu viel Anpressdruck aufgegeben werden darf, da anderenfalls die Bohrung aus der vorgegebenen geraden Bohrspur herauslaufen würde. Die Vorgabe zur geraden Bohrspur resultiert aus den Anforderungen des Ankereinbaus und der freien Ankerwirkung. Dies ist für die Erstellung einer Systemankerung ein extrem großer Aufwand. Sobald das Bohrloch gestoßen wurde, wird der Gleitanker abschnittsweise in das Bohrloch geschoben. Ein Gleitkopfanker von 18 m Länge wiegt etwa 100 kg. Nach dem Setzen des Ankers wird er mit einer Sicherungsplatte am Stoß fixiert, damit er weder aus dem Bohrloch herausrutschen, noch beim Verkleben herausgedrückt werden kann. Die Verklebung erfolgt mit einem Zweikomponenten-Silikatharz. Es werden nur die letzten zwei Meter des Ankers verklebt, damit die Freispielstrecke gewährleistet bleibt. Der Verklebeporgang wird lückenlos dokumentiert. Sowohl die Verklebedauer und der Verklebedruck jeder Komponente, als auch die verpumpte Menge an Harz wird computergestützt dokumentiert und gespeichert. Jeder Anker wird zwecks Eigensicherung und interner Dokumentation der Qualitätssicherung einer Zugprobe unterzogen. Diese Prüfungen hat sich die ASK 2 selbst auferlegt, sie gehört nicht zur vertraglich vereinbarten Leistungserbringung.

## Fazit

Die bislang ausgeführten Arbeiten haben gezeigt, dass sich die ausführenden Arbeitsgemeinschaften hervorragend auf die hohen Zielsetzungen im Endlagerbergbau eingestellt haben. Immer wieder ändernder Konzepte zum Trotz, die dieses Projekt unvermeidlich mit sich bringt, wurde stets mit einem hohen Maß an Flexibilität reagiert. Es ist davon auszugehen, dass auch zukünftige Hindernisse gemeinsam mit allen hochspezialisierten Projektverantwortlichen und motivierten Fachkräften gemeistert und unsere Gewerke ab 2020 dem Auftraggeber zur endgültigen Nutzung übergeben werden können.

Natascha Groll · [groll.natascha@ts-gruppe.com](mailto:groll.natascha@ts-gruppe.com)  
 Thomas Dreyszas · [dreyszas.thomas@ts-gruppe.com](mailto:dreyszas.thomas@ts-gruppe.com)  
 Hubertus Kahl · [kahl.hubertus@ts-gruppe.com](mailto:kahl.hubertus@ts-gruppe.com)