

THYSSEN MINING

# Report



[www.thyssen-schachtbau.de](http://www.thyssen-schachtbau.de)

2014/15







## IMPRESSUM

### *Herausgeber:*

THYSSEN SCHACHTBAU GMBH  
Sandstraße 107-135  
45473 Mülheim an der Ruhr  
Telefon +49 208 3002 - 0  
Telefax +49 208 3002 - 327  
info@ts-gruppe.com  
www.thyssen-schachtbau.de

### *Redaktion:*

Franz Stangl  
Jeanette Meier  
Joachim Gerbig

### *Übersetzung (englisch):*

KeyCom Konferenzdolmetschen  
Christa Gzil

### *Übersetzung (russisch):*

Lisa Zaydman

### *Gestaltung:*

Iris Huber, denkbetrieb.de, Werl

### *Fotos:*

Mitarbeiter TS Gruppe  
Archiv TS  
Archive TS-Beteiligungsges.  
Mitarbeiter von Projektpartnern

### *Druck:*

Druckhaus Cramer, Greven  
www.cramer.de

### *Titelbild:*

Ursula Ahlers  
Bergbautätigkeiten der THYSSEN  
SCHACHTBAU (Collage auf Leinwand)

### *Abbildung Umschlag innen:*

Gefrierlochbohren in der Russischen  
Föderation (Öl auf Leinwand)

Nachdruck und Übernahme auf  
Datenträger nur mit vorheriger  
Genehmigung des Herausgebers

I M P R E S S U M



# THYSSEN MINING Report 2014/15

## I N H A L T

	2	Der Vorstand informiert
	6	Betriebsrat der THYSSEN SCHACHTBAU GMBH: Rückblick und Perspektiven für die kommenden Jahre
	8	Die zwei Arbeitssicherheits-Managementsysteme der THYSSEN SCHACHTBAU GMBH: „SmS“ und „SCC“
	10	Thyssen Mining Construction of Canada Ltd – Ein kurzer Überblick und Dankesworte
	11	THYSSEN SCHACHTBAU GMBH: Tradition, Innovation und Erfolg auf hohem Niveau!
	17	Neue Märkte 1: Gründung der DTS in Polen
	19	Neue Märkte 2: Gesellschaftsgründung in Kasachstan
	21	Neue Märkte 3: Auf den Spuren Alexanders des Großen – Mazedonien
<b>STRECKENAUFFAHRUNG</b>	23	Die letzten 2170 m Streckenauffahrung auf dem Bergwerk Auguste Victoria führen zum Schacht 2 Wulfen
	25	Entwicklung zentraler Projekte für die Zukunft des Bergwerkes Prosper-Haniel
	28	Konventionelle Streckenauffahrung auf dem Steinkohlenbergwerk RAG Anthrazit Ibbenbüren GmbH
	30	Streckenauffahrung in großer Teufe und schwierigem Gebirge für kasachisches Chromerzbergwerk
	35	Das Cameco Cigar Lake-Projekt – Neue Österreichische Tunnelbauweise (NÖT)
<b>SCHACHTBAU</b>	40	Fördertechnik und Schachtbauausrüstungen für das Abteufen ultratiefer Schächte am Beispiel der laufenden Projekte WS-10 und SKS-1 in Norilsk
	45	Abdichtung der Tübbingsäule am Schacht SKS-1 in Norilsk mit Injektionsemulsion NOH20 (SCEM 66)
	48	Gefrierprojekte Mosaic-K3 und Newmont-Leeville
	52	Gefrieren war gestern – jetzt wird es heiß!
	55	Zweigniederlassung THYSSEN SCHACHTBAU Schweiz – Rückblick auf 12 Jahre erfolgreiche Arbeit
	58	Wechsel von Schachtröhrlösungen und Schachtkabeln für das Kalibergwerk Neuhof-Ellers der K+S KALI GmbH
	61	Endlagerbergwerk Konrad – Modernisierung der Schachtförderanlagen und Auffahrung angeschlossener schachtnaher Grubenräume
	67	Ertüchtigung des Drei-Brüder-Schachtes als Zugang zum Rothsönberger Stollen
	69	RAG-Schachtwasserhaltung: Montage von DN 1000-GFK-Rohrsträngen für den Betrieb von Pumpen zur Hebung der Grubenwässer
	72	Erneuerung einer Förderanlage am Schacht Fürstenhall auf dem Reservebergwerk „Siegfried-Giesen“ der K+S AG
	75	OLKO-Maschinentechnik GmbH liefert zwei Förderanlagen schlüsselfertig nach Turkmenistan
	78	Newmont-Leeville – Generalüberholung eines Teufhaspels
<b>BOHREN</b>	82	Auf neuen Wegen!
	85	Erstellung des Wetterbohrloches G 248, Bergwerk Prosper-Haniel, RAG
	89	Die steilste Standseilbahn der Welt
	91	Abenteuer Norwegen: Herstellen einer Schrägbohrung für ein Wasserkraftwerk
<b>PRODUKTION &amp; SERVICE</b>	94	Analyse und Entwicklungstendenzen der weltweiten Schachtbauaktivitäten
	99	Vergleichende Aspekte des gusseisernen Tübbingausbaus mit Beton-Stahlblechzylinder-Verbundausbau
	104	Gründung der THYSSEN SCHACHTBAU – Engineering
	106	Mechanisierter Schachtteufen
	111	Schachtanlage Asse: Konzeptplanungen für das Abteufen des Schachtes Asse 5
	113	Baustoffversorgungsanlage Kouzidong
	118	Cameco Cigar Lake-Projekt – Roherzförderanlage
	123	TS Technologie + Service GmbH: Spezialdienstleister u. a. für Montage-, Reparatur-, Kran- und Tortechnik
	126	Der neue Leitstand der EMSCHER AUFBEREITUNG GMBH – ein Umbau im laufenden Betrieb
	128	Servicewerkstatt in Mülheim an der Sandstraße im Aufbruch
	131	Die DIG Deutsche Innenbau GmbH stellt sich vor
<b>VERWALTUNG &amp; SONSTIGES</b>	134	Finanz- und Rechnungswesen, ein interner Dienstleister stellt sich vor
	135	Die THYSSEN SCHACHTBAU Gruppe bildet auch 2014 aus





Die Herren des Vorstands der THYSSEN SCHACHTBAU GMBH, Dipl.-Kfm. Michael Klein (l.) und Werner Lüdtke

*Sehr geehrte Damen und Herren,  
verehrte Geschäftspartner und  
Freunde unseres Hauses,  
liebe Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter,*

zunächst möchten wir uns bei Ihnen ganz herzlich bedanken für das große Interesse und die überaus positive Resonanz auf unseren zuletzt veröffentlichten Thyssen Mining Report 2012/13.

Mit dem neuen Thyssen Mining Report 2014/15 werden wir Ihnen wiederum einen detaillierten Überblick geben über die vielseitigen, interessanten und weltweiten Aktivitäten der THYSSEN SCHACHTBAU Gruppe sowie der Thyssen Mining Construction of Canada Ltd.

Zur sehr erfreulichen Geschäftsentwicklung beider Gesellschaften im Jahr 2013 haben mittlerweile rund 3600 Mitarbeiter ihren Beitrag geleistet. Obwohl die Marktsituation sowie die konjunkturellen Rahmenbedingungen keine guten Voraussetzungen boten, ist es uns gelungen, die Gesamtleistung auf nahezu 550 Millionen Euro zu steigern und somit unsere Marktposition nochmals auszubauen. Mit unseren qualifizierten und hoch motivierten Mitarbeitern sind wir nationalen sowie internationalen Auftraggebern der Bergbau-

und Bauindustrie auch in Zukunft ein zuverlässiger und innovativer Partner.

Nachfolgend stellen wir Ihnen die Gesellschaften der Gruppe kurz vor.

#### ■ THYSSEN SCHACHTBAU Gruppe

Als Bergbauspezialunternehmen in den Geschäftsfeldern Bergbau, Schachtbau und Bohren, Produktion und Service ist die THYSSEN SCHACHTBAU Gruppe national und international tätig. Unsere führende Stellung ist erwachsen aus der Fähigkeit, innovative Lösungen für die sich stets neu stellenden Herausforderungen auf dem komplexen Gebiet der Bergbauspezialarbeiten zu entwickeln und erfolgreich umzusetzen. Wir bieten unseren Kunden schlüsselfertige Leistungen von der Projektplanung mit Studien bis zur Ausführung der notwendigen Konstruktionen sowie die fachkompetente Durchführung der Arbeiten in unserem umfangreichen Leistungsspektrum an.

Nicht zuletzt wird die Einhaltung der Arbeitsschutz- und Arbeitssicherheitsrichtlinien der Unternehmensgruppe seit vielen Jahren konsequent verbessert und umgesetzt mit dem Ergebnis, dass wir das Unternehmen mit der geringsten Unfallkennziffer in der Branche sind.



Nach wie vor ist die Gruppe national im Wesentlichen in der Steinkohle, im Salz sowie im Endlagerbergbau für radioaktive Abfälle tätig.

Neben unseren nationalen und internationalen Beteiligungsgesellschaften unterhalten wir Betriebsstätten in der Schweiz, in Österreich, in Mazedonien, in Australien und in Russland.

### ■ THYSSEN SCHACHTBAU GMBH – Geschäftsbereich Schachtbau und Bohren

Der Bereich ist seit über 100 Jahren sowohl national als auch international tätig und hat weltweit über 280 Schächte geteuft. Er zählt zu den führenden Bergbauspezialgesellschaften der Welt. Neben der konventionellen Schachtteuftechnik gehören insbesondere das Zementations- und das Gefrierschachtverfahren sowie das voll mechanisierte Schachtbohren zu den Kernkompetenzen.

Eine große Herausforderung in jeglicher Hinsicht sind die derzeit abzuwickelnden Großprojekte in Russland. Mittlerweile bestehen Repräsentanzen in Moskau, Norilsk, Kotelnikovo, Perm/Usolje, Solikamsk, Kaliningrad und Saratov, um das anspruchsvolle Geschäft im gesamten Land abbilden und leisten zu können. Entsprechend der positiven Geschäftsentwicklung der letzten Jahre wurde das Personal sowohl in Deutschland als auch vor Ort sukzessive aufgestockt, um den komplexen Herausforderungen am Markt gerecht zu werden.

Außer den klassischen Auftraggebern aus der Rohstoffindustrie nutzen nunmehr auch Kraftwerksbetreiber und Tunnelbauer die hoch entwickelte Bergbautechnologie der THYSSEN SCHACHTBAU. Ergänzend hierzu unterhält die Gruppe ein eigenes Technisches Büro, das sämtliche Genehmigungs- und Ausführungsplanungen für die bergbauspezifischen Projekte unserer Gesellschaften erstellt. Diese Leistungen werden auch Kunden außerhalb der THYSSEN SCHACHTBAU Gruppe angeboten. Das in den letzten Jahren stark angestiegene Anlagevermögen durch umfangreich getätigte, zukunftsorientierte Investitionen bildet die Grundlage für eine weiterhin erfolgreiche Tätigkeit im In- und Ausland.

### ■ THYSSEN SCHACHTBAU GMBH – Geschäftsbereich Bergbau

Der Bereich ist auf allen Steinkohlebergwerken in Deutschland im horizontalen und vertikalen Bergbau für die RAG Deutsche Steinkohle AG tätig.

Zu den Tätigkeitsfeldern zählen vornehmlich die Streckenaufahrung sowie die untertägige Großraumerstellung und ein

umfassendes Angebotsspektrum sonstiger bergbaulicher Dienstleistungen. Zudem ist der Bereich tätig im Rahmen der Ewigkeitskosten in der Wasserhaltung. Durch die technologische Kompetenz und die hervorragenden Qualifikationen unserer Mitarbeiter ist der Bergbau für die nächsten Jahre bestens gerüstet und wirtschaftlich stabil aufgestellt.

### ■ THYSSEN SCHACHTBAU GMBH – Geschäftsbereich Verwaltung

Kaufmännisch betreut und unterstützt werden sämtliche operativen Einheiten des Unternehmens als Dienstleister vom Geschäftsbereich Verwaltung. Hierzu gehören insbesondere die Abteilungen Recht, Finanz- und Rechnungswesen, Controlling, Steuern, Personalwesen, Informatik, Einkauf und Arbeitsschutz/-sicherheit.

Ein besonderes Augenmerk wird aktuell auf die Entwicklung eines Compliance-Management-Systems gelegt. Dieses ist für die Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen, der unternehmensinternen Richtlinien und der von den gesetzlichen Vertretern festgelegten Ziele verantwortlich und hat ein regelkonformes Verhalten der gesetzlichen Vertreter und der Mitarbeiter des Unternehmens sowie gegebenenfalls von Dritten zu gewährleisten. Gleichzeitig wird damit die Handlungssicherheit jedes einzelnen Mitarbeiters gestärkt und eine größtmögliche Transparenz für unsere Vertragspartner geschaffen. Die Federführung des Compliance-Management-Systems obliegt dem Compliance-Officer, der der Rechtsabteilung unseres Unternehmens angegliedert ist.

### ■ TS BAU GMBH

Die TS BAU besteht mit ihren Standorten in Jena (Thüringen) und Riesa (Sachsen) nunmehr seit Mitte der neunziger Jahre und wickelt Aufträge im gesamten Bundesgebiet ab.

Neben dem auch schlüsselfertig angebotenen Hoch- und Industriebau umfasst das Leistungsspektrum insbesondere den Deponiebau, den Straßen-, Gleis- und Tiefbau, Abbrucharbeiten mit Bauschuttrecycling, Bergbauspezialarbeiten, Rohrleitungsbau, grabenlose Rohrverlegung sowie Wasserleitungs- und Kanalsanierung nach Spezialverfahren.

Zwei weitere Beteiligungen im Deponiebau und in der Rohstoffgewinnung runden das erfolgreiche Portfolio ab.

Die Gesellschaft beschäftigt rund 370 Mitarbeiter und erwirtschaftet derzeit ein Geschäftsvolumen von nahezu 50 Millionen Euro.





### ■ DIG DEUTSCHE INNENBAU GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG

Die DIG ist seit fast 50 Jahren eine der ersten Adressen für hochwertigen Innenausbau. Ihre Aktivitäten umfassen die komplette Ausführung von Innenausbauten als Generalunternehmer, wobei sich die Gesellschaft auf Großprojekte konzentriert. Diese umfassen Beratung, Planung und Ausführung im standardisierten Trockenbau und im anspruchsvollen nationalen und internationalen Komplettausbau von Großprojekten. Hierzu zählen im Wesentlichen Flughäfen, Krankenhäuser, Banken, Hotels, Einkaufszentren und Verwaltungsgebäude.

Auf Europas größter Baustelle „The Squire“ am Flughafen Frankfurt am Main war die DIG federführend für die Gestaltung und Ausführung des Innenausbaus verantwortlich.

### ■ TS Technologie + Service GmbH

Die Gesellschaft TS Technologie + Service ist ein modern ausgerichtetes Dienstleistungsunternehmen. Mit ihrer auf neuestem Stand befindlichen Technik bietet sie von der Idee bis zur technischen Umsetzung Lösungen für die individuellen Anforderungen ihrer Kunden an.

Schwerpunkt der Geschäftstätigkeit des Unternehmens liegt in den Geschäftsfeldern Schweißtechnik, Zerspanungstechnik, Reparatur, Montage, Gebäudetechnik, Kran- und Tortechnik sowie Elektrotechnik. Instandhaltungs- und Demontearbeiten

ten runden das Spektrum als Einzel- oder Komplettlösung ab. Ein leistungsstarker Maschinenpark auf rund 7600 qm<sup>2</sup> Produktionsfläche mit Krankapazitäten für Stückgewichte bis 80 t ermöglicht die Fertigung voluminöser und schwerer Konstruktionen. Durch die Anschaffung zweier Großbohrwerke konnte die Angebotspalette für ihre Kunden, die im Wesentlichen in der Kraftwerks- und Hüttentechnik, im Maschinenbau und im Bergbau zu Hause sind, noch einmal erheblich erweitert werden.

Die enge Kommunikation mit ihren Auftraggebern zur optimalen und termingerechten Produktherstellung steht dabei stets im Vordergrund.

### ■ OLKO-Maschinentechnik GmbH

Die in 2012 erworbene OLKO-Maschinentechnik ist führend im Bau von Fördermaschinen, Friktionswinden, mobilen und stationären Rettungswinden sowie in der Baustofftechnik. Seit Aufnahme in den Firmenverbund konnte die Gesellschaft ihr Geschäftsvolumen mehr als verdoppeln und ist als Systemanbieter mit derzeit 100 Mitarbeitern in der Lage, sowohl Schachtbautechnik als auch die dazugehörige Förder- und Baustofftechnik aus einer Hand anzubieten, ein weltweit einmaliges Alleinstellungsmerkmal bei der Realisierung von Schachtbau- und Fördermaschinenprojekten.

Neben den heimischen Auftraggebern und Geschäftspartnern ist es dem Unternehmen damit gelungen, sich auch auf dem internationalen Markt hervorragend zu platzieren.

Die Gesellschaft ist das erste Unternehmen in ihrer Branche, das eine Baustoffförderanlage nach China liefert und implementiert.

### ■ EMSCHER AUFBEREITUNG GMBH

Seit 1957 ist die Gesellschaft nunmehr im Bereich Mahlung und Trocknung von PCI-Staubkohle (Pulverized Coal Injection) tätig und mittlerweile größter PCI-Kohleermahler Europas. Das Unternehmen betreibt am Standort Duisburg sechs Mahltrocknungsanlagen und verfügt über ausgeprägte Kenntnisse der vielfältigen Verfahrensabläufe, insbesondere im Zusammenhang mit den variierenden Weltkohlen- und Petrolkoksarten, die zur Vermahlung bei gleichzeitiger Trocknung eingesetzt werden.

Seit 1987 versorgt die Gesellschaft als einziger Lieferant alle Hochöfen der ThyssenKrupp Steel AG in Deutschland mit PCI-Kohle. Mit der vorhandenen Anlagenkapazität von rund 2,1 Millionen Tonnen im Jahr ist die Versorgungssicherheit



des Kunden bei der sensiblen Roheisenproduktion an 365 Tagen im Jahr gewährleistet.

### ■ Thyssen Schachtbau Immobilien GmbH

Die Thyssen Schachtbau Immobilien ist verantwortlich für den Immobilienbestand der THYSSEN SCHACHTBAU Gruppe im gesamten Bundesgebiet. Zu ihrem Portfolio gehören überwiegend Bürogebäude und Werkstatthallen, aber auch Häuser, Mietwohnungen, Grundstücke und industriell genutzte Flächen.

Im Thyssen-Industriepark in Mülheim an der Ruhr betreibt die Gesellschaft eine der größten Photovoltaikanlagen in der Region. Zudem wurde hier ein neues umweltfreundliches Energiekonzept umgesetzt, hauptsächlich bestehend aus einer komplett neuen Brennwerttechnik und Umwälzpumpen, neuer Beleuchtung und einem neuen Heizsystem für sämtliche Produktionshallen.

### ■ Thyssen Mining Construction East OOO

Die 2008 gegründete Gesellschaft in Moskau ist im Wesentlichen zuständig für den Import und Export von Maschinen und Geräten nach Russland. Zudem beschäftigt sie Mitarbeiter für spezielle Sprengarbeiten im russischen Markt.

### ■ TOO SCHACHTBAU Kasachstan

Die gemeinsame Gesellschaft mit unserem Partner SCHACHTBAU NORDHAUSEN GmbH (je 50 % Anteil) wurde 2011 gegründet mit dem Ziel, Aufträge und Projekte im kasachischen Markt zu akquirieren.

Derzeit befindet sich der erste Auftrag in der Abwicklung, die Auffahrung einer 4150 m langen Strecke in Chromtau.

### ■ Thyssen Mining Construction of Canada Ltd.

Die Gesellschaft hat ihren Hauptsitz in Regina, Saskatchewan und ist auf Teufen von Kalischächten in schwierigem und anspruchsvollem Gebirge spezialisiert. TMCC hat inzwischen eine Reihe von Niederlassungen und Arbeitsgemeinschaften gegründet, die zur Erweiterung des Serviceangebotes und der geografischen Präsenz innerhalb Nordamerikas beitragen: CMAC-Thyssen mit Sitz in Val D'Or, Quebec, die Gesellschaft AMC, Jetcrete North America, Sovereign-Thyssen und das jüngste Unternehmen, das Thyssen-Abergeldie Joint Venture.

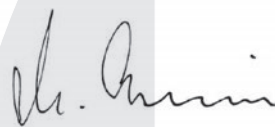
*Liebe Leserinnen und Leser,*

unsere Kunden und Geschäftspartner stehen für uns und unsere Mitarbeiter unverändert im Mittelpunkt. Mit erstklassiger Technik, innovativen Ideen und einem Höchstmaß an Qualität, Sicherheit und Termintreue wissen wir zu überzeugen – das zeichnet unsere Unternehmensgruppe aus.

Hinzu kommen unsere engagierten und hochmotivierten Mitarbeiter, bei denen wir uns an dieser Stelle für ihren unermüdlichen und konzentrierten Einsatz noch einmal bedanken. Wie Sie den Kurzdarstellungen der Gesellschaften entnehmen werden, sind wir in der Lage, unseren Kunden im In- und Ausland die unterschiedlichsten Dienstleistungen sowie eine breit gefächerte Produktpalette anzubieten.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß beim Lesen der nachfolgenden Berichte zu einigen besonderen Projekten unserer Gesellschaften und hoffen, Ihnen einen informativen Einblick über die vielseitigen und interessanten Aktivitäten unserer Unternehmensgruppe zu geben.

Mit einem herzlichen Glückauf  
Ihre



Michael Klein



Werner Lüdtke





Betriebsrat THYSSEN SCHACHTBAU GMBH

## Betriebsrat der THYSSEN SCHACHTBAU GMBH: Rückblick auf das Jahr 2013, Perspektiven für die kommenden Jahre

*Sehr geehrte Damen und Herren,  
liebe Kolleginnen und Kollegen,*

das Jahr 2013 war für alle Mitarbeiter unserer Gesellschaft erneut mit großen Herausforderungen verbunden. Dies begründet sich zum einen mit dem schwierigen und zum Teil politisch geprägten Geschäft im deutschen Steinkohlenbergbau der RAG; andererseits aber auch mit den stetig wachsenden Herausforderungen der Projekte, hauptsächlich des Bereiches Schachtbau und Bohren, dort insbesondere in den aktuellen und zum Teil sehr komplexen Auslandsprojekten. Die Anforderungen an die Mitarbeiter unseres Unternehmens werden immer größer und erfordern von jedem Einzelnen vollen Einsatz, damit unser Unternehmen weiterhin am Markt auch in den kommenden Jahren erfolgreich tätig sein kann.

### ■ Rückblick

Damit Sie einen Einblick und Eindruck von den Arbeiten des Betriebsrates bekommen, möchten wir Ihnen einen kurzen

Tätigkeitsbericht aufzeigen. In den 37 Betriebsausschusssitzungen des Betriebsrates fanden 2013 folgende Aktivitäten mit den entsprechenden Entscheidungen statt:

Personaleinstellungen	105
Personalabkehr, inkl. Zeitverträge und Leiharbeiter sowie Ausscheiden durch Rente	202
Personalverlegungen	241
Personalgespräche	277
Teilnahme an Arbeitsschutz-Ausschusssitzungen	4
Projektbefahrungen und -begehungen	86
davon mit Behördenvertretern	14
Betriebsratssitzungen und Betriebsversammlungen (1.1. – 31.8.13)	8

Einige unserer Betriebsratskollegen sind ehrenamtlich an den Sozial- und Arbeitsgerichten tätig, ferner im Rentenausschuss der BGRCI. Anhand dieses breiten Spektrums kann man erkennen, wie vielfältig die Aktivitäten des Betriebsrates sind.



## ■ Perspektiven

Der Betriebsrat wird für die Bewältigung seiner Aufgaben auch in Zukunft Ihre Unterstützung benötigen. Bitte sprechen Sie uns an und bringen Sie sich ein, wir sollten weiterhin gemeinsam die THYSSEN SCHACHTBAU erfolgreich entwickeln und nach vorne bringen.

Die demographische Entwicklung führt bereits zu einem Fachkräftemangel. Diese Tendenz wird sich in den nächsten Jahren noch verstärken. Unsere Antwort darauf kann nur Ausbildung, Qualifizierung und Weiterbildung sein.

Derart gestaltetes Personalmanagement bildet die Voraussetzungen für unsere Wettbewerbsfähigkeit in der Zukunft. Hier sind alle Partner im Betrieb gefragt. Das Unternehmen kann diese Entwicklung forcieren und unterstützen. Aber auch für uns Beschäftigte gilt: Lasst uns Teil der Wissensgesellschaft bleiben, denn nur durch lebenslanges Lernen können wir in dieser sich schnell wandelnden Welt unser hohes Niveau halten!

Einige spezielle Themen werden uns in Zukunft beschäftigen:

## ■ Gute Arbeit

Wir sprechen von guter Arbeit, wenn folgende Voraussetzungen gegeben sind:

1. Ein sicheres und reguläres Beschäftigungsverhältnis
2. Eine leistungsgerechte Entlohnung
3. Die Anerkennung der Leistung
4. Ein respektvoller Umgang miteinander
5. Persönliche Entwicklungschancen
6. Gute Qualifizierungsangebote
7. Eine Arbeitsorganisation, die dauerhafte, systematisch bedingte Überlastung vermeidet
8. Arbeitsanforderungen, die zur persönlichen Erfahrung und zum Lebensalter passen

Gute Arbeit ist kein „Rundum-sorglos-Paket“ oder „Wohlfühlpaket“ für Beschäftigte, sondern beschreibt die Bedingungen, die jede und jeder braucht, um leistungsfähig zu sein und gute Arbeitsergebnisse erbringen zu können. Motivierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die Wertschätzung erfahren, die sich fit fühlen – körperlich, wie fachlich –, die sich gerecht behandelt fühlen und gut von ihrer Arbeit leben können, sind ein unschätzbar wertvolles Gut für jedes Unternehmen.

## ■ Vereinbarkeit von Beruf und Familie

Frauen und insbesondere auch Männer würden sich gern mehr in der Familie engagieren. Dazu wünschen sich 60 % der Väter und 41 % der Mütter eine Reduzierung ihrer Wochenstunden, um die so gewonnene Zeit mit der Familie verbringen zu können. Entsprechend hoch ist das Interesse am Thema „Vereinbarkeit von Beruf und Familie“.

## ■ Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit

Ein weiteres Thema liegt uns besonders am Herzen: Das Thema Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit. Auch wenn wir das Jahr 2012 mit den besten Unfallkennziffern der Geschichte der THYSSEN SCHACHTBAU abschließen konnten, haben wir in 2013 unsere Ziele leider nicht ganz erreicht. Das Thema Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit benötigt insofern auch in Zukunft weiterhin unserer gemeinsamen Anstrengung. Denn jeder Unfall ist ein Unfall zu viel. Wir können gar nicht gut genug werden; das zeigen die letzten Statistiken. Statistik ist eine unpersönliche Sache, aber hinter jeder Zahl steht auch immer ein Mensch mit seiner Familie, die unter den Auswirkungen eines Arbeitsunfalles sowohl gesundheitlich als auch wirtschaftlich zu leiden haben.

## ■ Dank für entgegengebrachtes Vertrauen!

Wir möchten die Gelegenheit wahrnehmen, uns im Namen aller Betriebsratskollegen für das uns entgegengebrachte Vertrauen zu bedanken. Im Auftrag unserer Mannschaft wünsche ich Euch alles Gute und darüber hinaus den Männern und Frauen, die täglich in den Berg fahren, für ihre Tätigkeit die dazugehörige Portion Bergmannsglück.

*Bernd Grätz · [gratz.bernd@ts-gruppe.com](mailto:gratz.bernd@ts-gruppe.com)  
Betriebsratsvorsitzender*



# Die zwei Arbeitssicherheits-Managementsysteme der THYSSEN SCHACHTBAU GMBH: „SmS“ und „SCC“

Die THYSSEN SCHACHTBAU GMBH ist ein sicherheits-zertifiziertes Unternehmen, das einen systematischen Arbeitsschutz betreibt.

## ■ SmS

Seit 2004 besitzt THYSSEN SCHACHTBAU das Gütesiegel „Sicher mit System“ (SmS), welches dem internationalen OHSAS 18001-Standard entspricht (Occupational Health- and Safety Assessment Series). SmS wird in Deutschland von der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Bochum (BG RCI), verliehen. In den Reauditierungen der Jahre 2008 und 2011 hat THYSSEN SCHACHTBAU jeweils den Nachweis eines systematischen Arbeits- und Gesundheitsschutzes erbracht.



## ■ SCC

Die Internationalisierung im Geschäftsbereich Schachtbau und Bohren erfordert nun eine Erweiterung des bestehenden Sicherheits-Managementsystems auf das „Safety Certificate Contractors“ (SCC). Das Sicherheitszertifikat Kontraktoren ist ein Regelwerk für ein zertifizierbares Managementsystem. Es wurde in der Petrochemie für Unternehmen entwickelt, die als Subunternehmer (Kontraktoren) tätig werden wollen und vereinigt Belange aus Arbeitssicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz. Es ist ein kombiniertes Arbeits- und Umweltschutzmanagementsystem.

Es besteht die unternehmensinterne, ambitionierte Zielvorgabe, bis zur Mitte des Jahres 2015 das SCC-Managementsystem im Unternehmen einzuführen. SCC ist ein kombiniertes Arbeitssicherheits-, Gesundheits- und Umweltschutz-Management-system mit dem Ziel, unsichere Handlungen, unsichere Situationen, Betriebsstörungen und Unfälle zu vermeiden, die ihren Ursprung im Verhalten der Mitarbeiter von Kontraktoren haben.

SCC stellt Mindestanforderungen an das Arbeitssicherheits-, Gesundheitsschutz- und Umweltschutz- Management eines Unternehmens. Es beschreibt einen Mindeststandard und dient der Bewertung der Sicherheitsmanagementleistung von Kontraktoren auf der Basis einheitlicher, anerkannter Kriterien. Grundlage einer SCC-Zertifizierung bildet das deutsche, normative SCC-Regelwerk, das unter Berücksichtigung des deutschen Arbeitsschutzrechts entwickelt wurde.

Das Verfahren der Zertifizierung folgt dem Grundsatzvorgehen, dass eine Zertifizierung erst dann erfolgen kann, wenn



die entsprechenden Richtlinien und Unterlagen des Unternehmens seit mindestens drei Monaten in Kraft sind. Alle Bereiche des Arbeitssicherheits-, Gesundheits- und Umweltschutzes werden bei der Zertifizierung durch einen akkreditierten Auditor nach der folgenden SCC-Checkliste geprüft:

Kapitel	Thema
1	Politik, Organisation und Engagement des Managements
2	Gefährdungsbeurteilung
3	Schulung, Information und Unterweisung
4	Bewusstsein
5	Projektplan
6	Umweltschutz
7	Vorbereitung auf Notfallsituationen
8	Inspektionen
9	Betriebsärztliche Betreuung
10	Beschaffung und Prüfung von Maschinen, Geräten, Ausrüstungen und Arbeitsstoffen
11	Beschaffungen von Dienstleistungen
12	Meldung, Registrierung und Untersuchung von Unfällen, Beinaheunfällen und unsicheren Situationen

### ■ Stufenweise Auditierung

Die Auditierung erfolgt in zwei Stufen. In der Stufe 1 wird die Arbeitssicherheits-, Gesundheits- und Umweltschutz-Dokumentation des Unternehmens bewertet sowie eine erste Auditierung im Unternehmen durchgeführt, um die Zertifizierungsreife im Gespräch mit der Unternehmensleitung und den Beschäftigten festzustellen. Ist das Audit der ersten Stufe erfolgreich absolviert, kann das Audit der zweiten Stufe geplant und durchgeführt werden. Der Auditor besucht neben der Unternehmenszentrale auch Baustellen, Werkstätten und Montagestellen, beobachtet die Arbeitssicherheits-, Gesundheits- und Umweltschutz-Rahmenbedingungen, unter denen gearbeitet wird, befragt Beschäftigte bei der Arbeit und nimmt Einsicht in Nachweise zur Bewertung aller zutreffenden Checklistenfragen.

### ■ Stand der internen Zertifizierungsvorbereitungen

THYSSEN SCHACHTBAU arbeitet seit einem Jahrzehnt nach dem Arbeitsschutzmanagement „Sicher mit System“. Die oben genannten Mindestanforderungen des SCC-Managementsystems sind in dem SmS-System enthalten, ausgenommen die Schulung der operativen Mitarbeiter und der Führungs-

kräfte. Die Aufgabe besteht darin, die Schulung der Mitarbeiter vorzunehmen, sie zu prüfen und zu qualifizieren.

### ■ Schulung der Mitarbeiter

Die Schulungen der operativen Mitarbeiter und der Führungskräfte werden nach definierten Kriterien durchgeführt. Führungskräfte werden extern entsprechend der Norm „Dok. 17“ der Deutschen Wissenschaftlichen Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle e. V. (DGMK) geschult und geprüft; operativ tätige Mitarbeiter vor Ort nach der Norm „Dok. 18“ der DGMK.

### ■ Was ist noch zu tun?

Die Lücken und Defizite, die sich aufgrund der Auswertung von Fragenkatalogen ergeben, müssen geschlossen und abgestellt werden. Beispielhaft sind hier die Beurteilung von operativ tätigen Führungskräften unter Berücksichtigung der Arbeitssicherheits-, Gesundheits- und Umweltschutz-Aspekte, die Einführung von Last-Minute-Risk-Analysen (LMRA) unmittelbar vor Arbeitsbeginn, die Untersuchung der Unfälle ohne Arbeitsausfall, die Aktualisierung der Unfallstatistik mit der Unterschrift der Geschäftsführung und die Einhaltung von SCC-Schwellenwerten zu nennen.

### ■ Ausblick

Entsprechend dem allgemein bekannten Leitsatz „Es gibt nichts Gutes, es sei denn, man tut es“ sind wir auf einem guten Weg, die SCC-Zertifizierung bis zur Jahresmitte 2015 erfolgreich abgeschlossen zu haben. Mit dieser Zertifizierung wird die Hoffnung verbunden, weitere Impulse für ein erfolgreiches Arbeitssicherheitswesen zu setzen und im nationalen und internationalen Bergbau die Vorreiterrolle auf dem Gebiet der Arbeitssicherheit von Kontraktoren zu verteidigen.

*Burkhard Büdel · buedel.burkhard@ts-gruppe.com  
Christian Emmerich · emmerich.christian@ts-gruppe.com*



# Thyssen Mining Construction of Canada Ltd – Ein kurzer Überblick und Dankesworte

**Seit der Gründung im Jahr 1964 besteht die Thyssen Mining in Regina, Saskatchewan, um Kalisalzschächte in den schwierigen geologischen Gebirgsverhältnissen der Region zu teufen und seither blieb auch die nordamerikanische Hauptverwaltung der Thyssen Mining in Regina bestehen. Saskatchewan besitzt die weltgrößten Kalisalzvorkommen und die weltweit reichsten Uranerzminen. Die Thyssen Mining wurde zu einem der größten Privatunternehmen in der Provinz Saskatchewan.**

Thyssen Mining hat eine Vielzahl von Tochtergesellschaften und Arbeitsgemeinschaften gegründet, um den Umfang der Servicedienstleistungen und die geografische Präsenz in Nordamerika zu erweitern. CMAC-Thyssen ist in Quebec ansässig mit einem Büro in Val'Or, dem Zentrum der Goldbergbauindustrie in der Provinz Quebec und bietet Serviceleistungen im untertägigen Bergbau sowie die breit gefächerte Fertigung von spezieller Bohrausrüstung für den Abbaubetrieb an.

AMC ist ein Unternehmen, das TMCC gemeinsam mit der Redpath-Gruppe besitzt und speziell gegründet wurde, um Servicedienstleistungen für die Kalisalzindustrie im Bereich des Schachtteufens und der damit verbundenen Arbeiten anzubieten. Jetcrete North America ist ein Gemeinschaftsunternehmen, das spezialisierte Spritzbeton- und Beton-Dienstleistungen für die nordamerikanische Bergbauindustrie an-

bietet. Sovereign-Thyssen bietet Injektionen und Lösungen für Wasserabdichtkonzepte unter Nutzung eines patentierten Injektionspolymers, genannt NOH20, an.

Unsere neueste Unternehmung, das Thyssen-Abergeldie Joint Venture, wird unseren kanadischen Kunden Dienstleistungen zum Blindschachtbohren anbieten.

Und nicht zuletzt ist die Thyssen Mining stolz auf die langjährigen und sehr erfolgreichen Beziehungen zu unseren kanadischen Ureinwohnern, den Méti und Inuit Partnern bei dem Mudjatic Thyssen Mining Joint Venture (Saskatchewan), Youdin-CMAC-Thyssen (Quebec) and Sarliaq (Nunavut).

Ich danke unseren Kunden, Geschäftspartnern und Mitarbeitern, die Thyssen Mining zu einem sicheren, produktiven und weltweit erstklassigen Bergbaubauspezialunternehmen machen.



René Scheepers  
RScheepers@thyssenmining.com

Hauptverwaltung in Regina, SK, Kanada





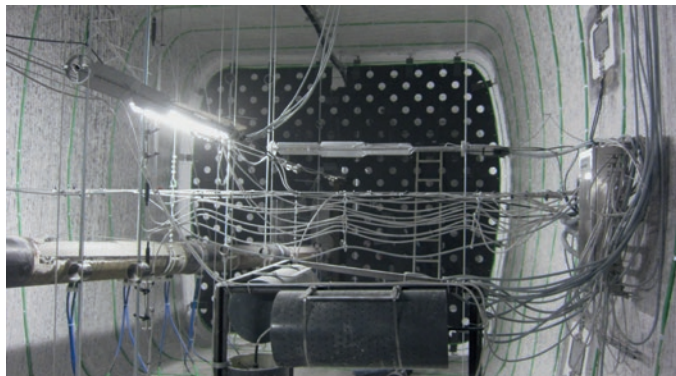


Abb. links oben: Fördermaschine, ein Produkt der OLKO-Maschinentechnik

Abb. links unten: Errichten eines Abdichtungsbauwerkes im Steinsalz

Abb. rechts: Schachtarbeiten zur Errichtung des Endlagers Konrad

## THYSSEN SCHACHTBAU GMBH: Tradition, Innovation und Erfolg auf hohem Niveau!

**THYSSEN SCHACHTBAU GMBH: Bergbauspezialgesellschaft mit Aktivitäten in Deutschland, der Schweiz, in Österreich, auf dem Balkan, in Polen sowie in Russland und Kasachstan. Das Unternehmensmotto „Mit vollem Einsatz“ versinnbildlicht die zukunftsorientierte Unternehmenskultur und den nachhaltigen Erfolg der Gesellschaft.**

**THYSSEN MINING GROUP: Byrnescut Mining, Australien, THYSSEN Mining Construction of Canada und THYSSEN SCHACHTBAU, Deutschland, erzielen 2013 mit 6500 Mitarbeitern einen Rekordjahresumsatz von 1,2 Milliarden Euro. Weltweiter Dienstleister für die Erschließung und Gewinnung von Lagerstätten.**

### ■ Geschäftsverlauf der THYSSEN SCHACHTBAU

THYSSEN SCHACHTBAU in Mülheim an der Ruhr führt traditionell Schachtbau- und Bohrarbeiten sowie untertägigen

Streckenvortrieb aus. Sie ist heute mit Niederlassungen in Moskau (Russland), Almaty (Kasachstan), Sedrun (Schweiz), Graz (Österreich), Skopje (Mazedonien) und Kattowice (Polen) vertreten.

Seit Gründung der Gesellschaft 1871 bilden der Schachtbau, der Streckenvortrieb und die Bohrtechnik den Schwerpunkt der geschäftlichen Tätigkeit. In der Aus- und Vorrichtung von Rohstofflagerstätten, das heißt in der Schaffung der für den Betrieb eines Bergwerks benötigten untertägigen, räumlichen Infrastruktur, lag und liegt die Kernkompetenz der montanistisch geprägten Gesellschaft. Mit den Aufträgen der OAO Norilsk Nickel ist die Errichtung kompletter Bergwerksinfrastruktur „auf grüner Wiese“ in das Portfolio der Gesellschaft aufgenommen worden. Die Gesamtleistung der Gesellschaft hat sich insbesondere in den letzten zwei Jahren kräftig erhöht.

Die Mitarbeiterzahl stieg im Verlauf des Berichtszeitraumes auf nahezu 850 Mitarbeiter im Bereich „Schachtbau und Bohren“



an. Gemeinsam mit dem horizontalen Streckenvortriebsbereich „Bergbau“ beläuft sich die Gesamtmitarbeiterzahl in den beiden bergmännischen Bereichen auf aktuell 1200 Mitarbeiter. Hinzu kommen die Mitarbeiter in der Verwaltung. Das Durchschnittsalter der Mannschaft beträgt 41 Jahre. Investitionen in moderne Maschinen und in Maßnahmen der Weiterqualifikation des Personals konnten fortgesetzt werden und sorgen dafür, auch in Zukunft für technisch sichere Höchstleistungen auf Innovationsniveau zur Verfügung zu stehen.

Die Geschäftstätigkeit der Gesellschaft wurde in den Jahren 2012 und 2013 stark durch die Herausforderungen in der Russischen Föderation mit der Errichtung zweier Bergwerkskomplexe, die u.a. das Abteufen der tiefen Schächte in Norilsk für die OAO Norilsk Nickel beinhalten sowie durch die komplizierten und anspruchsvollen Bohr- und Gefrierschachtbautätigkeiten der EuroChem für die Kalisalz-Lagerstätten in Gremjatshinskij und Palascherskij geprägt. Im nationalen Endlagerbergbau können innovative Projekte erfolgreich durchgeführt werden. Auf den Gebieten des nicht mechanischen Ladens von Ausbruchbergen beim Schachtabteufen und des hochmechanisierten Schachtbohrens auf Vorbohrloch befinden sich technische Weiterentwicklungen in der Umsetzung.

### ■ Bergbauspezialarbeiten in Deutschland

In Deutschland konzentriert sich das Geschäft traditionell auf den Steinkohlen-, Kali- und Steinsalzbergbau sowie insbesondere auf den Bergbau für die Endlagerung radioaktiver Abfälle.

Im deutschen Steinkohlenbergbau der RAG ist THYSSEN SCHACHTBAU seit vielen Jahrzehnten mit Teilschnittmaschi-

Anschneiden der Schachtbohrung mit der Schachtbohrmaschine VSB VI



nenauffahrungen und konventionellen Streckenvortrieben unter Anwendung von Bohr- und Sprengarbeit tätig.

Nach wie vor ist der nationale Endlagerbergbau für radioaktive Stoffe ein wichtiges Standbein der Gesellschaft: Schwerpunkt dieser Tätigkeit bildet das Endlager Konrad der Deutschen Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE), für das die beiden Tagesschächte des ehemaligen Eisenerzbergwerkes auf endlagerechten Betrieb umgebaut werden sowie schachtnahe Grubenräume neu aufgefahren und ausgediente Grubenräume ertüchtigt werden. Die Seilfahrtsanlagen der beiden Schächte sind zudem zu erneuern. Diese Baumaßnahmen sind Bestandteil umfangreicher Arbeiten der DBE, um dem Bund Einlagerungskapazitäten für radioaktive Abfälle zur Verfügung zu stellen. Der Umbau des ehemaligen Eisenerzbergwerkes zum Endlager für radioaktive Abfallstoffe wird voraussichtlich bis 2020 andauern.

Für das ausgediente Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM), DBE, konnte ein In-situ-Abdichtbauwerk im Steinsalz als Bestandteil des Langzeitsicherheitsnachweises des Endlagers erfolgreich errichtet werden. Das Abdichtbauwerk ist ca. 25 m lang und besteht aus ca. 500 m<sup>3</sup> Salzbeton und umfangreicher Messtechnik. Druckversuche konnten die Anforderungen an die Abdichtungstechnik und Bauwerksdichtigkeit nachweisen.

Zwischenzeitlich wurde THYSSEN SCHACHTBAU durch DBE mit der Errichtung eines vertikalen Dichtelements für das Endlager Morsleben beauftragt. Ein derartiges Dichtelement ist u. a. für die Verschließung der Schächte im Rahmen von Bergwerksstilllegungen erforderlich.

Gemeinsam mit der OLKO-Maschinenteknik GmbH wurde für den Schacht Bartensleben des Morslebener Endlagers eine neue Schachtförderanlage geliefert und installiert. Einen ähnlichen Auftrag erhielt THYSSEN SCHACHTBAU gemeinsam mit OLKO von der K+S KALI GmbH: Für den ca. 800 m tiefen Schacht Fürstenhall des Reservebergwerkes Siegfried-Giesen wurde eine Schachtförderanlage projektiert, geliefert und installiert.

### ■ Spezialtiefbaurbeiten in der Alpenregion seit mehr als 12 Jahren – Erweiterung der geschäftlichen Tätigkeit auf den Balkan

THYSSEN SCHACHTBAU ist mittlerweile seit mehr als 12 Jahren durchgehend mit Schachtbau, Raise- und Kernbohrungen in der Schweiz tätig. Gemeinsam mit der Schweizer IMPLERIA Bau AG wurde zur nachhaltigen Durchführung dieser Arbeiten die Dauerarbeitsgemeinschaft TIMDRILLING gegründet.



In Österreich wurde eine Mannschaft aufgebaut, die in den letzten fünf Jahren zahlreiche Explorationsbohrungen durchgeführt und Raisebohrschächte erstellt hat. Der Markt in der Alpenregion konnte dadurch weiter gefestigt werden. Eine Ausdehnung des Geschäftes auf den Balkan hat stattgefunden: Aufträge in Mazedonien, Slowenien und Bosnien konnten akquiriert und erfolgreich durchgeführt werden.

In Mazedonien wurde ein Auftrag zur Herstellung von zehn Raisebohrschächten akquiriert. Bis zu 800 m tiefe Explorationsbohrungen werden in Slowenien hergestellt und für das Steinsalzbergwerk Tuzla, Bosnien, werden Solelaugungsbohrungen durchgeführt.

Das Geschäft basiert und funktioniert nur auf Grund des unermüdlichen Einsatzes unserer Mitarbeiter, die eine extrem hohe und einsatzfreudige Leistungsbereitschaft vorleben.

### Schachtbau in Russland

In Russland ist die Gesellschaft mit Schachtbauprojekten in den Regionen Wolgograd, Perm und Krasnojarsk tätig. Schachtbauprojekte mit über 2000 m Teufe sowie Gefrierschächte mit bis zu etwa 820 m Gefrierteufe entstehen. In Norilsk werden für die OAO Norilsk Nickel zwei komplette Erzbergwerke errichtet.

### Neue Märkte in Kasachstan und Polen

Die Vorgaben hinsichtlich einer strategischen Markterweiterung der THYSSEN SCHACHTBAU wurden vollumfänglich er-



Kohlebergwerk in Polen

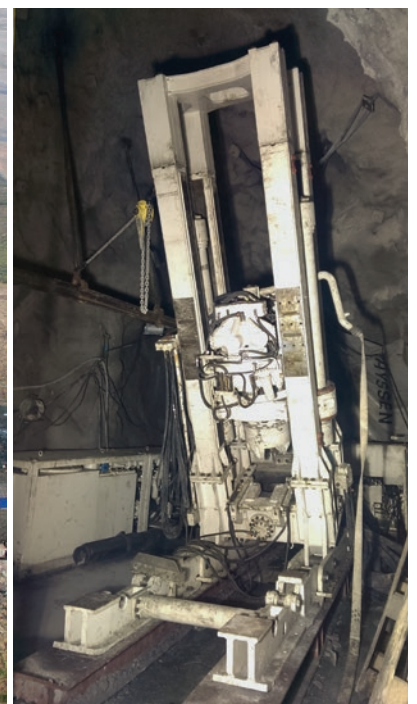
füllt: Sowohl in Kasachstan als auch in Polen wurden neue Beteiligungsgesellschaften gegründet.

THYSSEN SCHACHTBAU hat mit SCHACHTBAU NORDHAUSEN GmbH, Nordhausen, in Almaty eine gemeinsame Bergbauspezialgesellschaft gegründet: Die TOO SCHACHTBAU Kasachstan hat die Zielsetzung, sich mittelfristig im kasachischen Bergbau mit Bergbauspezialarbeiten zu etablieren. Ein erster Auftrag wurde mit der Auffahrung umfangreicher, untertägiger Streckennetze für das Chromitbergwerk „10. Jahrestag der Unabhängigkeit Kasachstans“ der kasachischen Bergwerksgesellschaft „AO TNK Kazchrome“, Filiale Donskoy GOK, akquiriert. Im August 2013 wurden die Streckenvortriebsarbeiten aufgenommen, die bis in das Jahr 2017 laufen.

Errichtung von zwei schlüsselfertigen Bergwerken in Norilsk, Sibirien



Raisebohren in Mazedonien







Gefrierbohrungen, Gefrieren und Auftauen in Russland



Streckenvortrieb in schwierigem Gebirge in Chromtau, Kasachstan

In Kattowice wurde Anfang 2013 gemeinsam mit der Deilmann-Haniel GmbH, Dortmund, die polnische Bergbauspezialgesellschaft Deilmann-Thyssen Schachtbau sp. z o.o. gegründet.

### ■ Zukünftige Strategie der THYSSEN SCHACHTBAU

Die gesamtwirtschaftliche Situation der Bergbauspezialgesellschaft ist als gut zu bezeichnen. Der Spezialisierungsgrad der Gesellschaft ist sehr hoch und hat auf den Gebieten des Gefrierschachtbaus, der Gefrierbohrtechnik, der Errichtung von untertägigen, hydraulisch dichten Abschlussbauwerken für den Endlagerbergbau Alleinstellungsmerkmale erreicht.

Die führende Stellung im Gefrierschachtbau wurde durch die auf profunder Erfahrung beruhenden, innovativen Weiterentwicklungen stets behauptet. Sowohl der gusseiserne Tübbingschachtausbau als auch der Verbundschachtausbau mit wasserdicht verschweißtem Stahlblechzylinder gehören zum elementaren Ausführungsspektrum der Gesellschaft.

### ■ Personalstand und Training: Starke Verbundenheit und Identifikation mit dem Unternehmen

Der Personalaufbau auf ca. 1200 Mitarbeiter resultiert schwerpunktmäßig aus den Schachtbauprojekten in Russland. Mehr als die Hälfte unserer Mitarbeiter sind im Ausland beschäftigt. Im Durchschnitt arbeiten unsere Mitarbeiter bereits schon seit 12 Jahren im Unternehmen. Eine geringe Fluktuationsrate sowie die langjährige Unternehmenszugehörigkeit dokumentieren die hohe Verbundenheit und Identifikation unserer Mitarbeiter mit dem Unternehmen.

Die Mehrzahl der Mitarbeiter wird auf Grundlage eines Management- und Arbeitssicherheitssystems regelmäßig weiter qualifiziert. Für das Unternehmen ist nach wie vor Grundlage einer positiven Geschäftsentwicklung und strategischen Markterweiterung der Leitsatz von großer Bedeutung, hoch qualifiziertes und motiviertes Personal mit modernster Ausrüstung zu beschäftigen. Gezielt wird mit Schulungs- und Trainingsprogrammen das Know-how der Gesellschaft erhalten bzw. ausgebaut. Der Erhalt der Fachkunde und der Qualifikation der Mitarbeiter ist eines der wichtigsten Unternehmensziele.

Fachkundige Mitarbeiter mit fundiertem Fachwissen haben mit innovativen Ideen den Stand der Technik maßgeblich mitdefiniert und stetig ausgebaut. Ein im Unternehmen integriertes Technisches Büro zur Sicherstellung der erforderlichen Projektierungsleistungen war fortwährend Bestandteil der Geschäftspolitik. Die schnell anwachsende Mitarbeiterzahl im Unternehmen erfordert darüber hinaus eine zukunftsorientierte Pflege und Schulung der Führungs- und Unternehmenskultur. An dieser Aufgabenstellung soll im Jahr 2014 und den darauffolgenden Jahren konsequent und fokussiert gearbeitet werden.

### ■ Forschung und Entwicklung

Nach vielen Jahren der Abstinenz ist die Gesellschaft wieder strategisch damit befasst, den technischen Stand der Schachtbautechnik weiter voranzutreiben: So wird intensiv gemeinsam mit der RWTH Aachen an einem nicht mechanischen Aufnehmen der Ausbruchberge von der Schachtsohle im Zuge der Abteufarbeiten gearbeitet.

Weiterhin beschäftigt sich die Gesellschaft gemeinsam mit der Murray & Roberts Cementation, Südafrika, und der Herrenknecht AG damit, eine neue Generation einer Schachtbohr-

maschine auf Vorbohrloch für Hartgestein zu entwickeln. Dabei werden die Erfahrungen der gemeinsamen Schachtbohrmaschinen-einsätze der RUC-Cementation und der THYSSEN SCHACHTBAU aus den 80er und 90er Jahren ausgewertet und weiterentwickelt.

Tiefe Bohrschächte mit über 8 m Durchmesser wurden von der THYSSEN SCHACHTBAU in Deutschland, der Schweiz, Australien, USA und Südafrika erstellt. In Südafrika wurden auf dem Goldbergwerk „Western Deep Levels“ in ca. 3500 m Teufe Gesteinsfestigkeiten von über 550 MPa durchbohrt. Das vollmechanisierte Schachtteufen auf Vorbohrloch wurde perfektioniert. Aufbauend auf diesen Erfahrungen, soll eine neue Generation von Schachtbohrmaschinen auf Vorbohrloch (V-Mole-Technik) entwickelt und in Einsatz gebracht werden, die es u.a. erlaubt, Schächte mit 8 m bis 11 m Durchmesser zu erstellen.

### ■ Arbeitssicherheit: Reauditierung „Sicher mit System“ („SMS“) und Initiierung der Einführung des „Saftey Contractor Certificate“ („SCC“)

Zur Prävention auf dem Gebiet der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes wurden in 2012 und 2013 wieder zielgerichtete Seminare, Schulungen und Trainings durchgeführt. Die Anforderungen an einen systematischen sowie wirksamen Arbeitsschutz auf Basis des Gütesiegels „SMS“ wurden erfüllt und durch die Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI) auditiert sowie attestiert. Vorbildlich und konsequent wurde die Arbeitssicherheit verbessert.

Sicherlich hat die im Jahre 2004 begonnene Aktionsoffensive „SMS“, die von der Bergbauberufsgenossenschaft initiiert und verfolgt worden ist, zur Reduzierung der Unfallereignisse maßgeblich beigetragen. Das SMS-Zertifikat, das die Erfüllung der Anforderungen hinsichtlich eines systematischen Arbeitssicherheitsschutzes in Anlehnung an die OHSAS-18001-Norm bescheinigt, wurde den operativen Bereichen von THYSSEN SCHACHTBAU nach einer erneuten Überprüfung 2011 für weitere drei Jahre verliehen.

Der Sicherheitslenkungsausschuss der THYSSEN SCHACHTBAU hat als Folge des Ausbaus des internationalen Geschäftes beschlossen, zusätzlich zu dem SMS-Managementsystem sich entsprechend des international anerkannten SCC-Sicherheitsmanagementsystems auditieren zu lassen.

### ■ Zertifizierung nach DIN EN ISO 9001

Um die Anforderungen der Gesellschaft und die vertraglichen Verpflichtungen gegenüber unseren Kunden zu erfüllen und um die Umsetzung der rechtlichen Grundlagen sowie die sich hieraus ergebenden Aufgaben wirkungsvoll zu unterstützen,

hat THYSSEN SCHACHTBAU, Geschäftsbereich „Schachtbau und Bohren“, ein integriertes Managementsystem eingeführt, das sämtliche qualitäts- und arbeitssicherheitstechnischen Aspekte berücksichtigt. Es ist sowohl konform zu den Forderungen der DIN EN ISO 9001, als auch zu den Forderungen, welche sich aus der SMS-Zertifizierung der BG RCI ergeben.

Im Juli 2011 konnte der Zertifizierungsprozess mit der Verleihung der Urkunde durch die Zertifizierungsstelle TÜV Rheinland erfolgreich abgeschlossen werden. Eine ständige Verbesserung der Arbeitsvorgänge und Unternehmensprozesse wird angestrebt und ist Bestandteil der täglichen Arbeit. Mit dem Wiederholungsaudit 2014 wurde das Zertifikat um weitere drei Jahre verlängert.

### ■ Gründung der „THYSSEN SCHACHTBAU-Engineering“

Zusätzlich zu unserem Technischen Büro hat THYSSEN SCHACHTBAU auf dem Gebiet der Erstellung von Projektierungsleistungen eine neue Sparte gegründet, die „THYSSEN SCHACHTBAU-Engineering“ (TS-E). TS-E soll zukünftig extern Ingenieurleistungen anbieten, insbesondere Projektierungs-, Ingenieur- und Bauüberwachungsleistungen. Das sich in der Vergangenheit vollumfänglich bewährte Technische Büro (TB)

Chrombergwerk „10. Jahrestag der Unabhängigkeit Kasachstans“





ist traditionell verantwortlich für die Erstellung der Genehmigungs- und Ausführungsplanungen von Projekten, die die Bereiche Schachtbau und Bohren sowie der horizontale Streckenvortrieb akquiriert haben. Das TB ist damit eine interne Projektierungsabteilung.

### ■ THYSSEN SCHACHTBAU: Fortsetzung des Geschäftes „Mit vollem Einsatz“

Das Errichten der beiden komplexen Bergwerksanlagen mit dem Abteufen der beiden Norilsk-Schächte WS-10 und SKS-1 wird voraussichtlich bis 2019 andauern. Für das Projekt Konrad im Rahmen der Errichtung des Endlagers für nicht wärmeentwickelnde Abfälle ist aktuell von einer belastbaren Perspektive bis 2020 auszugehen.

Die Projekte Norilsk und Konrad stellen an die Mitarbeiter nach wie vor hohe Anforderungen; beide Projekte sichern die Grundauslastung der kommenden fünf bis sieben Jahre.

THYSSEN SCHACHTBAU ist gerüstet für die Zukunft und freut sich auf viele neue Herausforderungen im In- und Ausland. Ziel ist es, gemeinsam Erreichtes zu sichern und zu festigen. Bestandteil unserer Unternehmenskultur ist die Devise „Mit vollem Einsatz“, nach der seit vielen Jahren strategisch und innovativ erfolgreich gearbeitet wird und welche das Handeln bestimmt.

### ■ Eigentümer Claudio L. Graf Zichy-Thyssen: Motor für Tradition, Innovation und Erfolg

Graf Claudio, Urenkel des Gründers August Thyssen, ist der Unternehmung nach wie vor eng verbunden. Der Bergbau und der Schachtbau bilden den Schwerpunkt seines unternehmerischen Interesses. Er verkörpert die Unternehmenswerte Tradition und Innovation. Regelmäßige Besuche seiner Bergbauspezialgesellschaften sind Bestandteil seiner Firmenphilosophie und seines traditionsbewussten, nachhaltigen Handelns. Die besondere Verbundenheit der Thyssen-Familie überträgt sich auch auf unsere Mitarbeiter, was zu einem besonderen Betriebsklima beiträgt.

Die THYSSEN MINING GROUP (THYSSEN SCHACHTBAU, TMCC, Byrnecut Mining) beteiligt sich weltweit an Bergbauspezialarbeiten zum Aufschluss und Abbau von Lagerstätten. Auch in Phasen von Krisen hegt Graf Claudio keinen Zweifel am Erfolg und der Leistungsfähigkeit der montanistisch geprägten Unternehmensgruppe. Er ist der festen Überzeugung, dass die Gesellschaft Jahr für Jahr mit dem weltweit steigenden Bedarf an Rohstoffen, die über Schächte, Strecken und Bohrungen erschlossen werden müssen, nachhaltig wachsen wird.

### ■ THYSSEN MINING GROUP gemeinsam mit OLKO-Maschinentechnik: Systemlieferant weltweit für Schachtbau und Schachtfördertechnik

Durch Integrierung der OLKO-Maschinentechnik, Olfen, in die THYSSEN SCHACHTBAU werden zukünftig Schachtbauprojekte neben der eigentlichen Schachtabteuftätigkeit auch mit der erforderlichen, permanenten Schachtfördertechnik aus einer Hand unter Bereinigung sämtlicher Schnittstellen ausgestattet werden.

Diese Kombination bildet eine wichtige Synergie zum Vorteil des Kunden bei der Projektierung, dem Bau und bei der Rehabilitation von Bergwerksschächten. Investitionskosten und Bauzeiten für Bergwerksanlagen können signifikant reduziert werden. Die permanent zum Einsatz kommende Schachtfördertechnik kann noch intensiver und vielfältiger zum Abteufen oder zur Rehabilitation von Schächten genutzt werden. Dies betrifft insbesondere Schachtfördergerüste, Seilscheiben, Fördermaschinen, Winden, Schachteinbauten, Signal-, Steuerungs- und Automatisierungstechnik sowie Energieversorgungs-ausrüstung.

### ■ Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der THYSSEN SCHACHTBAU haben ihre Aufgaben in einem nach wie vor schwierigen und stark umworbene Marktumfeld wiederum besonders erfolgreich wahrgenommen.

Die Umsetzung und Einarbeitung neuer Organisationsstrukturen mit Einführung neuer, qualitätsgesicherter Unternehmensabläufe, die Einarbeitung und Integration neuer Mitarbeiter und die Bearbeitung neuer Aufgaben führt zu großen Herausforderungen auch für die Mitarbeiter. Die konsequente Umsetzung ist notwendig, um sich auch in der Zukunft weiter erfolgreich im Wettbewerb zu behaupten.

Konservatives Festhalten an der Kernkompetenz des Unternehmens, innovative Weiterentwicklung der Schachtbau-, Vortriebs- und Bohrtechnik und innerer Zusammenhalt sowie die besondere Unternehmensidentifikation unserer Mitarbeiter haben den Erfolg der THYSSEN SCHACHTBAU nachhaltig geprägt und für die Zukunft bestens aufgestellt. Wir freuen uns auf viele neue technische Herausforderungen im In- und Ausland, die wir gemeinsam mit unseren Kunden erfolgreich gestalten werden.

Norbert Handke · [handke.norbert@ts-gruppe.com](mailto:handke.norbert@ts-gruppe.com)





Gebäude der neuen Unternehmensadresse

## Neue Märkte 1: Gründung der DTS in Polen

**Vor mehr als zehn Jahren hat die THYSSEN SCHACHTBAU GMBH unter dem Einfluss der Auswirkungen des Rückzugs der deutschen Energiepolitik aus dem nationalen Steinkohlenbergbau im Rahmen der internen „Krefelder Gespräche“ die strategischen Ziele der Bergbauspezialgesellschaft neu definiert: Die Gesellschaft soll in mindestens drei Ländern mit jeweils mindestens drei Aufträgen mit dem Unternehmensbereich „Schachtbau und Bohren“ am Markt konstant und erfolgreich tätig sein. Damit sollte die extreme Konzentration auf den deutschen Steinkohlenbergbau verringert und der Fortbestand des über 140 Jahre alten Unternehmens gesichert werden.**

Die Gesellschaft hat mittlerweile Beauftragungen am Balkan, in der Alpenregion sowie in Russland und Kasachstan akquiriert. Darüber hinaus ist THYSSEN SCHACHTBAU mit Bohr- und Gefrierleistungen in acht Schachtbauprojekten Russlands maßgeblich involviert. Die Konsequenz aus der Entwicklung der guten Auftragslage in Russland war die Gründung einer

Tochtergesellschaft in Moskau, der Thyssen Mining Construction East 000 (TMCE), ebenso wie die Gründung weiterer Filialen in den wichtigen Bergbauregionen der Russischen Föderation.

Diese Marktpräsenz hat zu einem erhöhten Bekanntheitsgrad der THYSSEN SCHACHTBAU in Mittel- und Osteuropa geführt.

Herzlich willkommen in Polen







Feierstunde zur Gründung der DTS

Als Folge wurde die Gesellschaft seit 2011 bereits mehrfach von potentiellen Kunden aus Polen und Tschechien aufgefordert, sich an Ausschreibungen ihrer jeweiligen Schacht- und Bunkerbauprojekte – insbesondere im Steinkohlenbergbau – zu beteiligen und die Erfahrungen in der Bergbau- und Schachtbautechnologie dort einzubringen.

Auf Grundlage einer Marktanalyse der traditionellen Bergbaunationen Polen und Tschechien, die beide jeweils für die kommenden Jahre ein enormes Potenzial an Aus- und Vorrichtungsarbeiten aufweisen, hat sich der Bereich „Schachtbau und Bohren“ entschlossen, auf diesem Markt mit einer eigenen Gesellschaft tätig zu werden.

Ähnliche Überlegungen stellte zeitgleich auch die Deilmann-Haniel GmbH, Dortmund, an. Daher reifte der gemeinsame Entschluss, ein neues Unternehmen im Herzen des oberschlesischen Kohlereviere zu gründen: Die „Deilmann-Thyssen Schachtbau sp. z o.o.“ (DTS) mit Sitz in Kattowitz.

Im Beisein hochrangiger Vertreter aus Politik, Kirche und Bergbau wurde am 6. März 2013 im Rahmen einer feierlichen Stunde in den Räumlichkeiten des Kattowitzer Firmenbüros der Gründung der neuen Gesellschaft gedacht und den DTS-Verantwortlichen für die Zukunft Bergmannsglück und erfolgreiches Gelingen gewünscht.

Für die Geschäftsführung der neuen Unternehmung konnten zwei erfahrene polnische Führungskräfte gewonnen werden, die nicht nur mit den Gegebenheiten und Besonderheiten des

polnischen Marktes vertraut sind, sondern darüber hinaus in beiden Sprachen kommunizieren können. Für die Akquisition erster Aufträge wird um diese beiden Herren herum ein ebenfalls zweisprachiger Mitarbeiterstamm aufgebaut. Die zukünftigen Aufträge sollen unter Einbeziehung polnischer Fachkräfte abgewickelt werden.

Die beiden Muttergesellschaften werden die Entwicklung der neuen Gesellschaft aktiv begleiten und mit Projektierungsleistung, der Bereitstellung von Maschinen und Geräten, von erfahrenem Personal sowie entsprechenden Finanzmitteln Unterstützung leisten.

Die Zusammenarbeit deutscher und polnischer Bergleute hat im deutschen Steinkohlenbergbau eine jahrzehntelange Tradition. Polnische Bergleute arbeiten gemeinsam mit deutschen Bergleuten in Deutschland im untertägigen Streckenvortrieb und im Schachtbau. Unter umgekehrten Vorzeichen wird diese Zusammenarbeit nun in Polen, einer Wiege des europäischen Steinkohlenbergbaus, fortgesetzt.

Aufgrund der traditionellen Verbundenheit, der positiven Marktsituation im polnischen Steinkohlenbergbau, des technischen Know-hows der beiden Mutterhäuser sowie deren finanzkräftigen Unterstützung besteht seitens DTS die berechtigte Hoffnung, kurzfristig auf dem polnischen Markt Fuß zu fassen und sich mittelfristig als eigenständiges Unternehmen für Bergbauspezialarbeiten etablieren zu können.

Die Beteiligung an mehreren Ausschreibungen für Planungs- und Machbarkeitsstudien, für das Teufen eines Bunkers und das Tieferteufen bestehender Schächte bringt überwiegend positives Feedback und möglichst in Kürze eine erste Beauftragung für die DTS.

*Markus Gevers · [gevers.markus@ts-gruppe.com](mailto:gevers.markus@ts-gruppe.com)*

*Thomas Jank · [jank.thomas@ts-gruppe.com](mailto:jank.thomas@ts-gruppe.com)*



Politische Bezirke der Republik Kasachstan



THYSSEN SCHACHTBAU und SCHACHTBAU NORDHAUSEN finden sich im neuen Logo der SCHACHTBAU Kasachstan wieder.

## Neue Märkte 2: Gesellschaftsgründung in Kasachstan

Nach dem Erhalt zahlreicher Anfragen kasachischer Unternehmungen begannen die THYSSEN SCHACHTBAU GMBH und die SCHACHTBAU NORDHAUSEN GmbH 2008 mit intensiver Akquisitionstätigkeit in Kasachstan. THYSSEN SCHACHTBAU war bereits seit 2006 mehrfach auf Anforderung kasachischer Unternehmen im Lande. 2011 wurde die „TОО SCHACHTBAU Kasachstan“ mit einer Beteiligung von je 50 % gegründet. Ein Planungsauftrag zum Teufen eines tiefen Schachtes konnte bereits in 2008 akquiriert und erfolgreich abgearbeitet werden. Der erste Großauftrag zum Auffahren einer Strecke in schwierigem Gebirge konnte im Oktober 2012 unterzeichnet werden.

### ■ Republik Kasachstan

Die Republik Kasachstan ist der neuntgrößte Staat der Erde mit einer Fläche von ca. 2,7 Mio. km<sup>2</sup> und 17 Mio. Einwohnern. Die Amtssprachen sind kasachisch und russisch. Die Währung Tenge hat sich vom Vertragsbeginn im Oktober 2012 von ca. 190 Tenge/EUR auf ca. 250 Tenge/EUR im Mai 2014 verändert.

Kasachstan ist ein enorm rohstoffreiches Land: Es nimmt bei Blei, Chrom, Mangan, Uran, Zink den 1. bis 3. Platz im Welt-ranking (2010) ein. Bei der Gewinnung von Uran hat sich Kasachstan sogar auf den 1. Platz vorgearbeitet. Bei dem Massenmarkt Kohlegewinnung liegt das Land auf Platz 8.

Etwa 60 % der Industrieproduktion kommen aus dem Bergbau und der Öl- und Gasförderung. Zusammen mit dem Maschinenbau und der Baustoffindustrie ist das die Basis für das erwartete BIP-Wachstum der kommenden Jahre von je etwa 6 %.

### ■ Definition der Partnerschaft, Gesellschaftsform und Zielsetzung

Nach dem Einstieg der THYSSEN SCHACHTBAU als Bergbauspezialunternehmen in den russischen Bergbau mit dem Errichten von zwei Bergwerkskomplexen, dem Teufen von Schächten und der Durchführung von Explorations- und Gefrierlochbohrungen, kamen seit 2006 auch vermehrt Anfragen aus dem rohstoffreichen südlichen Nachbarland, der Republik Kasachstan.

2008 wurde zwischen THYSSEN SCHACHTBAU und SCHACHTBAU NORDHAUSEN eine Vereinbarung getroffen, gemeinsam als Bergbauspezialunternehmen in Kasachstan tätig zu werden. Dies mündete im Frühjahr 2011 in die Gründung eines gemeinsamen Unternehmens „TОО SCHACHTBAU Kasachstan“ mit einer Beteiligung von je 50 %. Neben den Hauptzielen der Akquisitionstätigkeiten wie das Teufen von Schächten, das Auffahren von Strecken sowie Bohr- und Gefrierarbeiten werden auch Verkehrs- und umwelttechnische Aktivitäten sowie Leistungen für Reparatur, Service und Handel angeboten. In der Zeit der Unternehmensgründung waren die Ressourcen der THYSSEN SCHACHTBAU noch sehr stark mit der Erweite-





Eindrücke aus Kasachstan



rung und Festigung der Geschäftstätigkeit in Russland gebunden. SCHACHTBAU NORDHAUSEN übernahm deshalb in Kasachstan die Leitung und gründete im Jahr 2010 die „SCHACHTBAU Kasachstan“ mit Sitz in Almaty als alleiniger Eigentümer; THYSSEN SCHACHTBAU beteiligte sich 2011 mit 50 % an dem Unternehmen.

Die „T00“ in Kasachstan entspricht der GmbH in Deutschland und ist somit ein eigenständiges Unternehmen. Dies folgt der jahrzehntelangen Praxis der THYSSEN SCHACHTBAU, nur dann in ein neues Land zu gehen und ein Unternehmen aufzubauen, wenn dort die Aussicht auf eine langfristige Beschäftigung mit ausreichend Umsatz für ein eigenständiges Unternehmen zu erwarten ist. Davon sind beide Gesellschaf-

ter überzeugt und deshalb wurde nicht mit kurzfristigen Gesellschaftsformen wie einer Niederlassung oder Ähnlichem gearbeitet.

Die Finanzierung der Gesellschaft erfolgt gemäß Gründungsvertrag durch Kapitaleinlagen der Gesellschafter oder durch Schuldverpflichtungen durch die Gesellschaft. Organe der Gesellschaft sind die Gesellschafterversammlung, der Aufsichtsrat, der Generaldirektor und die Revisionskommission.

### ■ Erste Aufträge

Nach einem kleinen Planungsauftrag zum Teufen eines tiefen Schachtes im Jahr 2008 für das Chromerzbergwerk „10. Jahrestag der Unabhängigkeit Kasachstans“ von Donskoy GOK – Filiale der AO „TNK Kazchrome“ im Nordwesten des Landes – gelang es im Oktober 2012, den ersten Großauftrag zu akquirieren. Das Unternehmen beschäftigt dazu derzeit etwa 70 Mitarbeiter.

*Franz Stangl · stangl.franz@ts-gruppe.com*  
*Albert Holstein · holstein.albert@ts-gruppe.com*  
*Eduard Dorn · dorn.eduard@ts-gruppe.com*

Quelle  
 Nemitz, Fabian: Wirtschaftstrends Jahreswechsel 2013/14 – Kasachstan, S. 4.





## Neue Märkte 3: Auf den Spuren Alexanders des Großen – THYSSEN SCHACHTBAU GMBH in Mazedonien

Makedonska Kamenica

Der Weg von der Hauptstadt Skopje führt durch tiefe Canyons und fruchtbare Tiefebene mit Reisfeldern, kleinen Siedlungen, unzähligen Storchennestern auf den Kaminen und Strommasten. Im Sommer sieht man todesmutig Schildkröten die Straße kreuzen. Besonders

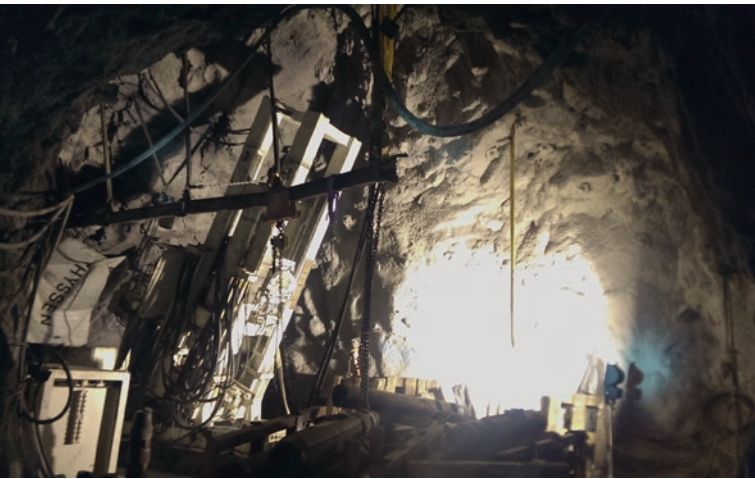
reizvoll ist der allgegenwärtige Kontrast zwischen Moderne und einer Lebenswirklichkeit, die aus Großvaters Erzählungen zu stammen scheint: Der Bauer auf dem Eselskarren, der auf der Hauptverkehrsader entlang rollt, und daneben der Enkel, der ganz versunken auf sein Smartphone starrt. Schließlich führt einen die Straße, die sich entlang eines gewaltigen Stausees schlängelt, in die karge Abgeschiedenheit eines Gebirges, welches zugleich die natürliche Grenze zu Bulgarien bildet. Eine Gegend, in die es Fremde eher selten verschlägt. Die Menschen, denen wir hier begegnen, sind ausgesprochen hilfsbereit und freundlich, mit überwältigender Gastfreundschaft.

In diesem wunderschönen Teil des Landes von Alexander dem Großen befindet sich Europas größtes Blei- und Zinkbergwerk. Der Ort, Makedonska Kamenica, ist geprägt vom Bergbau. Denkmäler, die den Bergleuten errichtet wurden und der Name

Glückauf (Schriftzug am Portal) zur Einweihung des Stollens „Golema Reka“ (Großer Fluss)







Erstellen von schrägen Rolllöchern in beengten Verhältnissen

der Hauptstraße, der übersetzt „Bergmannstraße“ lautet, sprechen für sich.

Nachdem das Bergwerk in der schwierigen Zeit nach dem Zerfall Jugoslawiens hatte geschlossen werden müssen, ist es durch wesentliche Modernisierungsmaßnahmen eines neuen Investors gelungen, die Produktion über die letzten Jahre kontinuierlich zu steigern und die großen mineralischen Rohstoffvorkommen durch ein ausgereiftes Abbaukonzept nachhaltig zu nutzen.

### ■ Raisebohrtechnik ersetzt Alimak-Schachtbau

So hat die Bergbauleitung modernste Bergbauausrüstung – vom Bohrwagen bis zum Mannschaftstransporter – eingeführt und die Streckenquerschnitte der Ausrüstung angepasst. Doch die Modernisierungsoffensive beschränkt sich nicht allein auf die Maschinen. Ein Umdenken hat insbesondere im Bereich der Arbeitssicherheit stattgefunden, es werden immense Anstrengungen zu deren Verbesserung unternommen.



Erklärtes Ziel ist es, Arbeitsunfälle im gefährlichen Untertagebergbau gänzlich zu vermeiden. Dieses Ziel verfolgend, wurde die THYSSEN SCHACHTBAU beauftragt, den bisher unfallträchtigen und gefährlichen Alimak-Schachtbau durch das vollmechanisierte Raisebohrverfahren nach dem Stand der Technik zu ersetzen.

Zwischen den einzelnen Abbausohlen werden so aus Kammern jeweils drei etwa 25 bis 35° aus der Vertikalen geneigte Raisebohrungen erstellt. Sie dienen als Erz- und Bergerollock sowie als Wetterschacht. Für diese Anforderungen wurde die Wirth HG 160-2 Raisebohranlage modifiziert und auf Kufen gesetzt, sodass sie in den maximal 16 m<sup>2</sup> Querschnitt messenden Aus- und Vorrichtungsbauen leichter mittels Fahrlader umgesetzt werden kann. Durch den Raisebohrbetrieb darf die Roherzproduktion nicht stoppen und so sind beim Bohrortwechsel die teilweise langen Wege durch das Bergwerk und die engen Kurvenradien eine logistische Herausforderung. Bis Mai 2014 konnten acht Bohrungen mit Längen von 69–183 m hergestellt werden.

Auch Lehrende und Studenten der nahe gelegenen Montanuniversität „Goce Delcev“ in Shtip zeigen sich von den Raisebohrungen begeistert. Der Auftraggeber SASA ist der erste Bergwerksbetreiber in der Balkanregion, der das Verfahren anwendet.

### ■ Gründung einer THYSSEN SCHACHTBAU-Zweigniederlassung in Mazedonien

Für die Ausführung des Projekts wurde in Mazedonien eine Zweigniederlassung gegründet, die von der bestehenden Zweigniederlassung Österreich betreut wird. THYSSEN SCHACHTBAU ist mit dem Projekt in Mazedonien der erste Schritt in eine Region gelungen, in der die Modernisierung bestehender Bergwerke im Fokus der Investoren steht. Durch bisher unerschlossene Lagerstätten im rohstoffreichen Balkan entwickelt sich für Bergbaudienstleister ein interessanter Markt. Ein weiteres nicht zu unterschätzendes Feld bietet der Energiesektor: Hierfür wurden u. a. europäische Entwicklungsgelder mobilisiert, die das gewaltige Potential – insbesondere im Bereich der erneuerbaren Energien – in der gebirgigen und wasserreichen Region auszuschöpfen helfen sollen.

*Bianca Seberkste · seberkste.bianca@ts-gruppe.com*

*Raimund Bartl · bartl.raimund@ts-gruppe.com*

*Stefan Schichtel · schichtel.stefan@ts-gruppe.com*

Umzug zum nächsten Bohrort



Bohrwagen BTRK – 2 erstellt Spreng- und Ankerbohrlöcher

## Die letzten 2170 m Streckenauffahrung auf dem Bergwerk Auguste Victoria führen zum Schacht 2 Wulfen

**Die Auffahrung des Gesteinsberges „DB NW 60“ mit einer Länge von 2170 m und einem Ansteigen von 8,5 bis 10,5 Gon wird nach der Schließung des Bergwerks Auguste Victoria der Gesamtwasserhaltung der RAG Deutsche Steinkohle AG, Herne, dienen.**

**Die THYSSEN SCHACHTBAU GMBH wurde von RAG beauftragt, ab Juli 2012 den Querschlag 6, NO 60, in einer Teufe von 1110 m um 20 m in nordwestliche Richtung weiter aufzufahren und danach das Brückenfeld zum Diagonalberg NW 60 zu erstellen.**

Der Durchschlag mit Schacht 2 Wulfen erfolgte in einer Teufe von 830 m. Im September 2013 stand die Auffahrung in südwestlicher Richtung bei Station 853 m an. Bis Station 963 m wurde die Strecke mit einem mittleren Ansteigen von 9 Gon hergestellt. Dabei wurden die Flöze Zollverein 5 und Zollverein 6 durchörtert.

Besonders anspruchsvoll hinsichtlich der Arbeitssicherheit und der Qualität der Auffahrung war die Durchörterung des

Lembecker Sprunges mit einem Verwurfmaß von 40 m. Im Oktober 2013 wurde der Lembecker Sprung mit Ausbrüchen bis zu einer Höhe von 7 m angefahren. Die Durchörterung gestaltete sich sehr schwierig: Die Ortsscheibe musste mehrfach mit einem Kettenhemd (Sicherung gegen weitere Ausbrüche) zugebaut und über Standrohre verfüllt werden. Nur mit auf 0,6 m verkürztem Bauabstand, mit Vortrieb zum größten Teil von Hand und einer vorlaufenden Firstsicherung mittels 3,0 m Monierschild war der weitere Vortrieb möglich. Im November 2013 war nach 37,5 m der Lembecker Sprung durchörtert und unter verbesserten geologischen Verhältnisse konnte der planmäßige Vortrieb wieder aufgenommen werden.

Im Dezember 2013 konnte eine tägliche Auffahrleistung von 4 m im vollen Stein erzielt werden. Im Januar 2014 wurde eine zweite große Störung, das „Kusenhorster Blatt“, mit einer Auffahrlänge im Störungsbereich von 106 m angefahren. Im Februar 2014 konnte die Auffahrung im Normalbetrieb wieder aufgenommen werden. Beide Störungen wurden unfallfrei, auch ohne Verbandbucheintragung, durchörtert.



Maschinelle Vortriebsausrüstung

Zweiarmiger Bohrwagen	BTRK 2
Ladewagen	K 313 S
GTA-Bühne	AMG 2800
Hinterfülleinrichtung	Elefantino
	7 m <sup>3</sup> Baustoffbunker

Maschinelle Ausrüstung Haufwerksabförderung

RAG Standardkettenförderer	PF 3
	Hydraulischer Übergabetisch und Richteinrichtung
Brecher	WB 1300
Kettenloses Rücksystem	Mit Stoßspreize
Gurtförderanlage	Gurtbreite 1200 mm
	Ober- und Unterbandfahung



Die GTA – Bühne AMG 2800, der Ladewagen K 313 S und der Brecherpanzer PF 3 / 600 komplettieren das Vortriebssystem

Die Qualitätskontrolle bezüglich der Ausbauqualität wurde im Zuge der Auffahrung durch das Bergwerk zweimal mit 100 % bewertet; dies ist für einen konventionellen Vortrieb auf dem Bergwerk Auguste Viktoria einzigartig und vom RAG-Ausbauingenieur ausdrücklich belobigt worden.

Der geplante Durchschlag am Schacht 2 Wulfen wird Mitte 2015 erwartet. Auf dem Weg dorthin müssen noch zwei weitere Störungszonen durchörtert werden. Die hohe Auffahrungqualität der THYSSEN SCHACHTBAU resultierte aus der Optimierung der Arbeitsvorgänge und dem umsichtigen Arbeiten der Mannschaft. Auch unter zum Teil sehr schwierigen geologischen Bedingungen lag die Qualitätskennziffer im

Durchschnitt bei 95 %. Im Oktober 2013 wurden sogar 100 % erreicht.

Da der „DB NW 60“ der letzte Streckenvortrieb auf dem Bergwerk ist, wird die Anzahl der Besucher immer höher. Ein Highlight war im Januar 2014 die letzte Grubenfahrt des Bereichsleiters PV Thomas Nolde mit dem Setzen eines „goldenen Ankers“ in Begleitung der Werksleitung, Bereichs- und Abteilungsleitung

Mario Richter · richter.mario@ts-gruppe.com  
 Andreas Boy · boy.andreas@ts-gruppe.com



Vortriebsmannschaft der THYSSEN SCHACHTBAU auf dem BW Auguste Victoria

# Entwicklung zentraler Projekte für die Zukunft des Bergwerkes Prosper-Haniel

Die Betriebsstelle der THYSSEN SCHACHTBAU GMBH auf dem Bergwerk Prosper-Haniel, RAG Deutsche Steinkohle AG, war auch im Jahr 2013 neben verschiedenen kleineren Arbeiten mit zwei Aufträgen an wichtigen und zukunftsorientierten Projekten des Bergwerkes beteiligt: Mit der Auffahrung der Basisstrecke E 566 zur Erschließung eines Baufeldes im Flöz G2/F sowie des Gesteinsberges D 348 zur 7. Sohle mit sich anschließender Strecke im Flöz Zollverein 1/2 wurden die zukünftigen Abbaufelder des Bergwerkes zur Sicherung der Steinkohlenproduktion bis zum Jahr 2018 erschlossen.

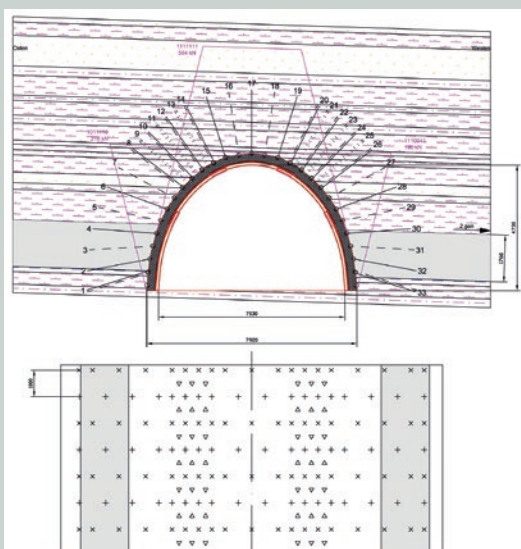
## ■ Auffahrung der Basisstrecke E 566

Das erste Projekt beinhaltete die Auffahrung der neuen Basisstrecke E 566 im Baufeld Haniel West. Das Projekt wurde im Jahr 2012 begonnen und im Juni 2013 mit dem Durchschlag zur südlichen Anbindung abgeschlossen. Diese Strecke wird für den Abbau mehrerer Bauhöhen im Flöz G2/F benötigt und ist daher von großer infrastruktureller Bedeutung für das Bergwerk. Die Planung des Bergwerkes sah für die Auffahrung der Basisstrecke den Einsatz einer Teilschnittmaschine (TSM) der Firma SANDVIK vom Typ AM 105 vor.

Die THYSSEN SCHACHTBAU erhielt im November 2011 den Auftrag, in der Abbaustrecke 192.1 einen Abzweig für die spätere Auffahrung der neuen Basisstrecke vorzurichten. Nach der Auffahrung der Startröhre für das TSM-Vortriebssystem und der Inbetriebnahme der TSM wurde der etwa 250 m lange Gesteinsberg bis in das Niveau Flöz G2/F fertig erstellt. Anschließend war ein etwa 1500 m langer Streckenabschnitt aufzufahren, in dessen Verlauf darüber hinaus mehrere Erweiterungen und fünf Abzweigungsbauwerke für Abbaustrecken zu erstellen waren.

Um den zu erwartenden Konvergenzen entgegenzuwirken, sah die Ausbauplanung durchgehend den Kombibausystem vom Typ A vor. Das beinhaltete nach dem Herstellen des Ausbruchs mit der TSM das Einbringen der Systemankerung mit nachfolgendem Stahlprofilausbau und Betonhinterfüllung. Die Ankerdichte betrug in Abhängigkeit des Querschnitts zwischen 24,5 und 28 Anker/Streckenmeter.

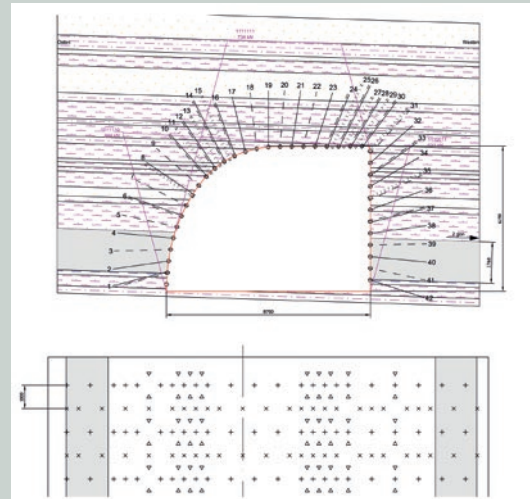
Nicht nur die Erweiterungen und die fünf Abzweige forderten der Mannschaft während der Auffahrung ihr gesamtes bergmännisches Können ab. Auch das Durchhörtern mehrerer Störungszonen und Flözhorizonten mit der etwa 120 t schweren TSM war eine besondere Herausforderung. Entsprechend der geologischen Gegebenheiten wurden Auffahrleistungen von 2 m/d bis zu mehr als 10 m täglich erreicht.



Systemankerung in Theorie und Praxis







„Ankerschema Abzweig“

Abzweig – Gebirge mit Anker und Drahtmattenverzug gesichert

Eine Besonderheit des Projektes stellte die Anzahl an Abzweighbauwerken dar. Wenn in der Regel nur zu Beginn oder am Ende einer Streckenauffahrung ein Abzweighbauwerk errichtet wird, sollten hier gleich fünf Bauwerke unterschiedlicher Größen erstellt werden. Das Ausbaukonzept der Abzweige sah ebenfalls den Kombiausbau vom Typ A vor, jedoch erhöhte sich die Ankerdichte und es kamen Ankerlängen von 3,0 m zum Einsatz.

Abzweig-Polygonträger mit Ausbaubögen



Nach dem Herstellen des Gebirgsausbruches und dem Einbringen der Gebirgssicherung, bestehend aus Anker und Drahtmattenverzug, wurde der Stahlprofilausbau komplett eingebaut und sofort mit Beton hinterfüllt.

Im Verlauf der Auffahrung kam es – bedingt durch die komplizierten geologischen und tektonischen Gegebenheiten – zu erheblichen Konvergenzen im Bereich der Streckensohle, vor allem zu Sohlhebungen. Nur durch den Einsatz von Senkladern war es möglich, den Vortrieb kontinuierlich fortzusetzen.

Anfang Juni 2013 fand das Projekt Basisstrecke E 566 mit dem Durchschlag zum Gegenort D 389 seinen erfolgreichen Abschluss. Das Vortriebssystem wurde zwischenzeitlich bereits demontiert und in einem weiteren Streckenvortrieb zum Einsatz gebracht.

### ■ Gesteinsberg D 348 und Auffahrung im Flöz Zollverein 1/2

Das zweite Projekt beinhaltete die Auffahrung eines Gesteinsberges, um den Zugang zu den künftigen Abbaufeldern des Flözes Zollverein zu erhalten. Sie bilden ebenfalls eine wichtige Grundlage für die Sicherstellung einer stabilen Förderung des Bergwerkes Prosper-Haniel bis zum Jahr 2018.

Im Frühjahr 2012 erhielt THYSSEN SCHACHTBAU den Auftrag, den Gesteinsberg D 348 bis in das Niveau Flöz Zollverein 1/2 aufzufahren. Aufgrund der infrastrukturellen Bedeutung des Gesteinsberges für die Bewetterung, den Transport, die Druckluft- und Wasserversorgung sah die Ausbauplanung auch hier den Kombiausbau vom Typ A vor, um die Standfestigkeit der Strecke langfristig zu gewährleisten. Nach etwa 1000 m





Durchschlag zum Gegenort D 389

Auffahrung mit etwa 10 Gon Einfallen wurde das Flöz Zollverein 1/2 erreicht.

Nach weiteren etwa 400 m Auffahrung im Flözniveau, erhielt THYSSEN SCHACHTBAU den Zuschlag für die Auffahrung des Aufhauens 123.8. Aufgrund der außergewöhnlichen Mächtigkeit des Flözes Zollverein 1/2 (3,5–4,3 m) ist der Einsatz des

Gruppe C-Schildausbaus vorgesehen. Dieser Schildausbautyp mit einer maximalen Ausfahrhöhe von etwa 5,2 m und einem Gewicht von etwa 38 t je Ausbauschild, kommt erstmals auf dem Bergwerk Prosper-Haniel zum Einsatz.

Um während der Herrichtungsarbeiten das demontagefreie Einfahren der kompletten Ausbauschilde zu ermöglichen, ist ein entsprechend großer Streckenquerschnitt notwendig. Auf Grundlage von Variantenvergleichen, Berechnungen und technischen Machbarkeitsstudien entschied man sich, die Auffahrung des Aufhauens in einem asymmetrischen Querschnitt im Kombiausbau Typ A vorzunehmen.

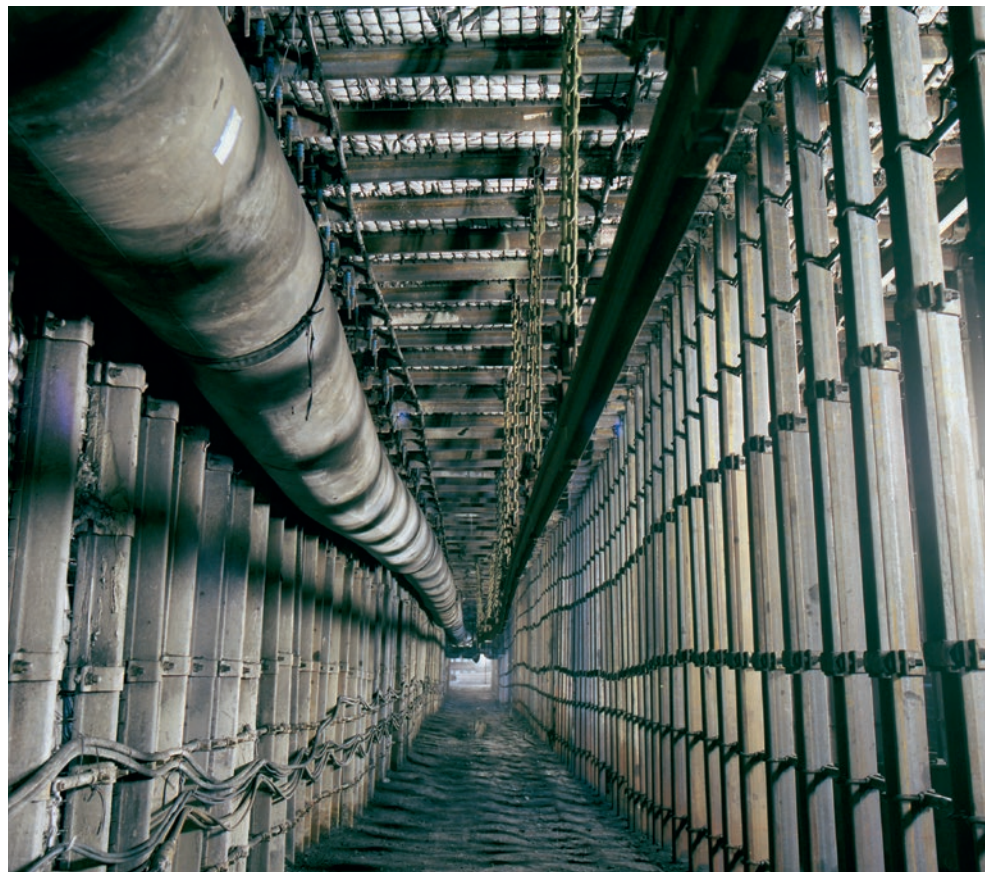
Zur Beherrschung der Ausbruchgröße erfolgte die Auffahrung in zwei Phasen: Im ersten Schritt wurde das Vorfeld mit einem Stahlbogenprofilausbau über 6,80 m Sohlenbreite aufgefahren; nachfolgend im Abstand von etwa 100 m wurde in der zweiten Phase die Endbreite von etwa 10 m hergestellt.

Die außergewöhnlichen und anspruchsvollen Vortriebsarbeiten wurden im Jahr 2014 erfolgreich abgeschlossen.

*Ulrich Barth · barth.ulrich@ts-gruppe.com*

#### Quelle

Planungsunterlagen des Bergwerks Prosper-Haniel der RAG Deutsche Steinkohle AG



Blick in das Mitteltrum des Aufhauens





Streckenvortrieb mit vorläufigem Ausbau

## Konventionelle Streckenauffahrung auf dem Steinkohlenbergwerk RAG Anthrazit Ibbenbüren GmbH

Die Lagerstätte des Bergwerks RAG Anthrazit Ibbenbüren GmbH ist das nördlichste Steinkohlenvorkommen, welches sich in Deutschland im Abbau befindet. In einem Schichtenpaket mit etwa 400 m Mächtigkeit sind in 1100 – 1500 m Teufe derzeit elf abbauwürdige Flöze aufgeschlossen (Flöze 43 – 74). Es handelt sich bei dem Lagerstätteninhalt um hochwertige Anthrazitkohlen. Der Aschegehalt liegt zwischen 3 und 4 %, der Anteil flüchtiger Bestandteile zwischen 5 und 6 % und der Schwefelgehalt ist geringer als 1 %.

Der Grubenbetrieb des Bergwerks Anthrazit Ibbenbüren ist durch fünf Schächte aufgeschlossen. Die technische Ausstattung der Kohlegewinnung der RAG ist richtungsweisend und Maßstab für den weltweiten, untertägigen Steinkohlenbergbau. Sie wird computergestützt von übertägigen Leitständen aus gesteuert. Das Ibbenbürener Bergwerk ist in vielen Bereichen Vorreiter für Innovationen und Technologien, die

mittlerweile – auch weit über den Bergbaubereich hinaus – national und international Anwendung finden.

Der Nordschacht ist mit einer Teufe von 1545 m einer der tiefsten Schächte Europas. Hauptabnehmer der Steinkohle ist das unmittelbar neben dem Bergwerk gelegene 770-MW-Steinkohlenkraftwerk.

### ■ Kennzahlen des Bergwerks Ibbenbüren

Mitarbeiter Stand zum 1. Sept. 2013	2413
Jahresförderung	etwa 1,9 Mio. t v. F
Mittlere Teufe	1323 m
Max. Teufe	1580 m
Grubenfeld	92 km <sup>2</sup>
Streckennetz	91,1 km

Kennzahlen des Steinkohlenbergwerkes  
RAG Anthrazit Ibbenbüren GmbH



Die THYSSEN SCHACHTBAU GMBH ist aktuell mit drei konventionellen Streckenauffahrungen beauftragt, die mit dem Anker-Kombi-Ausbau Typ A mit Betonhinterfüllung ausgekleidet werden. In folgender Tabelle sind die Eckdaten der zu errichtenden Strecken aufgeführt.

Strecke	Länge [m]	Querschnitt [m <sup>2</sup> ]
Strecke 10 Norden Flöz 54	1100	30,8
Strecke 10 Norden Flöz 54 – Gegenort	716	30,8
Östl. Basis 7/8 Westen Flöz 51	300	34,0

Kennzahlen aktueller Aufträge auf dem Steinkohlenbergwerk  
RAG Anthrazit Ibbenbüren GmbH

Für die Durchführung der konventionellen Streckenauffahrungen kommen folgende Vortriebsausrüstungen zum Einsatz:

- Bohrwagen BTRK 2 1300
- Ladewagen DH G210
- Ausbaumanipulator GTA M 2000
- Kurvengängige Teleskop-Ankerstandbühne GTA 8200
- Ausbaubühne GTA 5400
- Hinterfüllanlage
- Baustoffpumpe Montanbüro Elefantino

Die Standardisierung der Streckenvortriebe in Bezug auf die maschinelle Einrichtung wurde in allen Betrieben des Berg-

werks erfolgreich umgesetzt. Diese Vorgehensweise führt zu organisatorischen und wirtschaftlichen Vorteilen beim Einsatz der Vortriebsmannschaft, ebenso hinsichtlich Wartung, Instandhaltung und Ersatzteilverhaltung der Ausrüstungen. In den Streckenvortrieben werden aufgrund der hohen Gasausbruchgefahr systematische Vorauskundungsbohrungen erstellt, von deren Ergebnissen die wöchentlichen Auffahrleistungen abhängen. Teilschnittmaschinen kommen in dem Bereich der bergmännischen Lagerstättenvorrichtung aufgrund der Gasausbruchgefahr nicht zum Einsatz.

Die Vortriebe 10 Norden, Flöz 54 und 10 Norden, Flöz 54 Gegenort liegen an der westlichen Grenze des Bergwerks. Trotz der großen klimatischen Belastungen für die Vortriebsmannschaft, den weiten untertägigen Fahrwegen und mehreren Störungsdurchörterungen liegt die arbeitstägliche Auffahrleistung im Mittel bei etwa 5,5 m. Mit der Auffahrung der östlichen Basis, Flöz 51 wird der Zugang zu den Abbaustrecken „7 Westen“ und „8 Westen“ erschlossen. Auch hier zeichnet sich der Vortrieb durch gute Auffahrleistungen der Mannschaft der THYSSEN SCHACHTBAU aus. Ein hohes Maß an Arbeitssicherheit, gute Auffahrleistungen sowie die Einhaltung der vom Bergwerk der RAG Anthrazit Ibbenbüren geforderten Qualitätsstandards bilden die Voraussetzungen für einen reibungslosen Betriebsablauf.

Arno Lehmann · lehmann.arno@ts-gruppe.com

#### Streckenvortrieb mit endgültigem Ausbau







Anflug auf Aktobe



Bergwerk „10. Jahrestag der Unabhängigkeit Kasachstans“

## Streckenauffahrung in großer Teufe und schwierigem Gebirge für kasachisches Chromerzbergwerk

Im Frühjahr 2011 gründeten SCHACHTBAU NORDHAUSEN GmbH und THYSSEN SCHACHTBAU GMBH die „T00 Schachtbau Kasachstan“. Hauptziel der Gesellschaft sind das Teufen von Schächten, das Auffahren von Strecken sowie die Durchführung von Bohr- und Gefrierarbeiten.

Der erste Auftrag konnte im Oktober 2012 mit der 4150-m-Streckenauffahrung für das Chromerzbergwerk Donskoy GOK der TNK Kazchrome akquiriert werden. Die Projektierung, Maschinenakquisition und Mobilisierung von Personal mit anschließender Baustelleneinrichtung wurde unmittelbar nach Auftragserteilung aufgenommen. Bereits am 15. August 2013 erfolgte die erste Sprengung in etwa 900 m Teufe für das Projekt „Herstellen einer Strecke auf der Sohle –480 m auf dem Bergwerk „10. Jahrestag der Unabhängigkeit Kasachstans“. Nach einer schwierigen Anlaufphase in 2013 und einem guten Start in 2014 konnten bis Ende Juni 2014 nahezu 700 m Strecke mit zwei Kurven, einem Bahnhofsbereich und einem Streckenabzweig aufgefahren werden.

### Vertragsabschluss zur Streckenauffahrung

Nach einem Planungsauftrag zum Teufen eines Schachtes im Jahr 2008 für das Chromerzbergwerk „10. Jahrestag der Unabhängigkeit Kasachstans“ von Donskoy GOK, einer Filiale der

AO „TNK Kazchrome“ im Nordwesten von Kasachstan, gelang es im Oktober 2012 bei eben dieser Gesellschaft einen weiteren Auftrag zu gewinnen. Der Einstieg in das Projektgeschäft in Kasachstan war mit dieser Akquisition realisiert.

Verständlicherweise ist ein derartiger Einstieg, ebenso wie der Neueinstieg in einem anderen fremden Land, mit zusätzlichen Risiken und Unwägbarkeiten behaftet. Erklärtes strategisches Unternehmensziel ist es jedoch, in diesem prosperierenden, rohstoffreichen Land Fuß zu fassen und Projekte unter Anwendung heimischer Kernkompetenz zu realisieren. Die Devise ist, Schritt für Schritt das Geschäft aufzubauen und die Eigenheiten und Gesetze des Landes und die Anforderungen und Ansprüche der Auftraggeber kennen zu lernen.

Ein Werkvertrag darf nach kasachischem Gesetz nur ein Festvertrag sein und die Vertragssumme sich im Verlauf der Ausführung nicht ändern. Wie soll das gehen, wenn 4150 m Strecke in einer Teufe von etwa 900 m in schwierigem Gebirge aufzufahren, jedoch die geologischen Kenntnisse über die aufzufahrende Strecke sehr spärlich sind?

Das Vertragswerk wurde so gestaltet, dass diverse Variationen des Gebirges zugelassen und optional definiert wurden. Die als wahrscheinlich geltende Gebirgsklasse bildete die Basis des Festpreisvertrages. Abweichungen von den Normalbedingungen der Ausbruchsklasse 5 wurden in den Anlagen des Vertragswerkes geregelt. Der Werkvertrag wurde Ende Oktober 2012 unterzeichnet.

## Vorbereitung

Parallel zu den Vertragsverhandlungen wurde das Kontingent von 51 Mitarbeitern als Expatriate für die Jahre 2013 bis 2016 beantragt und vom kasachischen Parlament im Juni 2012 bewilligt. Der Einsatz dieser deutsch-österreichischen Fachleute bildete die Grundvoraussetzung des Werkvertrages. Zwischen den Gesellschaftern der TOO Schachtbau Kasachstan wurde eine Beistellungsvereinbarung erarbeitet und signiert. Damit wurden die Verantwortlichkeiten ähnlich einem ARGE-Vertrag projektbezogen festgeschrieben. SCHACHTBAU NORDHAUSEN übernahm demnach die technische und THYSSEN SCHACHTBAU die kaufmännische Verantwortung darüber, wie die beiden Gesellschafter ihre Ressourcen der TOO Schachtbau Kasachstan zum bestmöglichen Gelingen des Projektes beisteuern.

## Gebirgsprognose

Die Chromitlagerstätten von Chromtau befinden sich am südlichen Saum der Ural-Gebirgskette. Die in der Baugrundsäule beschriebenen Gesteine sind Gabbro-Amphibolit und ein serpentinierter Peridotitkomplex. Die Gesteine wurden stark verfaultet, dann zerschert und mit unterschiedlicher Intensität zerbrochen (kataklasiert, mylonitisiert, brekzienartig verändert). Die Störungs- und Klufflächen bzw. Scherklüfte sind stark ausgebildet. Extreme Druck- und Temperaturbedingungen bei der Metamorphose mit Mineralumbildungen der basischen Minerale hatten unter anderem eine Serizitisierung und Chloritisierung zur Folge. Das fördert im Gesteinsverband glatte Mineral- und Klufflächen sowie Mineralausfüllungen mit niedrigen Reibungswerten.

Diese Chromerzlagerstätte ist auch von plattentektonischen Einflüssen betroffen. Ein Großteil der aufzufahrenden Bergwerksstrecken sind in mittel- bis starkklüftigem Serpentinergestein mit serizitischen Kluffüllungen zu erstellen. Besonders in Verbindung mit Wasser löst sich der Gebirgsverband schnell auf und neigt zu Nachbrüchen. Das Beherrschen der daraus folgenden Konvergenzen erfordert neue bzw. in Kasachstan bisher eher ungewöhnliche Auffahrtechniken und Sicherungssysteme. Das bisherige Ausbaukonzept des Kunden mit Stahlbögen und Handsteinverzug bietet nur in Bereichen mit guten Gebirgseigenschaften längerfristigen Ausbauwiderstand.

## Planungsphase (Das Projekt)

In den ehemals sowjetisch geprägten Regionen werden die Genehmigungsplanung als „P-Phase“ und die Ausführungsplanung als „RD-Phase“ unterschieden, gemeinsam als „Das Projekt“ bezeichnet. Im Rahmen der Genehmigungsplanung



14. November 2012: Ortsbrust nördlicher Querschlag nach Westen, steilstehende diagonale, subparallele Großklüftung mit Harnischen und Talk-Belag, bisherige Ausbaumethode

war für das akquirierte Streckenauffahrungsprojekt zunächst das passende Sicherungskonzept für verschiedene Gebirgsklassen zu entwickeln. Darauf aufbauend erfolgte die Auswahl des dafür am besten geeigneten maschinentechnischen Konzeptes. Donskoy GOK konnte davon überzeugt werden, dass ein Streckenquerschnitt von knapp 15 m<sup>2</sup> anstelle des etwa 11 m<sup>2</sup> geplanten Querschnittes Voraussetzung für eine qualitativ hohe Auffahr- und Ausbauleistung ist.

Zwei Querschläge – im Mittelteil reduziert auf eine Strecke – sind von der bestehenden zur neuen Schachtanlage mit mehreren Verbindungsstrecken herzustellen. Einen Teil davon hat Donskoy GOK bereits selbst erstellt, davon sind einige Abschnitte wegen zu großer Konvergenzen nicht mehr nutzbar. Fortan ist auf der Sohle –480 m nur noch Schachtbau Kasachstan mit Vortriebsarbeiten beschäftigt und Donskoy GOK bedient das Hinterland.

SCHACHTBAU NORDHAUSEN erstellte innerhalb von zwei Monaten als Beistellung für Schachtbau Kasachstan die Änderungen zur Genehmigungs- und Ausführungsplanung. Im Februar 2013 wurde „Das Projekt“ von drei Instituten aus Russland und Kasachstan genehmigt und von Donskoy GOK der Schachtbau Kasachstan schriftlich zur Ausführung freigegeben.

## Statische Berechnung

Die Berechnung der Spannungsumlagerungen im Gebirge und der Ausbaubelastungen erfolgen an ebenen Modellen für aufeinanderfolgende Vortriebs- und Ausbauphasen.

Zum Streckenausbaumodell:

1. Primärzustand Gebirge
2. Vorentspannung im Ausbruchbereich



Die ersten Maschinen erreichen die Baustelle



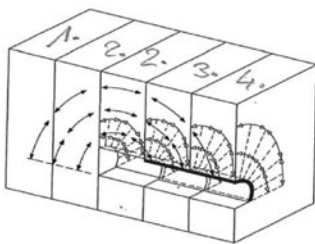
10. September 2013: Ein Gebirgsverbund ist nicht mehr erkennbar, Vortrieb in AKL 7.1 mit Stahlbogen



Bohrwagen mit Teleskoplafette beim Ankersetzen

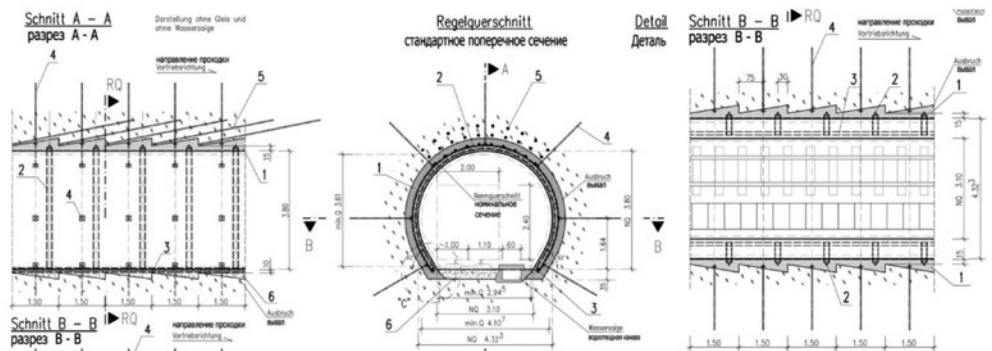


Ladearbeit mit ITC 120



Modell zur statischen Berechnung

Konstruktion: z.B.:  
Ausbruchsklasse 6



- 3. Teilweise Sicherung
- 4. Vollständige Sicherung bzw. Auskleidung

Die Berechnung wurde als Finite-Elemente-Methode durchgeführt. Das Modell berechnet die Veränderung der Spannungen, Kräfte und Verformungen auf Grundlage von Steifigkeitsänderungen während der einzelnen Vortriebsphasen. Als tragende Ausbauelemente werden der Spritzbeton und die radial eingebauten Anker berücksichtigt. Weitere Ausbauelemente erhöhen die Sicherheit in der Bauphase.

### Neuartiges Vortriebs- und Ausbaukonzept im kasachischen Bergbau

Die Anforderung, hohe Vortriebsleistungen mit maximalem Sicherheitsstandard zu gewährleisten, konnte nur mit Anwendung einer innovativen Technologie und Einsatz eines hochmechanisierten Bohr- und Sprengvortriebes realisiert werden. Es sollte die Möglichkeit geschaffen werden, mit Anpassungen am Maschinen- und Sicherungskonzept auf etwaige unerwartete geologische Bedingungen kurzfristig reagieren zu können.

Die 3-Wege-Weiche im Querschnitt von 15 m<sup>2</sup>

Der erste Betonnachmischer unter Tage am 15. August 2013



Spritzmanipulator MEYCO Oruga mit Teleskoparm bei der Erstsicherung

Der Schutz der Heiligen Barbara konnte bereits in der selbst aufgefahrenen Strecke erbeten werden

Die gebirgsmechanischen Anforderungen führten zur Festlegung des Sicherungs- und Auskleidungskonzeptes als Anker-/Spritzbetonausbau. Dadurch können erwartete Konvergenzen gering gehalten werden. Die bisher erzielten Auffahrleistungen bestätigen die Annahmen. Die Ausbaugegenstände bewegen sich im Millimeterbereich.

Das gewählte Konzept ist im heimischen Berg- und Tunnelbau als Standardkonzept zu bezeichnen. Im kasachischen Bergbau, in dem die Mechanisierung und Flexibilisierung des Vortriebs- und Ausbausystems im Streckenvortrieb noch nicht eingeführt ist, stellt das gewählte Maschinen- und Ausbaukonzept jedoch ein Novum dar. Um die Mechanisierung und Flexibilisierung ohne nennenswerte Anlaufschwierigkeiten konsequent umsetzen zu können, wurde eine volle Vortriebsmannschaft aus beiden Mutterhäusern rekrutiert.

Problematisch war die Auswahl des Maschinenparks für den relativ kleinen Streckenquerschnitt. Zur Realisierung des Vortriebs unter Einhaltung der vielfältigen Anforderungen wurde schlussendlich folgender Maschinenpark ausgewählt:

- zweiarmiger Bohrwagen AtlasCopco Rocket Boomer 282 mit zwei Teleskoplafetten: Damit können alle erforderlichen Bohrungen erstellt werden, auch die Radialanker im

kleinen Querschnitt. Die installierte Luft-Wasser-Spülung schont den Gebirgsverbund und ersetzt zum Teil das Ausblasen der Sprenglöcher.

- Tunnel- und Ladebagger ITC Terex-SCHAEFF 120 F4: Be- reißten des freigelegten Gebirges, Laden des Haufwerkes in 4,5 m<sup>3</sup> große Bergewagen und Hilfestellung beim Installieren der Gitterbögen sind seine wesentlichen Aufgaben, die er wie erwartet erfüllt.
- Schlepplafette mit drei parallelen Gleisen der Firma Maschinenbau Mark: Sie kann nah an der Lademaschine nachgeführt werden. Mit einem Zugverband von etwa sieben Bergewagen kann in kurzer Zeit jeweils der volle Wagen entfernt und ein leerer Wagen wieder dem ITC zugeführt werden. Dazu kann auf dem Mittelgleis die Rangierarbeit für die Großgeräte erfolgen. Die Rangierarbeit funktioniert zur Zufriedenheit aller.
- Spritzbetontechnik mit Spritzmaschine MEYCO Altera und Spritzmanipulator MEYCO Oruga: Sie passen exakt zu den getroffenen Anforderungen. Besonders der Spritzmanipulator mit einem bis zu 4 m auszufahrendem Spritzarm erlaubt ein beinahe sofortiges Einbringen der Erstsicherung bei schlechten Gebirgsverhältnissen.





Denkmal für die Gefallenen des Großen Vaterländischen Krieges in Chromtau



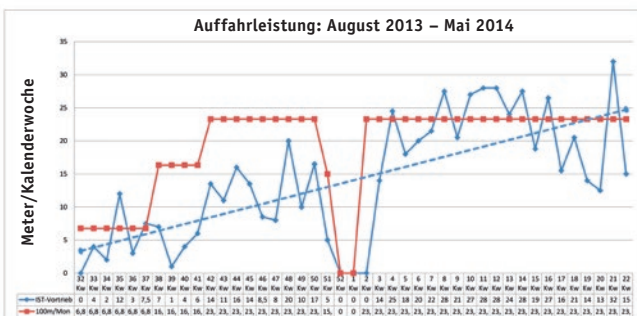
Abb. rechts: Durchschlag zur Nordstrecke nach 666 m Auffahrung am 5. Juli 2014

- **Betonnachmischer der Firma Mühlhäuser:** Bei einem Fassungsvermögen von 3,2 m<sup>3</sup> Spritzbeton werden pro Abschlag ca. drei Einheiten verarbeitet. Kommt es zu geologisch bedingtem Mehrausbruch, wird dieser auch mit Spritzbeton verfüllt.
- **Stationäre Betonmischanlage Typ HA MP 1125/750 S der Firma Hartmann:** Herstellung des Spritzbetons in Eigenregie in der Schachthalle mit direkter Gleisanbindung zum Schacht. Die Halle wurde komplett abgedämmt, um in Verbindung mit Wärmestrahlern auch bei -40 °C Außentemperatur die nötigen +5 °C sicherzustellen. Die Zuschlagstoffe werden mit Fahrlader und der Zement aus Big Bags in Vorsilos gefüllt, bevor sie abgewogen dem Mischer zugeführt werden.

### Zwischenbilanz der Projektrealisierung

Nach nur gut neun Monaten Mobilisierungszeit wurde am 15. August 2013 der erste Abschlag erstellt. Bereits nach wenigen Tagen wurde eine Störungszone durchörtert, deren Beherrschung gleich fünf Tage in Anspruch nahm. Es bestätigte sich sogleich, dass das gewählte Vortriebskonzept beinahe perfekt auf diese schwierige Geologie abgestimmt ist. Kein Mitarbeiter musste den gefährdeten Bereich betreten,

Der Trend der Auffahrleistung steigt, noch ist Luft nach oben.



alle Auffahrungsschritte konnten maschinentechnisch aus dem gesicherten Bereich heraus ohne Personen- und Maschinenschäden gelöst werden. Es wurde dabei bestätigt wie wichtig es ist, so schnell als möglich die Erstsicherung mit einer 5 cm dicken Spritzbetonlage aufzubringen. Das Auflockern des Gebirges wird damit frühzeitig vermieden, zudem wird das Gebirge versiegelt und so vor Feuchtigkeit geschützt. Trotz Lernphase und widriger Gebirgsverhältnisse konnten bis Dezember 2013 bereits 172 m Strecke aufgefahren werden. Das entspricht einer Vortriebsleistung von 1,35 m/Tag. In den ersten fünf Monaten 2014 wurde die Leistung auf 3,1 m/Tag gesteigert. So zeigte sich 2014 die Geologie von einer etwas besseren Seite und es handelte sich meist um gerade Streckenabschnitte. In diesen fünf Monaten wurden aber auch ein Bahnhofsbereich und ein Streckenabzweig sowie 25 % der Auffahrung in der von den Normalbedingungen abweichenden Ausbruchsklasse 6 erstellt. Die Tagesleistung hängt wesentlich von der Geologie und der Streckenführung ab.

### Schlussfolgerung

Die Zusammenstellung der Mannschaft und die Wahl des Vortriebs- und Sicherungskonzeptes haben sich in dieser doch äußerst schwierigen und anspruchsvollen Geologie in den Ausläufern des Uralgebirges vollumfänglich bewährt. Weiteres Optimierungspotential zur stetigen Leistungssteigerung auszuschöpfen, ist Aufgabe der Betriebsleitung, die bereits erfolgreich daran arbeitet.

Sergej Hübscher · [huebscher.sergej@ts-gruppe.com](mailto:huebscher.sergej@ts-gruppe.com)  
 Franz Stangl · [stangl.franz@ts-gruppe.com](mailto:stangl.franz@ts-gruppe.com)  
 Eugen Hoppe · [hoppe.eugen@ts-gruppe.com](mailto:hoppe.eugen@ts-gruppe.com)



Der ursprüngliche, mit Betonfertigteil-Segmenten ausgekleidete MDS-Stollen

# Das Cameco Cigar Lake-Projekt Neue Österreichische Tunnelbauweise (NÖT)

## ■ Vorgeschichte

In Comcos Bergwerk Cigar Lake in Nord-Saskatchewan, Kanada, waren zahlreiche Herausforderungen zu meistern, um den Zugang zur zweitgrößten Uranerzlagerstätte der Welt zu sichern. Zu Beginn des Jahres 2006 verzeichnete das Bergwerk Cigar Lake einen drastischen Rückschlag aufgrund eines Wassereintruchs während des Abteufens von Schacht 2 und einige Monate später einen zweiten Rückschlag durch den andauernden Zufluss auf der damals als Förderstrecke des Bergwerks vorgesehenen 465-m-Sohle. Obwohl der ursprüngliche Wassereintruch in Schacht 2 auf den Schachtbereich selbst begrenzt blieb, hatte der zweite Einbruch letztlich die vollständige Überflutung des Bergwerks zur Folge.

## ■ Ursprüngliche Methode für den Streckenvortrieb – Mine Development System (MDS)

Als das Bergwerk überflutet war, musste während des Sanierungszeitraums das untertägige Gefrierprogramm aus verständlichen Gründen ausgesetzt werden. Nach monatelangen ingenieurtechnischen Vorarbeiten, Sanierungsaktivitäten und

Maßnahmen zur Gebirgsertüchtigung konnten gegen Ende 2010 nach der Öffnung des Zuganges zum Untertagebereich des Bergwerks Cigar Lake die untertägigen Gefrieranlagen und Gefrierstrecken wieder instand gesetzt werden. Damit konnten der die Uranerzlagerstätte umgebende wasserführende Sandstein und das gebräuche Nebengestein von den untertägigen Gefrierstrecken aus erneut gefroren werden. Die Gefrieranlagen wurden wieder in Betrieb genommen und die untertägigen Erschließungs- und Bauarbeiten waren in Erwartung der ersten geförderten Erzladung wieder im vollen Gange. Im Zuge des ursprünglichen Vortriebs der beiden Gefrier- und Förderstrecken mit MDS wurden die Strecken über ihre Gesamtlänge mithilfe von Betonfertigteil-Segmenten ausgebaut. Der Aufbau des perfekten, kreisrunden Streckenprofils besteht aus jeweils sechs dieser Elemente.

Diese im Verbund agierenden, geankerten Segmente bildeten einen soliden 170 m langen Zylinder, der ohne weitere zusätzliche Gebirgsertüchtigung bzw. Ausbauerstellungen für die zukünftige Verwendung während der Förderung geeignet ist.



Unglücklicherweise gelangte im Verlaufe der Sanierungsphase aufgrund der Unterbrechung des Gefrierprogramms Wasser hinter die Betonsegmente. Mit Wiederinbetriebnahme der Gefrieranlagen im Anschluss an die Trockenlegung des Bergwerks Anfang 2011 begann das sowohl die Gefrier- als auch die Förderstrecken umgebende, wassergesättigte Gebirge zu quellen (Frostdruck), die Betonfertigteile-Segmente zeigten Risse und Abplatzungen und lösten sich in einigen Fällen sogar komplett aus dem Ausbauverbund.

Obwohl Cameco hoffte, die Erschließung nach dem ursprünglichen Verfahren des Vortriebs der Gefrier- und Förderstrecken unter Verwendung der MDS-Tunnelbohrgeräte fortführen zu können, stellte sich dennoch heraus, dass zur Lösung der anstehenden Probleme ein anderes Verfahren erforderlich war. Vor der entsprechenden Entscheidung führte Cameco in den bestehenden Strecken umfangreiche Untersuchungen durch und stellte fest, dass das Quellen des Gebirges erheblich stärker war als ursprünglich angenommen. Je länger das Quellen des wassergesättigten Sandsteins während der Vereisung andauerte, desto stärker nahmen die auf die ursprünglichen Betonfertigteile-Segmente wirkenden Kräfte zu. Somit war klar, dass Abhilfen unumgänglich waren.

### ■ Die Neue Österreichische Tunnelbauweise – NÖT

Nach umfangreichen Studien kam Cameco zu dem Schluss, dass in Anbetracht der ungünstigen Verhältnisse unter Tage die Neue Österreichische Tunnelbauweise (NÖT) die vorteilhafteste Methode war. Das einzigartige Konzept der NÖT trägt der Verformungsfähigkeit des Streckenausbaus Rechnung, die

Risse und Abplatzungen der Segmente, hervorgerufen durch „Frostdruck“



aufgrund der Analyse des die Strecken umgebenden, gesättigten und unter Frostdruck stehenden Gebirges für erforderlich erkannt wurde.

### ■ NÖT – die Funktionsweise

Die umgebende Formationsgeologie der Erzlagerstätte Cigar Lake besteht hauptsächlich aus Sandstein, der eingeschlossene Bereiche mit instabilen R1-Gebirgsbedingungen und formativumfassend unregelmäßig auftretenden Zonen aus breiigem Ton aufweist. Derartige Gebirgsverhältnisse, wie sie in den beiden Gefrier- und Förderstrecken (derzeitige und zukünftige Strecken) auftreten, werden typischerweise als verhältnismäßig schlecht eingestuft.

Die NÖT ist im Wesentlichen durch abschnittsweisen Ausbruch oder Vortrieb gekennzeichnet, bei dem Bereiche nicht abgestützten Gebirges so klein wie möglich gehalten werden. In Cigar Lake werden die Strecken im vollen Querschnitt in Abschlaglängen von jeweils einem Meter wie folgt vorgerieben:

- Ausbruch des gesamten Streckenprofils in Kalotte, Strosse und Sohle mit Terex ITC 120F2 (mit der Option Schrämkopf oder Hydraulikspitzhammer)
- Spritzbetonversiegelung auf Ortsbrust, Stöße und Firse (5 bis 7,5 cm)
- Einbau des fünfteiligen, nachgiebigen Ausbaubogens, komplett mit Verbolzung und Reibschlössern (6 insgesamt)
- Einbau der ersten Bewehrungsmattenlage
- Spritzbetonauftrag auf der Stirnfläche, den nachgiebigen Ausbaubögen, Verbolzung, Reibschlössern und der Bewehrungsmatte, bestehend aus einer 35-MPa-Spritzbetonlage (ca. 15 bis 17,5 cm)
- Einbau der zweiten Bewehrungsmattenlage
- Spritzbetonauftrag auf der Stirnfläche, den nachgiebigen Ausbaubögen, Verbolzung, Reibschlössern und der Bewehrungsmatte, bestehend aus einer 35-MPa-Spritzbetonlage (ca. 15 bis 17,5 cm)
- Wiederholung der Vorgänge je nach Anforderung der Gebirgsverhältnisse

Da es sich bei der NÖT je nach angetroffenen geologischen Bedingungen um ein adaptives oder auch flexibles Verfahren handelt, ändert sich die angewandte Vortriebstechnik ständig. Daher ist es äußerst wichtig, erfahrene und kompetente Ingenieure vor Ort zu haben, die in der Lage sind, konstruktive Veränderungen erforderlichenfalls spontan zu veranlassen. Falls zusätzliche Maßnahmen zur Verstärkung des Streckenausbaus erforderlich sind, werden 10 Hohllanker der Länge 4 m bis 6 m radial zur Streckenachse gesetzt.

Erste Spritzbetonschicht auf der Ortsbrust; Anfang des Tunnels 765, schlechte Gebirgsverhältnisse



In gleicher Weise wird bei Antreffen schlechter Geologie die Ortsbrust zusätzlich mit 6 m bis 8 m langen Hohllankern gesichert. In anderen Fällen wird die primäre Gebirgssicherung mithilfe von Ausbaubögen, Stauchelementen, Bewehrungsmatten und Spritzbeton gewährleistet.

Falls sich die Gebirgsbedingungen soweit verschlechtern, dass der offene (mit Hohllankern und Spritzbetonausgleichsschicht gesicherte) Ausbruch nicht sicher sein sollte, werden die Strecken im Zweidrittel-Eindrittel-Verfahren aufgefahren, bei dem die oberen zwei Drittel des Querschnitts stets vor Ausbruch und Sicherung des unteren Drittels ausgebaut werden. Hierdurch ist gewährleistet, dass sich die Mitarbeiter jederzeit unter einem gesicherten Streckenabschnitt befinden. Auch hier gilt wiederum, dass die Vorgehensweise den wechselnden Gebirgsverhältnissen angepasst werden kann.

Die NÖT setzt Spritzbeton ein, der sich nach dem Auftragen mit dem anstehenden Gebirge verbindet und sich dadurch die geologische Eigentragfähigkeit der umgebenden Gebirgsmasse für die Stabilisierung der Strecke zunutze macht. In Übereinstimmung mit dem meterweisen Vortrieb werden im Abstand von einem Meter die nachgiebigen Bögen gestellt. Zwischen zwei nachgiebigen Bögen werden sechs Stauchelemente gleichmäßig verteilt vorgesehen. Diese Blöcke ermöglichen das Nachgeben oder Zusammendrücken der Strecke, während der nachgiebige Bogenausbau und die Spritzbetonschale das Gewicht und den Druck der umgebenden Gebirgsmassen aufnehmen.

Die Einhaltung der Höhe und die Genauigkeit des Streckenvortriebs erfordern permanente Vermessungsarbeiten. Zu diesem Zweck installierten die Vermesser bis zu sieben Extensometer und Prismen im Streckenprofil radial verteilt in Ab-

ständen von 10 m über die Länge der Strecke. Ein weiterer wichtiger Aspekt der Streckenvermessung ist die ständige Überwachung der Konvergenzen, die in die Vorhersagemodelle einbezogen werden und anhand derer der Auftraggeber das Ausbaue- und Gebirgsversagen präziser vorhersehen kann. Die entsprechende Überwachung erfolgt hier unter Verwendung von Mehrfach-Bohrloch-Extensometern (MPBX) und Druckmessdosen zwischen dem unverritzten Gebirge und dem Spritzbetonauftrag. Nach Fertigstellung der Strecke werden die Konvergenzmessungen ausgewertet, um als Nulllinie für das weitere Monitoring zu dienen. Obwohl die Strecke als solche fertiggestellt ist, wird das permanente Streckenmonitoring über die gesamte Betriebszeit des Bergwerks hinweg fortgesetzt. Dies ermöglicht dem Auftraggeber für die zukünftige Erschließung weiterer Gefrier- und Förderstrecken ein besseres Verständnis des Gebirgsverhaltens.

#### ■ Zuschlag für die Arbeiten zur Erschließung der Strecke 765XC

Aufgrund der Erfahrungen von Mudjatik Thyssen Mining (MTM) mit untertägigen Vortriebsarbeiten und der Cameco gegenüber erwiesenen großen Gewichtung der Arbeitssicherheit erhielt MTM den Zuschlag für das NÖT-Projekt zur Erschließung des Abbaustreckensystems 765 für die Hochdruckwasser-Gewinnungsmaschine im Bergwerk Cigar Lake. Jede Strecke wird rund 60 m unter der Uranerzlagerstätte vortrieben, um einen geeigneten Zugang für die Hochdruckwasser-Gewinnungsmaschine zu schaffen, die 2014 für den Abbau des Uranerzes eingesetzt wird.

Die Strecken beginnen jeweils an einer Startkammer und enden mit einer Übergabekammer. Je nach vorgefundenen



Bedingungen werden diese Kammern typisch konventionell im Bohr- und Sprengvortrieb aufgeföhren (Länge rund 5,0 bis 10,0 m). Jede Strecke hat im fertigen Zustand einen endgültigen Durchmesser von 5,0 m und wird mit Abschlaglängen von jeweils 1 m vorgetrieben. Jede Strecke wird eine Länge von ungefähr 170 m aufweisen. Der derzeitige Vortriebsfortschritt liegt bei etwas unter 1 m pro Tag, was bedeutet, dass der Vortrieb einer einzelnen Strecke insgesamt sieben Monate in Anspruch nimmt.

### ■ Zuschlag für zusätzliche Arbeiten – Ausrüstung der Förderstrecke 765XC

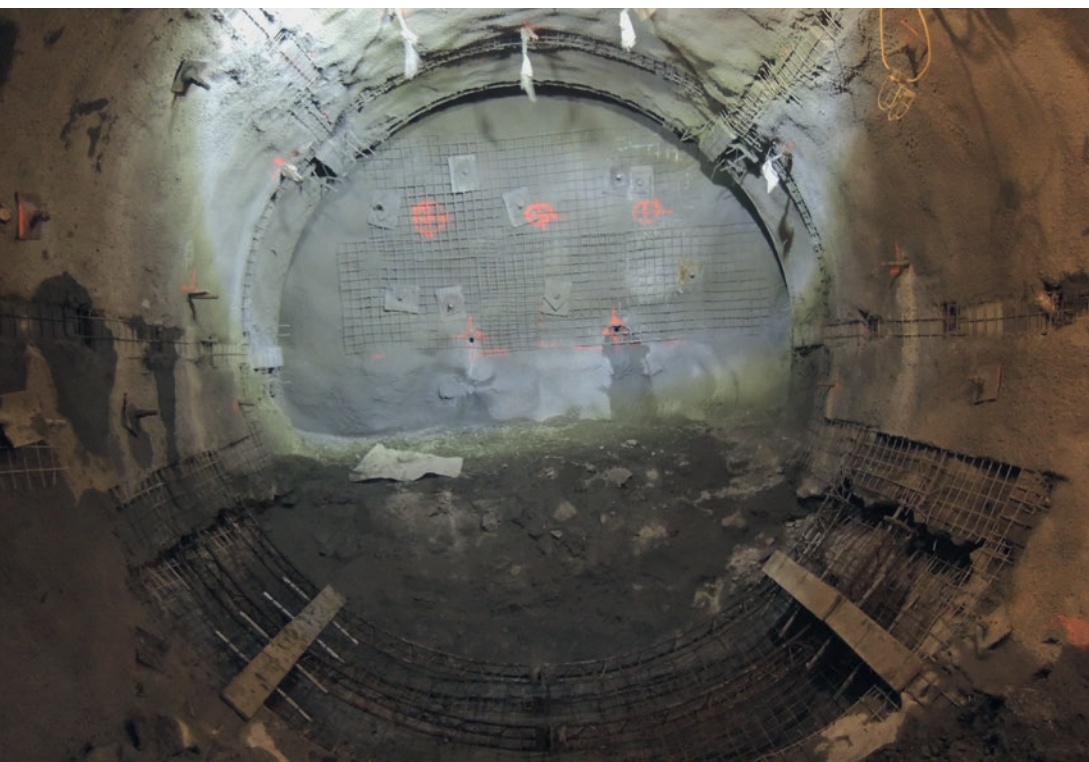
Nach Fertigstellung der Förderstrecke 765 für die Hochdruckwasser-Gewinnungsmaschine erhielt MTM den Zuschlag für die Arbeiten zum Einbau der Ausrüstungen in die Förderstrecke 765 der Hochdruckwasser-Gewinnungsmaschine. Dieser Auftrag bezieht sich auf die Ausstattung der Strecke mit folgender Ausrüstung:

- ein Satz Wetterschleusen (in der Startkammer)
- Schienen und Schwellen
- Rohrverlagerungen
- 1 × 2" Luftleitung, 5 Mittel- bis Niederdruckwasserleitungen, 1 × 3" Hochdruck FMC-Leitung, 1 × 6" Erzschlämmeleitung
- Betonpumpe und Betonförderleitung
- Sumpf und Sumpfpumpe

Die Strecke ist am nördlichen Ende (Startkammer) durch einen Satz Doppeltüren, die eine wirkungsvolle Wetterschleuse

bilden, abgeschlossen. Das Wetterschleusensystem dient zur Schaffung einer abgeschlossenen Wetterabteilung im Falle des Austretens oder erhöhtem Auftreten von Radongas. Jedwede Kontaminierung der Wetter wird auf die Strecke begrenzt und durch eine Bohrung zur darunter liegenden 500-m-Sohle geleitet, von wo aus sie in Schacht 2 nach oben abgeföhrt wird. Die am südlichen Ende jeder Förderstrecke gelegene Bohrung wird während des Tunnelvortriebs im NÖT-Verfahren von der 480-m- zur 500-m-Sohle erstellt. Die Frischluftversorgung der Bohrmannschaft erfolgt über eine starre Rohrleitung aus einer oberhalb gelegenen Wetterabteilung.

Die Hochdruckwasser-Gewinnungsmaschine fährt auf einer Gleisanlage vorwärts und rückwärts durch die Förderstrecke. Vor dem Einbau der aus Schwellen und Schienen bestehenden Gleise muss zunächst eine glatte, geneigte Betonplatte gegossen werden, um zu gewährleisten, dass das gesamte, während des Hochdruckwasser-Gewinnungsverfahrens anfallende Wasser und das Bohrklein in den Sumpf ablaufen, von wo aus sie zu den Lagertanks für das geförderte Roherz gepumpt werden. Diese Betonage erweist sich aufgrund des beengten Zugangs, der unebenen Sohle in der Strecke (durch Rückprall vom Spritzbetonausbau) und des ständigen Wasserzuflusses sowohl aus dem Hangenden als auch aus dem Liegenden als schwierig. Wegen des überschüssigen Wassers und der Art der vertikalen Baufugen muss zwischen Beton und Spritzbeton vor dem Betonieren der Betonplatte ein Haftmittel eingesetzt werden.



Mattenbewehrung komplett eingebaut und bereit für den Spritzbetonauftrag



Rohrwagen für den Einbau der Ausrüstungen im Förderstollen

Nach dem Einbringen des Betons werden die Schienen und Schwellen eingebaut. Die Schwellen werden in Abständen von jeweils 1 m zwischen den nachgiebigen Streckenbögen angeordnet. Hierdurch wird gewährleistet, dass das Gewicht der Hochdruckwasser-Gewinnungsmaschine (während des Bohrens) einwandfrei aufgefangen wird. Der Einbau der Schwellen ist wegen der vorhandenen Ungleichmäßigkeiten der Strecke aufgrund des Spritzbetonauftrags eine knifflige Aufgabe, da es sehr schwer ist, die Strecke perfekt gerade und glatt zu halten. Dennoch gelang es MTM, die Schwellen so einzubauen, auszurichten und einzubetonieren, dass der Einbau der Schienen nur mit ganz minimalen oder sogar ganz ohne Durchbiegungen in jeder Richtung möglich war.

Auf den Einbau der Schienen folgte der Einbau der Verlagerungen für die Versorgungsleitungen der Hochdruckwasser-Gewinnungsmaschine. Zur Erleichterung des sicheren und effizienten Einbaus der Versorgungseinrichtungen für die Förderung wurde für den Einsatz in der Strecke ein Rohrwagen konzipiert und gebaut. Die Rohrverlagerungen wurden – ähnlich der Vorgehensweise bei den Schienenschwellen – in Abständen von 3 m passend zwischen die nachgiebigen Bögen gebohrt.

Die Rohrverlagerungen können während der gesamten Betriebsdauer an die durch Gebirgsdruck verursachten Konvergenzen der Strecke angepasst werden. Der Gebirgsdruck wird durch den Gefrierdruck der unterirdischen Gefrieranlage hervorgerufen.

In jeder Strecke sind insgesamt neun Rohrleitungen installiert. Die Luft- und Wasserleitungen werden für den Bohr-



Förderstollen 765 nach der Ausstattung mit Schienensystem und Versorgungseinrichtungen

vorgang und für anderweitige Versorgungen auf der Gewinnungsmaschine benötigt. Das FMC-Hochdruckrohr mit Hammerschlag-Gewindekupplungen ist für die Versorgung der Gewinnungsmaschine mit Strahlwasser zuständig. Die Betonförderleitung ist für die Verfüllung der Abbaukammern erforderlich und die Schlammleitung wird dazu verwendet, die Uranerzschlämme von der Gewinnungseinrichtung zu den Rohförderungs-Erzlagertanks zu pumpen, wo die Schlämme gelagert und weiterverarbeitet werden.

Nach Abschluss der Ausrüstungsarbeiten der Förderstrecke 765 freut MTM sich schon auf den Beginn der Erschließungsarbeiten für die nächste Förderstrecke im Bergwerk Cigar Lake.

*Kayne Ulmer · kulmer@thyssenmining.com*  
*Nolan Basnicki · nbasnicki@thyssenmining.com*





Abb. links: Fördergerüst des Schachtes WS-10 in der Polarnacht

Abb. rechts: Schachtkomplex SKS-1

## Fördertechnik und Schachtbauausrüstungen für das Abteufen ultratiefer Schächte am Beispiel der laufenden Projekte WS-10 und SKS-1 in Norilsk

**Das Teufen und Auskleiden von Bergwerksschächten zum Aufschluss von Lagerstätten mineralischer Rohstoffe sowie von Schächten für zivile Ingenieurbauwerke stellt mit zunehmender Teufe für Bauherrn, Projektant und Unternehmer eine große Herausforderung dar.**

Wachsende Rohstoffpreise und Erschöpfung ausgezerrter Lagerstätten zwingen die Bergbaukonzerne immer mehr, auch Vorkommen zu erschließen, die hinsichtlich ihrer Teufe für die Gewinnung zumindest früher nicht wirtschaftlich gestaltet werden konnten. Diese neue Tendenz fordert andere und effizientere Techniken und Methoden, vor allem auch im Bereich des Schachtbaus, um die Erschließung dieser ultratiefen Lagerstätten einerseits überhaupt zu ermöglichen und andererseits auch wirtschaftlich und mit minimierten Risiken abzubauen.

Zur Gewinnung von reichhaltigen Erzvorkommen hat die „OJSC MMC Norilsk Nickel“ im Jahr 2006 den Entschluss gefasst, in der Nähe der Stadt Talnach in der Norilsk-Region der Russischen Föderation den Erzbergwerkkomplex „Skalistsy“ zu errichten. Ein Bestandteil dieses Gesamtvorhabens ist die Errichtung der Schachtkomplexe WS-10 und SKS-1. Die nördlich

des Polarkreises in der Tundra zu bauenden Schachtkomplexe liegen ca. 2000 m voneinander entfernt.

### ■ Allgemeine Daten der Projekte WS-10 und SKS-1

Beide Schächte befinden sich aktuell in der Abteufphase. Die Errichtung der übertägigen Bergwerksanlagen, bestehend aus mehr als 30 Gebäuden, erfolgt gleichzeitig zu den Abteufarbeiten. Beide Bergwerke sollen Ende des Jahres 2019 in Betrieb gehen. Die Nutzungsdauer der Schächte wird seitens Norilsk Nickel mit mindestens 50 Jahren beziffert.

Die Norilsker Schachtbauprojekte ähneln sich hinsichtlich ihrer Rahmenbedingungen, Dimensionen und Aufgabenstellung sehr, sodass die Projektabwicklung durch den Auftragnehmer nach einer ähnlichen Vorgehensweise und Systematik erfolgt. Dies bezieht sich insbesondere auf: Konzepterstellung, Detailplanung des gesamten übertägigen Schachtkomplexes, Belieferung und Ausstattung des Schachtes und der Bergwerkseinrichtungen mit den zugehörigen Ausrüstungen sowie die Durchführung der Bau- und Montageleistungen. Der einzige Unterschied zwischen den beiden Vorhaben besteht darin,

dass beim Projekt SKS-1 die Auslieferung der permanenten Förderanlagen, der permanenten Bewetterungsanlagen und der permanenten Energieversorgungsanlagen in Verantwortung des Auftraggebers „OJSC MMC Norilsk Nickel“ liegt.

Der Bau des Schachtes WS-10 erfolgt mit einem lichten Durchmesser von 9,0 m von der Tagesoberfläche bis auf die Endteufe des Schachtes bei 2056,5 m. Der Wetterschacht WS-10 ist als ausziehender Ventilationsschacht, für das Ausfördern von Ausbruchsbergen aus Streckenauffahrungen (240.000 t/Jahr), als Notfahrschacht für die Mannschaft sowie für das Ein- und Ausfördern von Großgeräteausrüstungen und von Materialien vorgesehen.

Gemäß den behördlichen und betrieblichen Bestimmungen wird der WS-10-Schacht mit zwei Schachtförderanlagen ausgestattet, einer Skipförderanlage für Ausbruchsbergförderung und einer Korbförderanlage für Notfahrgang und Materialtransport. Die Skipförderung des WS-10-Schachtes wird in einem automatischen Schachtförderbetriebsmodus, der u.a. auch eine Übermittlung der erforderlichen Förderbetriebsparameter an das Schachtbedienpersonal beinhaltet, zur Verfügung gestellt. Im oberen Abschnitt des Schachtes, im Bereich des Permafrostbodens bis etwa -138 m, wird Guss-eisen-Tübbingausbau montiert. Der Restteil des Schachtes wird mit Betonausbau ausgekleidet.

Der Schacht SKS-1 wird als Produktionsschacht mit einer Skip- und Gestellförderanlage ausgestattet. Es besteht die Zielvorgabe, eine Förderung von etwa 1,5 Mio. t Erz pro Jahr realisieren zu können.

Das Schachtbauprojekt SKS-1 umfasst ebenso wie WS-10 im Einzelnen das Errichten der übertägigen Infrastruktur auf dem für den Schacht vorgesehenen Gelände während des Teufens und für den permanenten Bergwerksbetrieb, das Teufen und Auskleiden des 2050 m tiefen Schachtes und der untertägigen Anschlussbauwerke (unter anderem der Füllorte) sowie die Installation der permanenten Förder-, Transport- und Versorgungseinrichtungen. Eine untertägige Erzbeladungseinrichtung sowie eine im Schachtgerüst installierte Erzentladeeinrichtung sind für den Schachtförderbetrieb geplant.

Die Herstellung des Schachtausbruches erfolgt bei beiden Schächten nach der gleichen Technologie, und zwar jeweils mit Anwendung der Bohr- und Sprengarbeit und Einsatz eines sechsarmigen Schachtbohrgerätes, das eine Abschlaglänge von bis zu 5 m ermöglicht.

Die Bergförderung beim zu bauenden Schacht SKS-1 erfolgt mittels einer doppeltrümmigen Fördermaschine der OLKO-Maschinentechnik GmbH, Olfen, unter Einsatz der Drei-Kübeltechnik, die ein Fassungsvermögen von 5 m<sup>3</sup> bzw. von 7 m<sup>3</sup> je Kübel aufweisen. Die Beladung der Abteufkübel erfolgt mittels der pneumatischen Greiferbirnen mit Volumina von 0,8 m<sup>3</sup> bzw. 1,2 m<sup>3</sup>. Der Hersteller dieser Ladeeinrichtungen ist ebenfalls OLKO-Maschinentechnik.

Die Schächte unter dem Vorschachtbereich werden entsprechend der geologischen Gegebenheiten mit einer Schachtsicherungskombination aus Ankern, Maschendraht und Spritzbeton sowie einem Innenausbau aus Stahlfaserbeton ausgebaut. Das Teufkonzept sieht vor, dass die permanente Schachtauskleidung aus Stahlfaserbeton mit einer Stärke von 40 cm bis 60 cm von der Schachtarbeitsbühne aus eingebracht wird und zwar nahezu unabhängig von der Ladearbeit auf der Schachtsohle. Dies erlaubt eine wesentliche Beschleunigung der Abteufarbeit im Vergleich zu einem traditionellen Schema, bei welchem der Ausbau von der Schachtsohle aus betoniert wird. Stillstandszeiten, hervorgerufen durch Wartung und Reparatur der Beton- und/oder Teufausrüstung, werden reduziert. Der Abstand von der Schachtsohle bis zur bereits eingebrachten Schachtauskleidung beträgt etwa 25 m bis 35 m.



Berge laden mit dem  
1,2 m<sup>3</sup> Greifer und 5 m<sup>3</sup> Kübel



Im Zuge des Schachtabteufens werden die Schächte mit den permanenten Führungseinrichtungen ausgestattet, um nach dem Erreichen der Schachtendteufe eine zeitnahe Inbetriebnahme des Schachtobjektkomplexes zu ermöglichen. Das Abteufen der beiden Schächte erfolgt jeweils mittels eines hochmechanisierten siebenetagigen Schachtteufbühnensystems, dem eigentlichen Herzstück des Schachtabteufkonzeptes. Die wichtigste Besonderheit dieses Bühnensystems ist, dass sie nicht in Seilen hängt, sondern sich selbsttragend in der Schachtauskleidung, die eine Ortbeton-Blocksatzhöhe von 4,5 m aufweist, schreitend absenkt.

### ■ Die im Schacht schreitende Abteufbühne

Zur Entwicklung und Konzeption der „im Schacht schreitenden Abteufbühne“ waren folgende zwei Faktoren von entscheidender Bedeutung:

1. Das Gesamtgewicht der Arbeitsbühne mit den aufgebauten Einrichtungen übersteigt die mögliche Tragfähigkeit

Einsatz eines sechsarmigen Schachtbohrgeräts



der üblichen Seile. Bei Erhöhung des Seildurchmessers wächst das Eigengewicht des Seiles, sodass die notwendigen Seilsicherheitsfaktoren nicht eingehalten werden können.

2. Das Gebirgsmassiv ist hochgespannt und weist hohe Deformationswerte auf, sodass der Ausbau nicht unmittelbar von der Sohle errichtet werden darf.

Wenn die Schachtauskleidung direkt auf der Sohle nach dem Freilegen des Schachtstoßes im Zuge des Abteufens eingebracht werden würde, dann sollte der Ausbau zur Aufnahme sämtlicher Stoßschiebungen mindestens 1000 mm dick sein, was zu hohem Verbrauch an Beton führt. Der Beton hätte zudem während der ersten 24 Stunden bei noch geringer Festigkeit die höchsten Lasten von dem Gebirgsmassiv aufzunehmen. Das würde wiederum zur Bildung von Mikrokluftungen im Beton sowie damit einhergehend zur Verringerung der Ausbaufestigkeit führen.

Bis zum heutigen Tag kam in den Schächten der Norilsk Nickel ausschließlich gusseiserner Tübbingausbau als Schachtausbau zur Anwendung. Für den WS 10- und den SKS 1-Schacht wären im Falle der Übertragung dieser Ausbautechnik Tübbingwandstärken von mindestens 80 bis 100 mm erforderlich geworden. Die Kosten dieses Tübbingausbaus würden die des Betonausbaus – auch mit der Stärke von 1 m – weit übersteigen.

Aus diesen Gründen wurde entschieden, den Schacht erst mit dem temporären, nachgiebigen Ausbau zu sichern und durch das kontrollierte Auflaufen von Konvergenzen zu entlasten, sodass auf die später zu errichtende, permanente Schachtauskleidung geringere Lasten einwirken. Diese Vorgehensweise erlaubt es, die Stärke der Betonauskleidung auf etwa 40 cm zu beschränken.

Nach der ausführlichen Analyse und Verifizierung der erwähnten Faktoren wurde eine Suche nach neuen technischen Lösungen für das Anhängen und Umsetzen der Arbeitsbühne erforderlich. So ist die Entscheidung auf ein mehretagiges Arbeitsbühnensystem gefallen, das unabhängig von der Schachtteufe das Ausführen der Abteufoperationen erlaubt und ebenso parallel zum Abteufen das Einbringen der Schachtauskleidung und die Montage der Schachteinbauten ermöglicht.

Dieses mehretagige Arbeitsbühnensystem kann hinsichtlich der Arbeitsweise mit einer hochleistungsfähigen Tunnelvortriebsmaschine verglichen werden. Dabei erfolgt der Vortrieb in vertikaler Richtung und hinter (über) dem Vortriebssystem wird ein fertig ausgebauter und ausgerüsteter Schacht hinterlassen.



Darstellung der siebenetagenigen Abteufbühne: Arbeits- und Trageinheit

Die Schachtauskleidung wird mittels Umsetzschalung errichtet, die eine Betonsatzlänge von 4,2 m und eine umlaufende Fuge von 0,3 m Höhe vorsieht. Entsprechend diesen Abmessungen sind die Abschlagslängen und die Abstände der Stahleinstriche auf ein Blockmaß von 4,5 m ausgelegt.

Das Arbeitsbühnensystem besteht aus zwei Einheiten: Die Trageinheit, die aus den Etagen Nr. 6 und Nr. 7 besteht und die Arbeitseinheit, die aus fünf Etagen besteht.

Beide Einheiten können bis zu einem Abstand von etwa 40 m unabhängig voneinander betrieben und umgesetzt werden. Das Arbeitsbühnensystem ist so konstruiert, dass es schrittweise umgesetzt werden kann. Nur die obere, siebte Etage wird mit Hilfe der Seile von vier Stück Bühnenwinden umgesetzt. Die Arbeitseinheit, also die Etagen Nr. 1 bis Nr. 5, werden in ihrer Gesamtheit mit Hilfe von Druckluftkettenhubzügen, die an der sechsten Etage (untere Ebene der Trageinheit) installiert sind, umgesetzt.

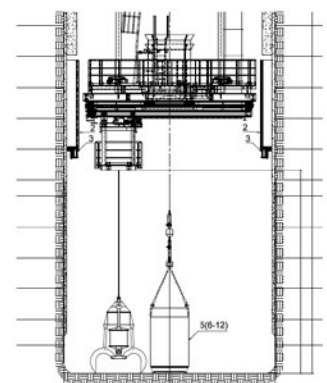
Der Teufzyklus besteht aus folgenden Hauptoperationen:

1. Abteufen – der Hauptprozess, der zeitkritisch ist – besteht aus:
  - a. Bohr- und Sprengarbeiten
  - b. Ladearbeiten
  - c. Sicherungsarbeiten (Ankern, Netzen, Betonspritzen)
2. Ortbetonarbeiten
3. Montage der Schachteinbauten
4. Umsetzen der Arbeitsbühne

Alle erwähnten Operationen erfolgen von der Bühne aus und werden weitestgehend gleichzeitig ausgeführt. Das zum Einsatz kommende Arbeitsbühnensystem bildet ein Novum in der nationalen und internationalen Schachtbautechnik: Das Schreitsystem bildet die Grundlage dafür, Schachtarbeitsbühnen erstmalig nahezu bis zu einer unbegrenzten Schachttiefe einsetzen zu können. Im südafrikanischen Bergbau kommen für das Verfahren der schweren Schachtarbeitsbühne große Friktionswinden mit Endlosseilen bis zu 12.000 m zum Einsatz. Aber auch diese Technik ist hinsichtlich Herstellung und Transportfähigkeit der Endlosseile begrenzt. Insofern bildet das aufgezeigte Arbeitsbühnensystem einen wichtigen Beitrag für das in Zukunft immer häufiger erforderlich werdende sichere Abteufen ultratiefer Schächte.

### Resümee

Stark schwankende wirtschaftliche Situationen und instabile Rohstoffpreise stellen immer härtere Anforderungen an die Fristen des Errichtens von Bergwerken. Unter diesem Aspekt gewinnt die Geschwindigkeit der Teuf-, Bau- und Montagearbeiten immer mehr an Bedeutung, da jeder Monat einer schneller zu realisierenden Rohstoffförderung dem Auftraggeber eine um etwa 20 bis 30 Millionen Euro schnellere Refinanzierung des Projektes ermöglicht.



Prinzipdarstellung der Sicherungs- und Ausbaumethode





Montage der Schachteinbauten von der Abteufbühne parallel zu den Teufarbeiten

Insofern hat der Ausdruck „Moderne Schachtbautechnik“ mittlerweile eher die Bedeutung „Schnellere Schachtbautechnik“ erhalten. Im Tunnel- und Ingenieurbau sowie im Streckenvortrieb erreicht man die Beschleunigung durch Einsatz größerer und leistungsfähigerer Geräte. Im Schacht stößt man schnell an die Grenzen solcher Vorgehensweise, da der zur Verfügung stehende Raum sehr begrenzt ist und die Leistung aller zur Anwendung kommenden Geräte nicht ohne Gefährdung der Arbeitssicherheit und Zuverlässigkeit der Geräte unbegrenzt erhöht werden kann. Die maximale Geschwindigkeit kann nur dann erreicht werden, wenn der höchstmögliche Parallelisierungsgrad aller Operationen unter Berücksichtigung der arbeitssicherheitlichen Anforderungen erreicht wird und alle Prozesse wie Zahnräder ineinander greifen. Stillstands- und Pufferzeiten können sich so nahezu auf Nullniveau einpendeln. Bei der Ausführung der beiden Norilsker Schachtbaugroßprojekte wurde zur Erlangung dieser Zielvorgaben eine Vielzahl von Innovationen, Ideen und Projektmanagementverfahrensweisen erfolgreich realisiert.

Mit dem neuartigen Schachtarbeitsbühnensystem wurde für den konventionellen Sprengvortrieb eine Vortriebseinheit geschaffen, die für Höchstleistungen auch in ultratiefen Schächten geeignet ist. Durchschnittliche jährliche Abteufleistungen von etwa 600 bis 700 m fertig ausgekleideter und installierter Schacht bei einem lichten Schachtdurchmesser von 9 m werden zielsicher erreicht.

Die THYSSEN SCHACHTBAU GMBH arbeitet systematisch an der Entwicklung neuer Schachtbautechniken und Technologien, ebenso wie an der kontinuierlichen Verbesserung bereits eingeführter und erprobter Technik sowie an der Anpassung bewährter Lösungen an die stetig wachsenden Anforderungen des Marktes. Damit kann auch weiterhin das Renommee einer weltführenden Schachtbaugesellschaft bestätigt und gefestigt werden.

*Dr. Oleg Kaledin · kaledin.oleg@ts-gruppe.com*

*Peter Runkler · runkler.peter@ts-gruppe.com*

*Wilhelm Borgens · borgens.wilhelm@ts-gruppe.com*

*Alexey Shirokov · shirokov.alexey@ts-gruppe.com*



Abb. links: Mitarbeiter bei Verpressarbeiten im Vorschacht

Abb. oben: Austritt von Injektionsmittel an einem Entlastungsstutzen

## Abdichtung der Tübbingsäule am Schacht SKS-1 in Norilsk mit Injektionsemulsion NOH20 (SCEM 66)

**Der SKS-1-Auftrag: Teufen und Abdichten des gusseisernen Tübbingausbaus im Vorschachtbereich bis ca. 150 m Teufe**

Im Jahr 2011 erhielt die THYSSEN SCHACHTBAU GMBH von der OOO Norilskij Nickel den Auftrag für das Abteufen des Schachtes SKS-1 des Bergwerkes Skalistij. Nach dem Bau der übertägigen Gebäude und Einrichtungen sowie des Erstellens von Schachtkeller, Wetterkanal und Schachthals wurde im Frühjahr 2012 mit dem Abteufen des ca. 150 m tiefen Vorschachtes begonnen.

Die Teufarbeiten erfolgten konventionell in Bohr- und Sprengarbeit. Zum Auskleiden des Schachtes kam gusseiserner Tübbingausbau zum Einsatz. Im Teufenbereich zwischen 105 m und 140 m wurden wasserführende Schichten angefahren, die zu einem Wasserzulauf in den Schacht von 3 bis 5 m<sup>3</sup>/h führten. Kleinere Undichtigkeiten traten über die gesamte Tübbingsäule – insbesondere im Bereich um den Wetterkanal herum – auf.

Um den Wasserzulauf aus dem Vorschacht für die Phase des Hauptschachtteufens zu minimieren, wurde ein Nachverpressen der Tübbingsäule im Teufenbereich von 16,5 m bis ca. 140 m durchgeführt.

Als Arbeitsplattform für die Injektionsarbeiten dienten zwei Decks des zukünftigen siebenetagenigen Abteufarbeitsbühnensystems, die mittels zweier Bühnenwinden über die gesamte Vorschachtteufe verfahren werden konnten. Seilfahrten erfolgten mittels der druckluftbetriebenen Notfahrwinde vom Vorschachtteufen. Den Transport von Verpressausrüstungen und Baustoffen übernahm eine weitere Bühnenwinde, die gleichzeitig als Notfahrgänge diente.

### ■ Phase 1: Verpressen der Tübbingsäule mittels Zementsuspension

Die Injektionsarbeiten wurden in zwei Phasen durchgeführt. Zuerst erfolgte eine Verpressung der gesamten Tübbingsäule von oben nach unten mittels Zementsuspension. Dabei gelang es, den Wasserzulauf in den Schacht etwa zu halbieren. In der zweiten Phase wurde die Tübbingsäule mittels NOH20 von unten nach oben nachverpresst. Zwei Spezialisten des SOVEREIGN-THYSSEN Joint Ventures waren während dieser Phase ständig vor Ort.





Abb. Mitte: Verpressarmatur für chemisches Abdichtungsmittel „NOH20“

Abb. rechts: Anordnung der Verpresspumpen auf der Arbeitsplattform

Abb. links: Mitarbeiter bei der Kontrolle des Verpressvorganges

## Phase 2: Verpressen der Tübbingsäule mittels NOH20 (SCEM66)

In Phase 2 sollte die Tübbingsäule zwischen 16,5 m und 140 m unter Geländeoberkante (Tübbingringe 6 bis 88) gegen weitere Wasserzuflüsse abgedichtet werden. Dabei kam die Polymer-Injektionsemulsion NOH20 (SCEM 66) zum Einsatz. Die Arbeiten waren für den Sommer 2013 geplant und sollten vor Beginn der Frostperiode beendet sein, um ein optimales Eindringen des Verpressmörtels in den Permafrostböden im oberen Schachtbereich zu erreichen.

Zur Festlegung eines optimierten Bohr- und Injektionsplanes wurde eine Injektion mit Penetrierfarbstoff durchgeführt. Die Verpressarbeiten konzentrierten sich anschließend auf den Übergangsbereich zwischen dem Permafrost und der wasserführenden Zone entlang der Tübbingringe 50 bis 88. Obwohl alle Tübbinge Undichtigkeiten aufwiesen, traten die größten Wasserzutritte im Bereich unterhalb der Permafrostböden

auf, auch bereits in der Teufphase. Ein Bohrraster mit veretzt angeordneten Ansatzpunkten in diesem 9 m langen Abschnitt wurde erarbeitet. Im Mittel wurden an jedem dritten Tübbing Injektionsbohrungen durchgeführt und dies sowohl durch die horizontalen Entlüftungslöcher als auch – wenn möglich – durch die um 45° nach unten geneigten Hinterfüllöffnungen. Obwohl die Injektionsdrücke minimal gehalten wurden, verteilte sich die Emulsion problemlos horizontal und vertikal im Gebirge entlang der Tübbinge und wurde in einigen Fällen noch in bis zu 11 Ringen oberhalb des Einpressortes nachgewiesen. Die Phase 2 konnte im kontinuierlichen Betrieb in kaum mehr als zwei Wochen abgeschlossen werden. Vor der Maßnahme betrug der Gesamtwasserzulauf zum Vorschacht ca. 3,6 m<sup>3</sup> pro Stunde. Nach Abschluss der Injektionsarbeiten war der Vorschachtbereich vollständig trocken und es floss kein Wasser mehr an der Schachtwandung hinab. Das Projekt wurde sicher, erfolgreich und pünktlich zur Zufriedenheit aller abgeschlossen, die Schachtauskleidung als „staubfrei“ klassifiziert.

Chemisches Injektionsmittel tritt an den Tübbingfugen aus – ein sicheres Zeichen für erfolgreiche Injektionsarbeiten



Druckhafter Austritt von chemischem Injektionsmittel an einer Tübbingfuge



Das Injektionsmittel wirkt, die Tübbinge trocknen ab





Chemisches Injektionsmittel zur Entnahme



Blick in den Vorschacht am SKS-1



Das Injektionsmittel tritt an offener Entspannungsöffnung aus

## SOVEREIGN-THYSSEN Joint Venture: Dienstleister für Schachtabdichtungen in Europa



**SOVEREIGN-THYSSEN**  
*Joint Venture*

Thyssen Mining Construction of Canada (TMCC) blickt auf 30 Jahre Erfahrungen im Uranerzbergbau im Norden der kanadischen Provinz Saskatchewan zurück. Die Gesellschaft war insbesondere bei den großräumig und langlebig ausgelegten Gefrierprojekten zur Erschließung bzw. zum Abbau der beiden weltgrößten hochangereicherten Uranerz-Lagerstätten McArthur River und Cigar Lake maßgeblich beteiligt.

Sovereign ist ein weltweit marktführendes Unternehmen in der Bereitstellung von Verpress- bzw. Abdichtungsmaßnahmen im untertägigen Bergbau, insbesondere problematischen Gebirgsbereichen, wo andere Verfahren bisher gescheitert sind. Sovereign stellt nicht nur die der jeweiligen geologischen Situation angepassten kundenspezifischen Verpressmörtel her, sondern erarbeitet und begleitet zudem die entsprechenden Bohrprogramme vor Ort, um optimale Ergebnisse zu erzielen. Diese Vorgehensweise hat zu vielen erfolgreichen Projekten in den letzten 42 Jahren geführt.

Das SOVEREIGN-THYSSEN Joint Venture wurde gegründet, da man nach vielen Projekten, in denen man als getrennte Parteien zusammengearbeitet hat, gemeinsame Synergien in den jeweiligen Kerngeschäften – Gefrierarbeiten und Verpress- bzw. Abdichtungsarbeiten – entdeckt hat. Jede der Gesellschaften verstärkt ihre eigenen Fähigkeiten mit denen der anderen. Zusätzlich zu den technischen Synergieeffekten zwischen den beiden unterschiedlichen Ansätzen zur Beherrschung der Wasserzuflüsse hat das Joint Venture zwei auf ihren Gebieten marktführende Unternehmen zusammenge-

bracht, die beide auf viele Jahre erfolgreich durchgeführter Projekte zurückblicken können.

Wir sind überzeugt, dass diese Kombination unserer Produkte, Dienstleistungen und Erfahrungen uns zum Weltmarktführer im Bereich der wasserabdichtenden Technologien macht und sehen dies durch die hohe globale Nachfrage an unseren Produkten und Leistungen bestätigt.

Das SOVEREIGN-THYSSEN Joint Venture wird zukünftig in Europa die Abdichtung von Schächten, Strecken und Hohlräumen im untertägigen Berg- sowie Tunnelbau als strategisches Dienstleistungssegment anbieten und durchführen. Das Injektionsmaterial auf Polymerbasis vom Typ „NOH20“ (SCEM 66) ist derart überzeugend, dass gegenüber dem Kunden Garantien hinsichtlich der Erzielung des Abdichtungserfolges gegeben werden können. Selbst Gebirgswasserzuflüsse von mehr als 50 m<sup>3</sup> pro Stunde und hydraulische Drücke von bis zu 60 bis 80 bar werden erfolgreich beherrscht.

THYSSEN SCHACHTBAU wird mit diesem Dienstleistungssegment dem Aufgabengebiet einer Bergbauspezialgesellschaft weiter gerecht und unterstreicht damit auf dem Gebiet der Injektions- und Abdichtungstechnik ihre Kompetenz.

*Dietmar Schilling · schilling.dietmar@ts-gruppe.com*

*John Minturn · jminturn@thyssenmining.com*

*Andreas Neff · neff.andreas@ts-gruppe.com*





Gefrierrohrköpfe unterhalb  
des K3-Schachtkragens

## Gefrierprojekte Mosaic-K3 und Newmont-Leeville

### Mosaic-K3-Projekt

**2012 erhielt Thyssen Mining Construction of Canada Ltd. (TMCC) den Auftrag zur Prüfung eines Konzepts für ein Gefriersystem für das Mosaic-K3-Kalibergbau-Projekt in Saskatchewan. Das Konzept sah das Gefrieren von zwei Schächten mit sechs Metern Durchmesser bis zu einer Tiefe von 485 m vor. Da die Bohrarbeiten zur Herstellung der Gefrierlöcher schon im Gange waren, konnten viele Überprüfungen innerhalb einer kurzen Zeitspanne durchgeführt werden.**

Aufgrund ihrer langjährigen Erfahrungen in der Gefriertechnik von Kalibergwerksschächten in Saskatchewan konnte TMCC schnell einige Bereiche ausmachen, in denen eine Optimierung des Konzepts mit dem Ergebnis verringerter Gefrierzeiten möglich war.

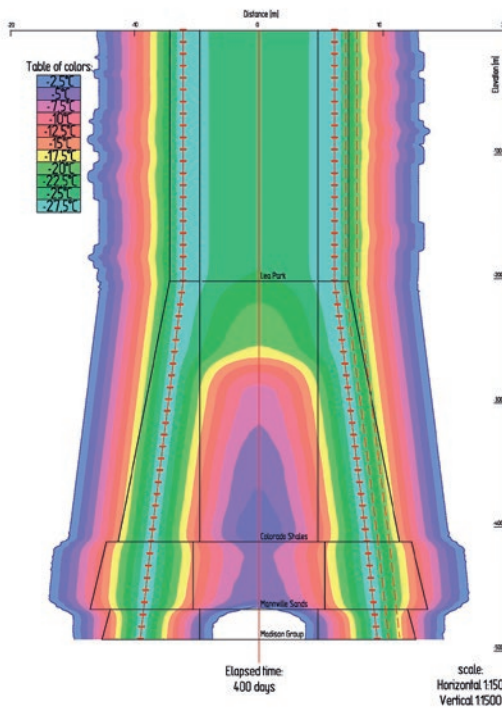
Daher wurde TMCC in Anbetracht der nur noch kurzen verbleibenden Zeit vor dem Aufgefrieren mit der Neukonzipierung des Gefriersystems unter Beibehaltung der Geometrie der bereits laufenden Bohrarbeiten für die Gefrierlöcher beauftragt.

Aus zeitlichen Gründen wurde das Konzept als eine Art Just-in-time-Modell entwickelt: Direkt nach der Konzeption der Gefrierrohre, Solefallrohre, Gefrierrohrköpfe und des Verteilersystems wurden diese Komponenten unverzüglich gefertigt und nach Abschluss sofort zur Baustelle transportiert.

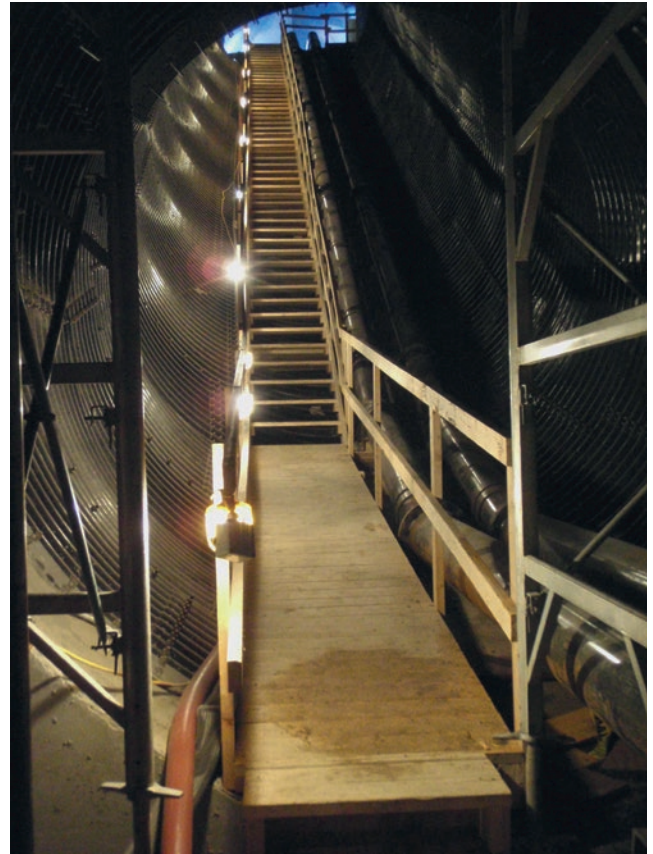
Dies war das zweite der Projekte aus jüngerer Zeit, bei dem das Solefallrohr mit dem Gefrierrohr und den Gefrierköpfen für eine schnelle und einfache Verbindung miteinander verschweißt wurden.

Zur Soleverteilung wurde ein geschlossenes System verwendet. Der Auftraggeber hatte verlangt, dass im Falle einer Undichtigkeit keinerlei Solemengen entweichen dürften. Die Verteilerleitungen zum und vom Schacht bestanden aus vorisolierten und miteinander verschweißten HDPE-Rohren, die in ausgekleideten Leitungskästen verlegt waren.

Der Auftragnehmer hatte vorher schon fünf 800-kW-Gefrieranlagen gekauft und installiert. Nach Prüfung empfahl TMCC den Zukauf von drei zusätzlichen 1250-kW-Gefrieranlagen und einen erheblich stärkeren Soledurchfluss im System. Die 800-kW-Anlagen waren für den Umlauf der gewünschten Solemengen nicht ausgelegt. Ein Sekundärpumpensystem würde daher einen höheren Solefluss durch die Gefrierrohre ermöglichen. Durch die höhere Durchflussmenge kann die maximal



Geplante  
Gefrierwand-  
entwicklung  
nach 400 Tagen



Solerohrleitungen im Wettersammelkanal unterhalb des Schacht-  
mundlochs

verfügbare Kälteleistung über einen längeren Zeitraum abgegeben werden.

Zu Beginn der Vereisung wurden der erste Schacht von den fünf 800-kW-Anlagen und der andere Schacht von den drei 1250-kW-Anlagen aufgefroren. Mit der Reduzierung des Gefrierleistungsbedarfs konnten das System neu konfiguriert und beide Schächte von den drei 1250-kW-Anlagen gekühlt werden.

Die Überwachung des Frostkörperwachstums erfolgte in jedem Schacht an drei Stellen. Bei der ursprünglichen Prüfung des Konzepts wurde festgestellt, dass die Bohrlöcher für die Temperaturüberwachung zu nahe beieinander lagen. Daher wurde ein zusätzliches Temperaturmessbohrloch vom Kreis der Gefrierlöcher aus gesehen weiter außen niedergebracht. Die Temperaturen in den Temperaturmessbohrungen wurden mithilfe eines im Bohrloch installierten Glasfaseroptiksystems mit einer Echtzeitauflösung von 0,5 m aufgezeichnet. Bei diesem Projekt kam auch drahtlose Messtechnik zum Einsatz. Aufgrund der räumlichen Nähe der beiden Schächte zu

den Gefrieranlagen erhielt jeder Gefrierkopf drahtlose Durchflussmesser. Hierdurch konnten umfangreiche Verkabelungsarbeiten im Schachtkeller und hin zur Leitwarte der Gefrieranlagen vermieden und gleichzeitig die Flexibilität beim Einbau erhöht werden.

Das System funktionierte wie geplant und das Aufgefrieren lief wie erwartet mit nur geringfügigen Wartungsarbeiten ab – dies bei Sole und Umgebungstemperaturen von unter  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Die Prüfung der Frostwand wurde vor Kurzem mit der Feststellung der Frostwandstärke abgeschlossen. Hierbei ergab sich, dass die Wandstärke größer als erwartet ausfiel. Beide Schächte befinden sich zurzeit in der Abteufphase und haben mittlerweile eine Teufe von ca. 400 m erreicht.



Abb. links:  
Geschützt verlegte Solerohr-  
leitungen zum Schacht

Abb. rechts:  
Eine am Standort K3 installierte  
1250-kW-Gefrieranlage





Newmont-Leeville-Projekt

## Newmont-Leeville-Projekt

TMCC erhielt auch den Auftrag für das in Betrieb befindliche Newmont-Leeville-Goldbergwerk einen Wetterschacht abzuteufen, der für die Erweiterung der Förderung erforderlich geworden war. Der Schacht liegt im nördlichen Teil Nevadas, wo die Temperaturen überraschend extreme Werte erreichen können. Für ein erfolgreiches Abteufen des Schachtes durch weitgehend instabiles Gebirge war eine Bodenvereisung unerlässlich. TMCC war am Standort des Newmont-Leeville-Bergwerks verantwortlich für die Konzeption, die Bohrarbeiten, den Einbau und den Betrieb der Gefrieranlage.

Die im Richtbohrverfahren erstellten Bohrlöcher wurden bis zu einer Teufe von etwa 580 m niedergebracht. Das Gefrieren war aufgrund des sehr nassen und instabilen Gebirges zwischen einer Teufe von etwa 120 m bis zu einer Teufe von 580 m erforderlich.

Das Bohren der Gefrierlöcher an diesem Standort stellte eine etwas größere Herausforderung dar als dies bei früheren Projekten der Fall war. Die genaue Tiefe der Bohrungen war von entscheidender Bedeutung, da die Bohrlöcher weniger als 15 m oberhalb eines neuen Füllortes endeten. Die Bohrmannschaft stammte aus der Region und hatte nur sehr wenig

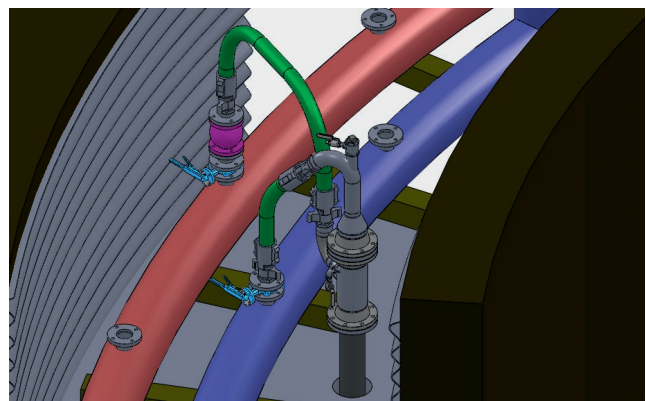
Erfahrung im Bohren derart präziser Löcher unter sehr schwierigen Bodenbedingungen.

Aufgrund von Umweltauflagen kam hinzu, dass die Bohrlöcher bereits vor der Füllung mit Sole mittels einer Ringraumzementierung abgedichtet werden mussten. Damit konnte ausgeschlossen werden, dass sich wasserführende Schichten aus unterschiedlichen Teufen vermischen.

Trotz der Bohrprobleme wurden die Bohrlöcher innerhalb der vorgesehenen Toleranzen rechtzeitig fertiggestellt.

Das Gefriersystem bestand aus vier TMCC-eigenen Gefrieranlagen. Eingesetzt wurden zwei große Anlagen auf Rahmenga-

Modell der Anordnung der Gefrierköpfe





HDPE Solerohre vor dem Einbau

stellen zusätzlich zu zwei kleineren, auf Anhängern aufgebauten Anlagen. Diese Konfiguration ermöglichte eine große betriebliche Flexibilität. Die vier Anlagen speisen eine Reihe von Solepumpen, mithilfe derer die Sole durch in einem Rohrkanaal verlegte Rohrleitungen zum Schacht gepumpt wurde. Die Schachtbaustelle selbst war relativ klein, sodass sich darüber hinaus die Unterbringung der gesamten erforderlichen Ausrüstung als nicht ganz einfach erwies.

Die Gefrieranlagen werden von einer zentralen Steuerung aus betrieben, die jede der Gefrieranlagen je nach Kapazitätserfordernissen automatisch zu- oder abschaltet. Die Steuerung regelt ebenfalls den Solefluss, sollten im System Soleverluste auftreten. Abgesehen von sehr geringfügigen Problemen hat dieses System ausgezeichnet funktioniert.

Die Datenerfassung war einer der Schwerpunkte, um zu einem besseren Verständnis der Vorhersage der Gefrierzeiten vor und im Verlauf der Bodenvereisung zu gelangen. Hierzu wurden auch die Anzahl und die Lage der Temperaturüberwachungsbohrungen aus früheren Projekten gründlich analysiert. Die Entscheidung für das Übertragungssystem fiel zugunsten einer glasfaserbasierten Technik aus, mit dem TMCC schon vertraut war.

Wie schon beim K3-Projekt ist das Glasfasersystem in der Lage, mehr als 30 mal pro Sekunde in Abständen von jeweils 50 cm über die gesamte Teufe der Temperaturmessbohrungen verteilt Daten zu liefern. Diese werden einige Male pro Tag erfasst und zusätzlich zu den Gefrieranlage- und den Sole-daten genutzt.

Die aus den Temperaturmessbohrungen erhaltenen Temperaturverlaufsangaben zu unterschiedlichen Zeiten und aus unterschiedlichen Teufen wurden analysiert und die so gewonnenen Informationen für die Berechnung der erforderlichen Zeiten bis zur Erreichung der notwendigen Stärke der Frostwand verwendet. Im Zuge der fortschreitenden Frostausbreitung wurden die Berechnungen regelmäßig überprüft und den Gegebenheiten angepasst.

Dieses System hilft uns zu verstehen, wie weit der Frostkörper bei den Abteufarbeiten der Schachtsohle vorausseilt.



Sole-Vorlauf- und Rücklaufleitungen

Die gelieferten Daten werden uns bei zukünftigen Projekten helfen, ein besseres Verständnis und eine bessere Abschätzung der Zunahme der Frostwandstärke zu entwickeln. Dies wiederum bietet Möglichkeiten für präzisere Angebote und für ein besseres Projektmanagement.

*Geoff Witwicki · [GWitwicki@thyssenmining.com](mailto:GWitwicki@thyssenmining.com)  
René Scheepers · [RScheepers@thyssenmining.com](mailto:RScheepers@thyssenmining.com)*

Im Gefrierkeller installierte Gefrierköpfe







Geographische Lage russischer  
Projekte der THYSSEN SCHACHT-  
BAU GMBH

## Gefrieren war gestern – jetzt wird es heiß!

**Am 30. Juni 2012 wurde die THYSSEN SCHACHTBAU GMBH beauftragt, die Gefrierschächte des Kalisalzbergwerks „Usolski Kali-Kombinat“ in der Region Perm künstlich aufzutauen. Im Thyssen Mining Report 2012/13 wurde bereits von den Bohr- und Gefrierarbeiten an diesen Schächten berichtet. Der Auftraggeber EuroChem beabsichtigte nun, nach einer etwa siebzehnmönatigen Gefrierphase die Frostkörper beider Schächte schnellstmöglich aufzutauen, um die Abdichtung der Tübbingsäule durch Hydroisolation vorfristig durchführen zu können.**

In der Geschichte des modernen Gefrierschachtbaus stellt das künstliche Auftauen ein Novum dar. Das natürliche Auftauen vergleichbarer Gefrierschächte hat in der Vergangenheit bis zu drei Jahre in Anspruch genommen. Der künstliche Auftauvorgang wurde Anfang November 2013 nach einer sechsmonatigen Heizperiode erfolgreich abgeschlossen.

### ■ Das Projekt

Das Kalisalzbergwerk Usolski Kali-Kombinat auf dem Abbau-  
feld Palascherskij der Verkhnekamskij-Lagerstätte wird durch

EuroChem erschlossen. Das Abbaufeld befindet sich in direkter Nähe zu der Stadt Berezniki. THYSSEN SCHACHTBAU gefror seit Ende August 2011 die Schächte Nr. 1 und Nr. 2 des Kalisalzbergwerks bis auf eine Teufe von 270 m. Durch diese Maßnahme wurde der Schachtstoß für die Teufphase gegen Zutritt von Wasser geschützt. Nach Abschluss der Teufarbeiten wurde das Gefrieren im April 2013 eingestellt.

Die Anforderungen an ein Konzept zum künstlichen Auftauen setzten voraus, den Umfang der Umbaumaßnahmen an der Gefrieranlagentechnik so gering wie möglich zu halten. THYSSEN SCHACHTBAU erarbeitete ein Konzept, das ohne große Veränderungen an der bestehenden Anlage umsetzbar war – die Gefrieranlagen sollten durch Heizanlagen ersetzt werden. Die übrigen Anlagenteile konnten unverändert bestehen bleiben. Die Entscheidung fiel auf containergebundene Heizanlagen, die leicht gegen die bestehenden Gefriermaschinen-Container zu ersetzen waren. Der Auftraggeber wollte für den Fall einer Havarie in den Schächten drei Gefriermaschinen zurückbehalten, um ein erneutes Gefrieren jederzeit einleiten zu können. Von den insgesamt sechs bestehenden Gefriermaschinen wurden drei durch Heizmaschinen mit insgesamt

4200 kW Heizleistung ersetzt. Nach einer kurzen Umbauphase von acht Tagen wurde der Heizbetrieb aufgenommen.

### ■ Das Verfahren

Im Aufheizprozess wird über die bestehenden Gefrierrohre dem Gebirge Wärme zugeführt. Für das Gefrieren wurde ein Kälteträger auf Basis von Kaliumacetat eingesetzt. Dieses Medium kann unter Einhaltung bestimmter Bedingungen auch für den Aufheizprozess verwendet werden. Die Oberflächentemperatur der Heizbündel musste auf 20 °C begrenzt werden, um die chemische Stabilität des Mediums zu erhalten. Der Betrieb der Anlage erfolgt in gleicher Weise wie beim Gefrieren.

Durch fünf leistungsstarke Kreiselpumpen wird der aufgeheizte Kälteträger zu beiden Schächten gepumpt. Wie bei dem Gefrierprozess werden die Gebirgstemperaturen von drei Lichtwellenleitern gemessen, die in Schachtnähe über die gesamte Gefrierteufe untergebracht sind. Damit ist die Erstellung eines Temperaturprofils möglich, das als Grundlage zur Rückrechnung der Frostwandstärke dient. Der vertikale Schnitt durch den Frostkörper zeigt erste erkennbare Auswirkungen des künstlichen Auftauens auf den Rückgang der Frostgrenzen.



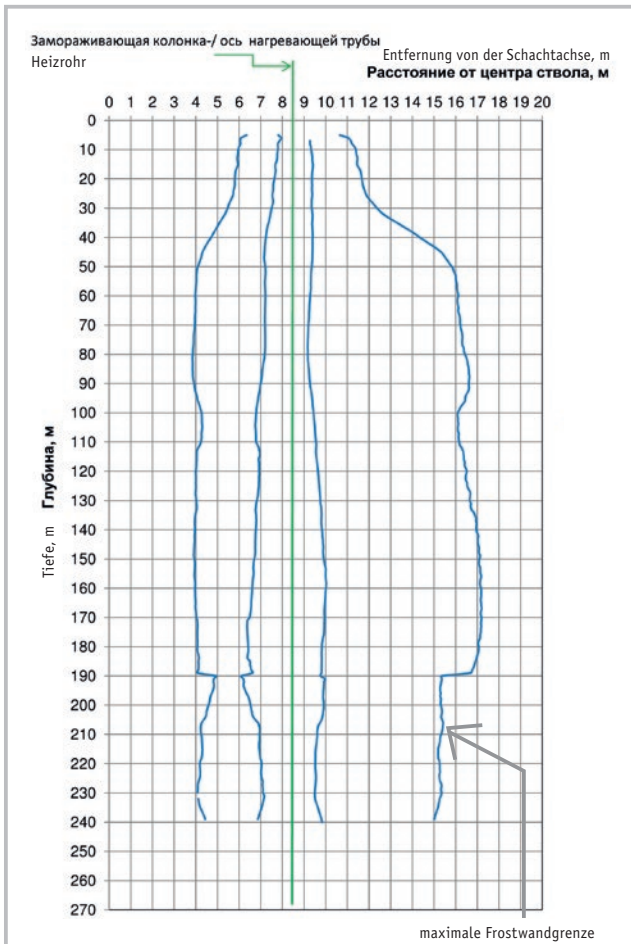
Blick auf die Heizmaschinen während der Inbetriebnahme

Das Auftauen vollzieht sich durch das Beheizen der Gefrierrohre, die natürliche Gebirgswärme und die Schachtbewetterung an drei Fronten. Der direkte Bereich um die Gefrierrohre herum unterliegt dem Einfluss des beheizten Gefrierrohres am stärksten. Hier entwickelt sich der Frostrückgang am schnellsten. Die Frostgrenze, die dem Gebirge zugewandt ist, unterliegt zunächst überwiegend dem Einfluss der natürlichen Gebirgswärme und schreitet somit langsamer zurück. Die dem Schacht zugewandte Frostgrenze unterliegt dem Einfluss der Schachtbewetterung.



Kreiselpumpen zur Zirkulation des Kälte- bzw. Wärmeträgers





Innenansicht der Heiz-  
maschinen mit Blick auf die  
Erhitzer

Abb. links:  
Vertikaler Schnitt durch den  
Frostkörper mit ersten  
sichtbaren Auswirkungen des  
künstlichen Auftauens

## Die Heizanlagen

Heizanlagen für das gezielte Auftauen von Gefrierschächten sind im modernen Gefrierschachtbau bisher noch nicht zum Einsatz gekommen. Die Containerbauweise ermöglicht einen sicheren und einfachen Transport der Maschinen per LKW. Zudem lässt sich der Aufwand zur Umrüstung von Gefrier- auf Heizbetrieb auf ein Minimum reduzieren.

Die Anschlüsse für das bestehende Rohrleitungsnetz sind identisch mit denen der Gefriermaschinen. Die Heizaggregate bestehen aus zwei in Reihe geschalteten Strömungserhitzern, die in dem Container übereinander angeordnet sind. Jeder Erhitzer hat eine Leistung von 700 kW. Eine Kreiselpumpe fördert das Medium durch die Erhitzer. Im Aufheizprozess werden Vor- und Rücklauftemperatur, Betriebsdruck und Durchflussmenge erfasst.

Die Heizmaschinen stellen besondere Herausforderungen an das Stromnetz des Auftraggebers. Die Heizleistung in den Maschinen wird durch Thyristorsteller geregelt. Die Eigenschaft solcher Thyristoren ist es, den Strom in bestimmten Sequenzen in voller Höhe durchzuschalten. Durch Thyristorbetrieb wird das Netz in besonderer Weise belastet, insbesondere dann, wenn einige Maschinen den Strom synchron takten.

## Ausblick

THYSSEN SCHACHTBAU hat mit dem zum Einsatz gekommenen Anlagenkonzept zum künstlichen Auftauen der beiden Gefrierkörper Palascherskij im Gefrierschachtbau Pionierarbeit geleistet. Durch das künstliche Auftauverfahren im Gefrierschachtprojekt Palascherskij ist die Auftauzeit erheblich reduziert worden. Der Auftraggeber konnte die Anschlussarbeiten vorfristig ausführen. Die Gesamtdauer dieses anspruchsvollen Gefrierschachtbauprojektes wurde um mehr als ein halbes Jahr herabgesetzt. THYSSEN SCHACHTBAU geht davon aus, dass sich das künstliche Auftauen in zukünftigen Gefrierschachtprojekten etablieren wird.

Tim van Heyden · [vanheyden.tim@ts-gruppe.com](mailto:vanheyden.tim@ts-gruppe.com)

Björn Wegner · [wegner.bjoern@ts-gruppe.com](mailto:wegner.bjoern@ts-gruppe.com)

Joachim Gerbig · [gerbig.joachim@ts-gruppe.com](mailto:gerbig.joachim@ts-gruppe.com)



Sedrun Zwischenangriff  
Gotthard Basis Tunnel – Portal  
Zugangstunnel

## Zweigniederlassung THYSSEN SCHACHTBAU Schweiz – Rückblick auf 12 Jahre erfolgreiche Arbeit

Die THYSSEN SCHACHTBAU GMBH war seit 2002 durchgängig an der international beachteten Baustelle des Gotthard-Basistunnels in der Schweiz aktiv. War es anfänglich die Erstellung und Ausrüstung des ca. 800 m tiefen Schachtes Sedrun II, konnten danach für ansässige Tunnelbauunternehmen zahlreiche weitere Dienstleistungen erbracht werden. Nachdem die wesentlichen Arbeiten am Gotthard-Basistunnel nun abgeschlossen sind, ist THYSSEN SCHACHTBAU auch weiterhin in der Schweiz aktiv.

### ■ Teufen Sedrun Schacht 2 – Gotthard-Basistunnel

Die Arbeiten für THYSSEN SCHACHTBAU in Sedrun begannen im Mai 2002 mit dem Antransport der Ausrüstung und Vorbereitungsarbeiten. Die Ausrüstung musste dabei durch einen etwa 900 m langen Zugangstollen zu einer Kaverne, dem oberen Ansatzpunkt des Blindschachtes, transportiert wer-

den. Der Zugangsstollen und die Kaverne, von welcher beide Blindschächte (Sedrun Schacht 1 und Schacht 2) in die Tiefe verlaufen, liegt auf etwa 1340 m über Meeresebene. Bereits im Juni 2002 erfolgte der Aufbau der schweren Raisebohran-

Durchschlag der Schachtbohrung mit der Schachtbohrmaschine VSB VI







Abb. links: Schwerlasttransport: Einhängen am Schachtkopf  
Abb. oben: Entladung von überlangen Plattenwagen am Schachtfuß

lage Wirth HG 330 unserer Partnerfirma Murray & Roberts Cementation, RSA, und die Pilotbohrung konnte beginnen. Nachdem diese Ende August auf dem Tunnelniveau (ca. 550 m über NN) durchschlägig war, wurde auf Raisebohrtechnik umgerüstet und das Pilotloch von unten nach oben auf einen Durchmesser von 1,8 m erweitert. Im September 2002 war auch das Raisebohrloch erstellt und die Bohranlage abgebaut. Anschließend wurde die Schachtbohrmaschine VSB VI zur Aufweitung auf einen Schachtdurchmesser von 7,0 m montiert und installiert. Parallel dazu wurde die Fördermaschine in Betrieb genommen. Dem Probetrieb im Dezember folgte der reguläre Teufbetrieb mit der VSB VI ab Januar 2003.

Mit einer durchschnittlichen Teufleistung von 5,5 m/Tag erfolgte die „Landing“ am 23. Juni 2003. Parallel wurde die Erstsicherung aus Anker mit Baustahlgitter eingebaut und eine Spritzbetonschale von etwa 30 cm als endgültiger Ausbau aufgebracht.

Nach der Demontage der VSB VI erfolgte im Zuge des Hochfahrens mit der Ausbaubühne das Einbringen eines speziellen Feuerschutz-Spritzbetons, der Einbau von Versorgungsleitungen für den Tunnelvortrieb im Schacht 1 sowie die Umrüstung der Förderanlage für die Bedingungen Betriebsphase als Schwerlastförderung.

Nach nur 23 Monaten konnte der Schacht im März 2004 betriebsbereit, ausgestattet mit Förderanlage und Schachtinfrastruktur, dem Auftraggeber übergeben werden.

### ■ Förderbetrieb Sedrun Schacht 2 – Gotthard-Basistunnel

Im März 2004 wurde der Schacht durch die THYSSEN SCHACHTBAU in Betrieb genommen und auch durchgängig betrieben. Seitdem hat der Schacht sämtliche Schwertransporte für die Tunnelbaustelle übernommen. Mit einer Nutzlast von 22 t bei

3,5 m × 3,5 m × 12 m konnten Bagger, Bohrwagen, Spritzmobile, Brecheranlagen und Autos ohne oder mit geringen Demontagen nach unter Tage gebracht werden. Auch wettertechnisch hatte der Schacht eine wichtige Bedeutung für die Tunnelarbeiten.

Im Mai 2010 wurde die Förderanlage von 1,0 m/s auf 2,0 m/s Fahrgeschwindigkeit umgerüstet, womit auch die Seilfahrt des Personals durchgeführt werden konnte. Schacht 1 stand dazu nicht mehr zur Verfügung, da dieser bereits für die späteren Aufgaben im regulären Bahnbetrieb umgerüstet wurde.

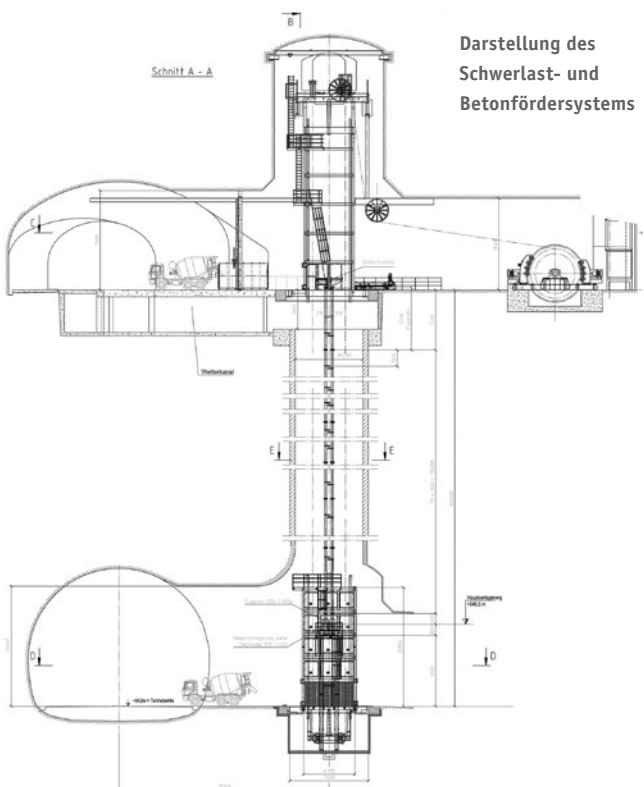




Abb. oben links:  
Montage der Betonfalleitung



Abb. oben Mitte:  
Vorauserkundung in Emmosson mit der Diamec 282



Abb. rechts:  
Demontage von API Rohr-  
leitungen im Schacht 1

Um die Betonversorgung für die Restarbeiten in der Multifunktionskaverne sicherzustellen, wurden im Schacht 2 zwei Betonfalleitungen eingebaut, betrieben und wieder abgebaut.

Nach Beendigung der Vortriebsarbeiten unter Tage wurden bis Mitte 2013 im Schacht 1 und Schacht 2 sämtliche „alte“ Leitungen geräumt und die Fördermaschine demontiert. Nach elf Jahren durchgängiger Beschäftigung endete damit 2013 das Kapitel „Gotthard-Basistunnel“ für THYSSEN SCHACHTBAU.

### ■ Bergbauspezialarbeiten in der Schweiz

Neben Erstellung, Ausrüstung und dem neun Jahre währenden Betrieb des Schachtes Sedrun II gab es für THYSSEN SCHACHTBAU am Gotthard-Basistunnel auch weitere interessante Arbeiten. Außer dem Vor- und Rückbau von Versorgungsleitungen im Tunnel während der Vortriebsphase waren es vor allem zahlreiche Explorationsbohrungen für den Tunnelvortrieb am Zwischenangriff Sedrun und Faido. Da bei diesen Arbeiten stets mit großen Wassermengen und hohen Drücken gerechnet werden musste, wurden die Bohrungen mit einer 3000 psi Preventerausrüstung durchgeführt. Das Bohrpersoneel wurde im Vorfeld auf entsprechenden Blow-out-Lehrgängen nach den Standards der Erdöl- und Erdgasindustrie geschult.

Auch außerhalb des Gotthard-Basistunnels war und ist die Mannschaft aktiv. Neben Explorationsbohrungen, z. B. am Pumpspeicherkraftwerk Emmosson und am Albulatunnel sind vor allem Raisebohrarbeiten ein wichtiger Markt. Nach den Projekten Rotzloch, Schattenhalb und Taschinas stehen im Sommer 2014 eine Schrägbohrung für die Standseilbahn Stoos im Raisebohrverfahren an sowie Explorationsbohrungen am Ceneri-Basistunnel.

### ■ Auch zukünftig in der Schweiz präsent

Auch zukünftig stellt die Schweiz für einen Bergbauspezialdienstleister einen interessanten Markt dar. Aufgrund der räumlichen Situation und der Lage im Herzen Europas werden auch weiterhin Infrastrukturprojekte wie Tunnel benötigt. Solche Tunnelbauprojekte – wenn auch vielleicht nicht mit den Ausmaßen des Gotthard-Basistunnels – sind auf Explorationsarbeiten, Zugangs- und Belüftungsschächte sowie verschiedene Servicedienstleistungen angewiesen.

Ein weiteres Betätigungsfeld werden Pumpspeicherkraftwerke bleiben. Auch wenn Umwälzungen am Strommarkt und vermehrt auch Bürgerproteste zu einer Abkühlung des kürzlich noch erwarteten Baubooms geführt haben, wird die Schweiz mit den natürlichen Gegebenheiten (große Höhenunterschiede auf engstem Raum sowie viel Oberflächenwasser) nicht ganz darauf verzichten wollen.

### ■ Gründung der TIMDRILLING mit IMPLENIA Schweiz AG

Nach zwölfjähriger Tätigkeit in der Schweiz blickt THYSSEN SCHACHTBAU erwartungsvoll in die Zukunft. Mit unserem Partner IMPLENIA AG wurde im Jahre 2008 die Dauerarbeitsgemeinschaft TIMDRILLING gegründet. TIMDRILLING wird auch zukünftig insbesondere Explorations- und Preventerbohrungen sowie Raisebohrprojekte anbieten und durchführen.

Michael Müller · [mueller.michael@ts-gruppe.com](mailto:mueller.michael@ts-gruppe.com)  
Axel Weissenborn · [weissenborn.axel@ts-gruppe.com](mailto:weissenborn.axel@ts-gruppe.com)





Umsetzen und Ausrichten der 30-t-Winde mittels Tandemhub, Schacht Neuhof

## Wechsel von Schachtrohrleitungen und Schachtkabeln für das Kalibergwerk Neuhof-Ellers der K+S KALI GmbH

Das Werk Neuhof-Ellers der K+S KALI GmbH bei Fulda in Hessen ist das südlichste Werk der K+S Aktiengesellschaft in Deutschland. Das Hauptprodukt des auf Düngemittelspezialitäten ausgerichteten Werkes ist Korn-Kali®. Neuhof-Ellers war das weltweit erste Werk, welches mittels des sogenannten ESTA-Verfahrens eine trockene und damit salzwasserfreie Aufbereitung des Rohsalzes ermöglichte.

Die THYSSEN SCHACHTBAU GMBH wurde in der Vergangenheit mehrfach gemeinsam in Arbeitsgemeinschaft (ARGE) mit Deilmann-Haniel GmbH vom Betreiber mit Arbeiten in den beiden Schächten Neuhof und Ellers beauftragt.

### ■ Austausch einer Schachtrohrleitung

Im Frühjahr 2012 erhielt die ARGE Neuhof-Ellers, bestehend aus den beiden Bergbauspezialdienstleistern THYSSEN SCHACHTBAU GMBH und Deilmann-Haniel GmbH, den Auftrag zum Austausch von zwei API-Schachtrohrleitungen im Förderschacht (Schacht Neuhof) des Werkes Neuhof-Ellers. Dabei

sollte die etwa 538 m lange 3 1/2" API-Rohrleitung, welche zum Baustoff- bzw. Laugentransport diente, ausgewechselt werden. Die zweite Leitung, eine API-Rohrleitung für den Dieseltransport, sollte erst nach eingehender Prüfung der Notwendigkeit getauscht werden.

Nach Abschluss der Planung und Erstellung der Konzessionsunterlagen wurde die vorhandene Baustoff-/Laugentransportleitung im Juni 2012 geräumt. Da die übertägigen Platzverhältnisse beengt sind und die Leitung nicht weiterverwendet werden sollte, wurde sie nicht entschraubt, sondern von unten nach oben in Längen von etwa 2 m zerteilt und abtransportiert. Die Arbeiten wurden dabei von einer auf dem Skip befindlichen Bühne durchgeführt. Nach dem Rückbau der Leitung wurde der Verlagerungsträger für den Einbau neuer Leitungen ertüchtigt.

Da im Förderschacht des Kalibergwerkes nur während der sehr kurzen förderfreien Zeit in den Betriebsferien gearbeitet werden konnte, musste der Einbau der neuen Leitung für einen späteren Zeitpunkt vorgesehen werden.

## Montage der API-Schachtrohrleitung mittels Autokran

Kurz vor Weihnachten 2012 war es soweit: Die Montage der neuen Rohrleitung konnte während der Betriebsferien des Kalibergwerkes stattfinden. Diese wurde als  $2\frac{7}{8}$ " API-Rohrleitung ausgeführt.

Nachdem alle Vorbereitungen abgeschlossen waren, erfolgte der Einbau mittels Autokran und konnte innerhalb eines Tages abgeschlossen werden. Der Einbau erfolgte von über Tage aus. Die Rohrstücke in Längen von etwa 9 m wurden von einem Autokran aus ihrem Lagerplatz angehoben und auf das jeweils vorher montierte Rohr aufgesetzt, welches in einem Keiltopf gehalten wurde. Mit einer hydraulischen Verschraubzange wurden anschließend die beiden Rohre mit einem definierten Drehmoment verschraubt. Ein mit der Verschraubzange verbundener Computer zeichnete dabei für jede einzelne Verschraubung ein Protokoll auf. Bei einem ordnungsgemäßen Verschrauben gilt die Rohrverbindung als hydraulisch dicht. Nach Verschrauben von je zwei Rohrstücken wurde eine Sicherheitsgliederklemme auf der Verlagerung zur Sicherung des bereits eingebauten Rohrstranges aufgelegt und anschließend der Keiltopf geöffnet. Der gesamte, bisher montierte Rohrstrang hing nach diesem Vorgang am Kran, welcher die Leitung nun um eine Rohrlänge in den Schacht hinabließ, bis das zuletzt montierte Rohr am oberen Ende im Keiltopf fixiert werden konnte. Die Rohrleitung hing danach wieder im Keiltopf; zusätzlich wurde eine Sicherheitsgliederklemme zur eventuellen Sicherung des Rohrstranges gegen Durchrutschen vorgesehen.

Abschließend wurde der Krankarabiner vom Rohrstrang gelöst, um das nächste Rohr aufzunehmen und es auf die vorhandene Rohrleitung aufzusetzen und einen weiteren Verschraubvorgang zur sukzessiven Verlängerung des Rohrstranges vorzunehmen.

## Erstmaliger Einsatz eines digitalen Funkkamerasystems

Das Begleiten der Rohrleitung im Zuge der Einbauarbeiten durch Personal, welches sich im Schacht auf dem Förderkorb befindet, war bergbehördlich nicht zugelassen. Die vertikale Rohrleitungsgasse im Schacht hatte jedoch zum gusseisernen Schachttübbingausbau hin mehrere Engstellen und Störkannten zu passieren.

Zum sicheren Passieren dieser problematischen Stellen wurde erstmals ein digitales Funkkamerasystem eingesetzt, das zusammen mit einer Leuchte in der Rohrführungsspitze montiert und mit einem Akku ausgerüstet war.

Es lieferte über die gesamte Einbauzeit ein qualitativ hochwertiges Farbbild, welches über Tage an einem Bildschirm



Einbau des 20-kV-Kabels, Schacht Neuhof

kontrolliert wurde. Beim Erreichen von kritischen Stellen wurde die Rohrleitung besonders langsam abgelassen bzw. angehalten, bis sie sich ausgependelt hatte und weiter gefahrlos ohne Aufsetzen abgesenkt werden konnte.

Nachdem die Leitung eingebaut und in der Verlagerung über Tage abgesetzt wurde, konnte der Schacht am 23. Dezember 2012 – nach der obligatorischen Druckprobe zum Nachweis der Dichtigkeit der Schachtrohrleitung – dem Auftraggeber wieder zur Förderung übergeben werden.

In einer dritten Betriebspause zu Ostern 2013 wurden die erforderlichen Rohrleitungsanschlüsse über und unter Tage hergestellt. Damit konnte das Gewerk im vorgegebenen Kosten- und Zeitrahmen ohne Unfälle zur Zufriedenheit des Auftraggebers und der Arbeitsgemeinschaft abgeschlossen werden.

## Austausch von Schachtkabeln

Im März 2013 erhielt die gleiche ARGE den Auftrag, im Schacht Neuhof zwei 20-kV-Schachtkabel und im Schacht Ellers ein 20-kV-Schachtkabel zu installieren. Zudem sollten im Schacht Neuhof insgesamt fünf nicht mehr benötigte Kabel geraubt werden.

Da die Schachtkabel für die Versorgung der Grube mit elektrischer Energie von großer Bedeutung waren, konnte die Baumaßnahme diesmal nicht auf mehrere Betriebspausen aufgeteilt, sondern sollte in einem maximal zweiwöchigen Zeitfenster im Juli 2013 durchgeführt werden. Dies erforderte neben einer präzisen Planung auch die Wahl der entsprechend geeigneten Technik, damit eine reibungslose und störungsfreie Installation der Kabel gewährleistet werden konnte.

## Enger Terminplan

Nach Abschluss der Planung wurde bereits in der letzten Juniwoche 2013 die Baustelle eingerichtet und mit der Vorbereitung der Arbeiten begonnen, soweit dies möglich war.





Umsetzen der 30 t-Winde an Schacht Ellers

Zum Einbau der Kabel mit einer Masse von jeweils etwa 5200 kg wurde eine spezielle Kabeleinbauwinde vorgesehen, mit der die Kabel von über Tage aus in den Schacht abgelassen werden sollten. Kurz vor Beginn des geplanten Einbaus am Sonntag, dem 7. Juli 2013, erhielt die Baustelle die Nachricht, dass sich die für den 5. Juli 2013 vorgesehene Anlieferung der gut 30 t schweren Winde verzögern werde, da sie in einem vorherigen Projekt noch länger gebunden war als ge-

Teamwork, Mannschaftsbild nach dem Einhängen des letzten 20-kV-Kabels in Schacht Ellers zusammen mit Kollegen von K+S



plant und ein Transport am Wochenende aus rechtlichen Gründen verboten ist.

Damit war der sehr straffe und auf Stunden genau eingeteilte Zeitplan bereits am Anfang gefährdet.

Als die Winde auf der Baustelle am Schacht Neuhof eintraf, konnte am 9. Juli 2013 mit den Arbeiten begonnen werden. Dazu mussten zunächst die auf Holztrommeln gelieferten Kabel auf die Trommel der Winde umgespult werden. Anschließend wurde das Kabel mithilfe der Winde in den Schacht abgelassen, zur Anschlussstelle im Füllort gezogen und dann von unten nach oben an den Kabeltraversen befestigt. Die sehr beengten Platzverhältnisse stellten höchste Anforderungen an die Logistik: Die Winde musste auf dem Schachtplatz mit einem Kran exakt an ihre Position – vorbei an den Streben des Fördergerüsts und vorbei an den Förderseilen – gehoben und platziert werden. Anschließend wurde die Winde zum Schacht Ellers umgesetzt, wo sich der Vorgang für das dort einzubauende Kabel wiederholte.

Nach erfolgreichem Einbau der Kabel in den beiden Schächten wurden diese geprüft, über- und untertägig angeschlossen und umgehend in Betrieb genommen. Der Grubenbetrieb konnte somit wieder auf seine volle Energieversorgung zugreifen.

Letztlich wurden im Schacht Neuhof fünf nicht mehr benötigte Schachtkabel geraubt. Da über den Festigkeitszustand der teilweise sehr alten Kabel keine verlässliche Aussage vorlag, konnten diese nicht mittels Winde entnommen werden, sondern mussten von unten nach oben in Längen von etwa 2 m zerteilt und abtransportiert werden.

Die Arbeiten erfolgten – wie vorher beim Rauben der API-Rohrleitung – von einer am Skip befindlichen Arbeitsbühne aus. Auch hier war der Schlüssel zum Erfolg die gute Vorbereitung: Da die zu raubenden Schachtkabel vom Fördergefäß aus gesehen hinter den Einstrichen je mit etwa 3 m Abstand zueinander lagen, waren die Raubarbeiten von der ausklappbaren Arbeitsbühne aus immer wieder durch das Verfahren bzw. das dafür notwendige Ein- und Ausklappen der Arbeitsbühne über fast die gesamte Schachtsäule hin unterbrochen. Trotz aller Widrigkeiten, vor allem der verzögerten Bereitstellung der Winde, konnte die Baumaßnahme inklusive nachträglich beauftragter Zusatzarbeiten im vorgegebenen Zeit- und Kostenrahmen und vor allem unfallfrei abgeschlossen werden. Die Zuverlässigkeit, Leistungsfähigkeit sowie Flexibilität als Bergbauspezialdienstleister und verlässlicher Partner für Auftraggeber konnte bei der Planung und Durchführung dieser nicht alltäglichen Schachtarbeiten einmal mehr unter Beweis gestellt werden.

Clemens Mock · [mock.clemens@ts-gruppe.com](mailto:mock.clemens@ts-gruppe.com)

Jörg Schwarz · [schwarz.joerg@ts-gruppe.com](mailto:schwarz.joerg@ts-gruppe.com)

Axel Weißenborn · [weissenborn.axel@ts-gruppe.com](mailto:weissenborn.axel@ts-gruppe.com)





## 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 Bergebühnensystems 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	Füllortererweiterungsstrecke (FOE)	Abzweig der FOE zur Einlagerungsstrecke (ETS) Nord
Auffahr- richtung	vom Grubengebäude zum Schacht 2	von der FOE zur ETS Süd
Auffahrungs- art	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

#### Konsolidierungsschicht

Schichtstärke	3 cm Spritzbetonkon- solidierung	3 cm Spritzbeton- konsolidierung
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>

#### Außenschale

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
- Tieföffel

## 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)



Drei-Brüder-Schacht mit Scheidebank, Schachthaus und Maschinengebäude

## Ertüchtigung des Drei-Brüder-Schachtes als Zugang zum Rothschönberger Stolln

Der bedeutendste Stolln im ehemaligen Freiburger Bergbaurevier ist der seit 1877 in Betrieb befindliche Rothschönberger Stolln. Er dient noch heute als Entwässerungstolln der Brander-, Himmelsfürster-, Freiburger- und Halsbrücker Reviere. Nach dem Hochwasser im Jahr 2002 kam es auch im Rothschönberger Stolln zu Verbrüchen mit nachfolgendem, unkontrollierbarem Wasseranstau. Die somit entstandene akute Gefährdung für die öffentliche Sicherheit und Ordnung veranlasste seinerzeit das Sächsische Oberbergamt in Freiberg – als zuständige Behörde im Freistaat Sachsen für die Abwehr von Gefahren aus altbergbaulichen Anlagen – zur Beauftragung der Erarbeitung eines

Handlungskonzeptes zur Gewährleistung der dauerhaften Funktionsfähigkeit des Rothschönberger Stolln. Auf der Grundlage dieses Handlungskonzeptes wird für die zukünftige Unterhaltung des Stolln die Notwendigkeit der Ertüchtigung des Drei-Brüder-Schachtes als südlichster Zugang ausgewiesen.

Der Drei-Brüder-Schacht befindet sich im Freiburger Ortsteil Zug, unmittelbar östlich neben der Bundesstraße B 101 von Freiberg in Richtung Brand-Erbisdorf. Der Schacht hat eine Teufe von 282 m, davon 144 m saiger und 138 m tonnläufig in verschiedenen Winkeln von 65° bis 85°. Der Querschnitt ist im oberen und unteren Schachtteil stark unterschiedlich und



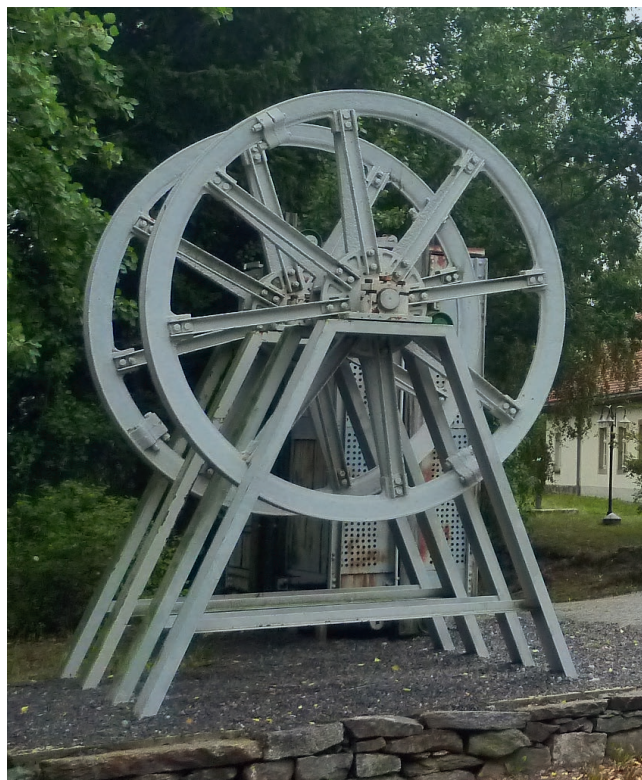
die Schachtscheibe ist aufgeteilt in ein doppeltrümiges Fördertrum und ein durchgehendes Fahrtentrum. Nach dem Ende des Freiburger Silberbergbaus im Jahre 1913 wurde ein Teil der Grube weiterhin nachgenutzt und der Schacht stellte von 1914 bis 1972 den Zugang zum Kavernenkraftwerk dar.

Die sehr anspruchsvollen bergtechnischen Arbeiten zur Erüchtigung des Drei-Brüder-Schachtes werden im Auftrag des Sächsischen Oberbergamtes von der Niederlassung Jena der TS BAU GMBH ausgeführt. Die Überwachung dieser Sanierungsmaßnahme erfolgt durch die G. U. B. Ingenieur AG, Niederlassung Freiberg.

### ■ Bergtechnische Arbeiten im Schacht

Die übertägigen Sanierungsarbeiten werden unter Berücksichtigung des Denkmalschutzes erfolgen. Eingriffe in das derzeitige Gebäudeensemble, bestehend aus Erzrolle, Schachtgebäude, Maschinengebäude mit Werkstatt und Scheidebank, sollen minimal bleiben. Das bestehende historische alte Gerüst soll belastungsfrei in ein neu zu errichtendes Gerüst einbezogen werden. Zur Wiederherstellung eines befahrbaren Schachtes sind folgende Leistungen vorgesehen:

- Werksplanungen, statische Berechnungen und Anlagenkonstruktionen
- Herstellung eines dauerhaften Fundamentes sowie einer Einhausung für eine Förder- und Befahrungswinde
- Technologisch notwendige Anpassungen am Schachthaus



- Einbau eines neuen Fördergerüsts
- Demontage der alten Schachteinbauten mit Nacharbeiten und Sichern der Schachtkontur. Kontur und Verlauf des Schachtes bleiben dabei unverändert
- Herstellung eines geordneten Wasserabtrags im Schacht
- Einbau eines neuen eintrümigen Fördertrums und eines Fördergestells
- Einbau eines durchgehenden Fahrtentrums
- Einbau einer Energieversorgung und Signalanlage
- Ausrüstung der Haupt- und Nebenanschlagpunkte

### ■ Ausblick

Bei diesem Bauvorhaben handelt es sich um ein sehr anspruchsvolles und außergewöhnliches Projekt. Der Drei-Brüder-Schacht ist durch seine unterschiedlichen Neigungen und Querschnitte nicht für den Einsatz branchenüblicher Technologien zur Schachtsanierung geeignet. Durch die unvollständigen Erkenntnisse zum tatsächlichen Zustand des Schachtes ist eine baubegleitende Projektierung – verbunden mit kreativem Planen und Handeln – erforderlich. Nach erfolgter Erstellung der Konzessionsunterlagen und Werksplanungen laufen derzeit die bauvorbereitenden Arbeiten wie Erstellen der Fundamente und Einhausungen, Entkernen des Schachthauses und Fundamentgründung des Fördergerüsts. Im nächsten Thyssen Mining Report werden wir über die entsprechende Bauausführung berichten.

*Olaf Einicke · einicke.olaf@ts-gruppe.com*

Seilscheibenbock auf dem Gelände  
des Drei-Brüder-Schachtes



Einrichten der Baustelle –  
Situation über Tage

## RAG-Schachtwasserhaltung: Montage von DN 1000-GFK-Rohrsträngen für den Betrieb von Pumpen zur Hebung der Grubenwässer

Im Zuge der Schließung ausgedienter Steinkohlenbergwerke der RAG, Herne, aus den teilweise jahrhundertelang genutzten Lagerstätten an Rhein und Ruhr, der Saar und denen bei Ibbenbüren gehört es zu einer der vordringlichsten Aufgaben, die weiterhin anfallenden Grubenwässer in den alten Steinkohlenbergwerken planmäßig zu sammeln und zu verwalten. Dies soll das Vordringen der Grubenwässer in die zurzeit noch aktiven Produktionsbetriebe vermeiden und dazu dienen, nach Schließung aller Steinkohlenbergwerke die Grubenwässer einer weiteren Nutzung zuzuführen oder diese in die Vorfluter der Flüsse abzuleiten.

Bei der Umsetzung der oben angeführten Maßnahmen fallen auch für die Bergbauspezialunternehmen Arbeiten an. Die Arbeitsgemeinschaft bestehend aus der THYSSEN SCHACHTBAU GMBH und der Deilmann-Haniel GmbH hat den Auftrag für den Einbau von Schutzrohrtouren, sogenannten Hüllrohren, für den Betrieb von Tauchpumpen zur Hebung der Grubenwässer nach über Tage am Schacht Rossenray 2 der RAG erhalten.

Kranbahn zum Transport der  
Rohre in die Schachthalle

### ■ Verwendung von GFK-Hüllrohren

Die Hüllrohre in den Schächten werden vorzugsweise als GFK-Rohre (glasfaserverstärkte Kunststoffrohre) ausgeführt. Nach der Installation der GFK-Hüllrohre wird der Schacht komplett mit einem kohäsiven Baustoff verfüllt, sodass die Tauchpumpen zur Hebung der Grubenwässer im Schutze der Hüllrohre ein- und ausgebaut und betrieben werden können. Die Hüllrohre dienen schlussendlich als verlorene Schalung für die Aufrechterhaltung des Pumpenbetriebs.







Übernahme der Rohre von der Kranbahn auf die Transportwinde

### Einbau von GFK-Hüllrohren und Montage von 2 x 700 m langen Rohrleitungssträngen

Der Schacht Rossenray 2 des Bergwerks West in Kamp-Lintfort, dessen Produktion Ende 2012 auslief, wurde als Besicherungsstandort der RAG-Wasserhaltung am linken Niederrhein ausgewählt. Der Besicherungsstandort der RAG-Wasserhal-

tung hat die Aufgabe, im Bedarfsfall, z.B. bei Versagen eines anderen Wasserhaltungsstandortes, die zufließenden Grubenwässer zu heben und ein unzulässiges Ansteigen des Grubenwasserpegels in den ausgedienten Steinkohlenbergwerken zu verhindern.

Auf dem Bergwerk West, Schacht Rossenray 2, sollten zum Zwecke der Grubenwasserhaltung zwei GFK-Rohrstränge mit je



Fertig eingebaute Hüllrohre mit Halterung

etwa 700 m Länge und 1000 mm Durchmesser eingebaut und installiert werden. Jedes der Einzelrohre weist eine Länge von 6 m auf und verfügt über ein Einsteckende mit Muffe und Gummiring für die Dichtigkeit im späteren Betrieb. Die Rohre sind bei der vorgesehenen Einbauweise von unten nach oben mit jeweils mindestens einer Rohrschelle an den vorhandenen Schachteinstrichen gegen Knicken und für die Einhaltung ihrer Lagestabilität zu befestigen und nach Einbau und Installation einer Druckprobe zu unterziehen.

Im Rahmen einer Vorstudie wurden drei Vorschläge zum Einbau der Rohre erarbeitet, aus denen – in Absprache mit der RAG, Herne, der zuständigen Bergbehörde und der Deutschen Montan Technologie, Essen, (DMT) – ein genehmigungsfähiges Konzept entwickelt wurde. Nach dem Einrichten der Baustelle und der Demontage einer temporären Arbeitsbühne im Schachtkeller konnte mit dem Einbau und der Installation der Rohrstränge entsprechend folgender Vorgehensweise begonnen werden:

Mithilfe der auf dem Schachtplatz vorhandenen Kranbahn wurden die Einzelrohrschüsse jeweils in die Schachthalle transportiert und dort von der Rohrtransportwinde übernommen. Diese förderte das Rohr bis zu seiner Einbauposition im Schacht. Der Transport wurde mit der bestehenden Schachtfördereinrichtung (Großkorb) begleitet. Die Signalgebung zur Transportwinde erfolgte über Funk und alternativ über einen mechanischen Schachthammer, wobei der begleitende Korb stets eine Position oberhalb des einzufördernden Rohres halten musste, um aus Sicherheitsgründen nicht unter schwebenden Lasten arbeiten zu müssen.

Auf der Ebene des Einbauhorizontes wurde dann eine am Korb befestigte, mit Kopfschutz und Absturzsicherung ausgerüstete Arbeitsbühne als Standfläche für das Montagepersonal ausgeklappt. Nach Erreichen des Einzelrohres im Niveau des Einbauhorizontes wurde das Rohr mittels einer zweiten Auf-

hängevorrichtung von der Einbauwinde übernommen, in die genaue Einbauposition geführt und in die Muffe des darunter stehenden Rohres eingesetzt.

Das nunmehr nicht belastete Transportseil wurde anschließend bei der Aufwärtsfahrt wieder vom Korb aus begleitet und ein neuer Arbeitsgang konnte beginnen. Auch hier erfolgte die Signalgebung über Funk und/oder Schachthammer an den Maschinenfahrer der Einbauwinde, welcher vorher von der Transportwinde zu dieser gewechselt war, um eine gleichzeitige Bedienung beider Winden auszuschließen.

Bedingt durch gutachterliche und bergbehördliche, der Sicherheit dienenden Änderungen in den Lastvorgaben wurden in einem weiteren Arbeitsschritt zusätzliche Stützplatten auf den Rohrhaltern und den Schachteinstrichen angebaut, um ggf. auftretenden horizontalen Kräften beim Verfüllen des Schachtes statisch besser entgegenwirken zu können.

### Fazit und Anregungen hinsichtlich der Organisation zukünftiger Projekte

Die oben beschriebene Verfahrensweise des Einbaus solch großvolumiger GFK-Rohrstränge von unten nach oben in einem Zug hat ihre Vorteile. Schnellere Einbauzeiten sind möglich und die Verlagerungen und Befestigungen zur Fixierung der GFK-Rohrleitungsstränge können in leichter Ausführung gegenüber der Stahlrohrvariante ausgeführt werden.

Grundvoraussetzung ist jedoch eine genaue Kenntnis der Rahmenbedingungen und der Verhältnisse im Schacht. Die Tücken stecken im Detail: Es bedarf einer detaillierten Einbauplanung, einer konsequenten statischen Berechnung der Konstruktionen, einer qualitätsgerechten Fertigung der Rohrhalter und Rohrbefestigungsmittel mit Einhaltung minimaler Toleranzen und insbesondere den Einsatz versierter Schachthauer für den sicheren und präzisen Einbau. Bei Erfüllung dieser Voraussetzungen kann eine GFK-Schachtröhreleitung zügig und ohne Unterbrechungen eingebaut und installiert werden.

Zweckdienlich ist zudem die Ausführung derartiger Aufträge durch einen einzigen verantwortlichen Unternehmer, um Schnittstellen zu anderen Lieferanten und Subunternehmern zu vermeiden.

Veit Passmann · [passmann.veit@ts-gruppe.com](mailto:passmann.veit@ts-gruppe.com)

Michael Bork · [bork.michael@ts-gruppe.com](mailto:bork.michael@ts-gruppe.com)

Thomas Jank · [jank.thomas@ts-gruppe.com](mailto:jank.thomas@ts-gruppe.com)





Demontage der alten Fördermaschinentrommel

## Erneuerung einer Förderanlage am Schacht Fürstenhall auf dem Reservebergwerk „Siegfried-Giesen“ der K+S AG

**Kurz vor Weihnachten 2012 erhielt die THYSSEN SCHACHTBAU GMBH nach einem umfangreichen Vergabeverfahren den Zuschlag zur Erneuerung der Förderanlage am Schacht „Fürstenhall“ des Reservebergwerks „Siegfried-Giesen“. Die bestehende Anlage aus den 1960er Jahren mit einer Geschwindigkeit von ca. 0,4 m/s sollte auf eine Anlage für einen Korb mit bis zu 30 Personen und 4 m/s oder alternativ für bis zu 13 t Last und 1 m/s umgebaut baut werden. Nach einjähriger Bauzeit konnte die Anlage dem Kunden betriebsbereit übergeben werden.**

Das Reservebergwerk Siegfried-Giesen besteht aus insgesamt vier Betriebsteilen mit den Schächten „Siegfried-Giesen“, „Glückauf-Sarstedt“, „Fürstenhall“ und „Rössing-Barnten“. Die vier Schächte sind 750 m bzw. 1050 m tief. Kalirohsalze wurden bis 1987 gefördert.

### ■ Reservebergwerk „Siegfried-Giesen“

Die K+S AG hält seit 1987 das zwischen dem niedersächsischen Hildesheim und Hannover gelegene Bergwerk „Siegfried-Giesen“ als Reservebergwerk offen, um die noch vorhandenen Kalirohsalze zu einem späteren Zeitpunkt abbauen zu können.

Um langfristig eine Kaliversorgung aus dem niedersächsischen Revier betreiben zu können, untersuchte die K+S AG in einer Machbarkeitsstudie (2010–2012) die technischen und wirtschaftlichen Randbedingungen für eine mögliche Wiederaufnahme der Produktion. Ergebnis dieser Studie war die Erkenntnis, dass die Wiederaufnahme grundsätzlich aussichtsreich ist.

In einem nächsten Schritt wurde die genehmigungsrechtliche Situation durch die Aufnahme des Raumordnungsverfahrens überprüft, was im November 2013 positiv abgeschlossen werden konnte. Daran anschließend begannen die Vorbereitungen zum bergrechtlichen Planfeststellungsverfahren. Eine endgültige Investitionsentscheidung wird nicht vor 2016 erfolgen.

Da die übertägigen Anlagen auf allen vier Betriebsteilen weitestgehend zurückgebaut sind, entschied sich die K+S KALI GmbH parallel zu den anstehenden Untersuchungen und Verfahren, bereits jetzt einen Schacht soweit zu modernisieren, um von dort einen leistungsfähigen Zugang zum Grubengebäude für eine untertägige Erkundung gewährleisten zu können. Für diesen Zugang kam nur der Standort „Fürstenhall“ in Frage, da dort zumindest noch bauliche Anlagen wie eine Schachthalle und die nötige Infrastruktur zur Verfügung

standen. Zudem befand sich hier, im Gegensatz zu den übrigen drei Schachtanlagen, noch eine kleine stationäre Befahrungsanlage in Betrieb.

## ■ Schacht Fürstenhall

Der Standort Fürstenhall, am südwestlichen Rand der Ortschaft Ahrbergen gelegen, stellt einen der vier offenen und befahrbaren Zugänge zum Grubengebäude dar. Ist an den drei anderen Schächten der Zugang nur mittels mobiler Winde möglich, so befand sich am Betriebsteil Fürstenhall eine aus den 1960er Jahren stammende stationäre Befahrungsanlage, die mit einer Geschwindigkeit von etwa 0,4 m/s einen permanenten Zugang zum Grubengebäude gewährleistete.

Da diese Befahrungsanlage sowohl wegen der beschränkten Leistungsfähigkeit – über 20 min Seilfahrt, kleiner Korb – als auch wegen ihres Alters nicht den heutigen Ansprüchen genügte, wurde entschieden, diese zu modernisieren.

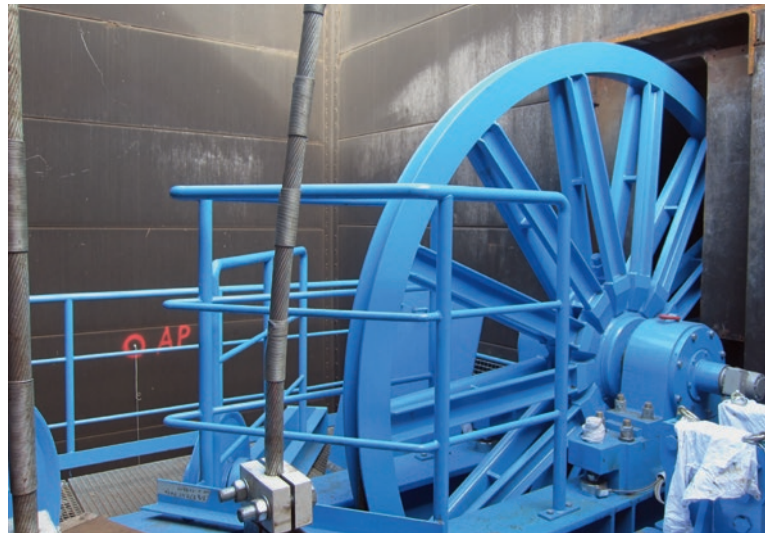
Ziel war es, mit einem Korb bis zu 30 Personen mit 4 m/s und bis zu 13 t Last am Haken mit 1 m/s befördern zu können. Die vorhandene Trommelfördermaschine sollte durch eine moderne ersetzt werden. Zudem sollten am Fördergerüst über Tage sowie am Füllort unter Tage alle notwendigen Umbaumaßnahmen vorgenommen werden. Ende Dezember 2012 erhielt die THYSSEN SCHACHTBAU den Zuschlag für die Durchführung der gesamten Maßnahme. Lieferant für die Fördermaschine wurde das Tochterunternehmen OLKO-Maschinentechnik GmbH und für die Elektrotechnik die Firma Siemens.

## ■ Die Planung

Besondere Herausforderungen

1. Neue Förderanlage vollständig in die bestehende Anlage integrieren
2. Keine äußerlichen Änderungen an Schacht- und Fördermaschinenhalle
3. Bauphase ohne Förderbetrieb sehr kurz halten (wenige Wochen)
4. Teile der Bauwerke sind über 100 Jahre alt
5. Über 100 Jahre alte Unterlagen sichten und digitalisieren
6. Umbaumaßnahmen der letzten 100 Jahre erforschen und berücksichtigen
7. Alte Strukturen bewahren, neue Anlagenteile integrieren
8. Arbeiten in sehr beengten Platzverhältnissen
9. Dichte Wohnbebauung in der Umgebung
10. Licht- und Lärmemissionen minimieren

Die bestehende Förderanlage verfügte über kein klassisches, auf einem Fundament errichtetes Fördergerüst. Im oberen Stockwerk der Schachthalle, der 7-m-Bühne, war eine aus den 1960er Jahren stammende Stahlkonstruktion verlagert, wel-



Seilscheibenbühne im Wetterschlot mit Förderseilscheibe und Führungsseileinband

che die Seilscheibe trug. Da die neue Förderanlage – anders als die bestehende Anlage – nach Seilbruchlast auszulegen war, konnte diese Konstruktion nicht mehr verwendet werden. Die nachzuweisenden Lasten hätten nicht aufgenommen werden können. Es galt also, parallel zur vorhandenen Konstruktion ein neues Fördergerüst aufzubauen. Dieses musste zudem in den vorhandenen nur 7 m × 3,6 m großen Wetterschlot eingepasst werden, welcher die Schachthalle vom Schachtkragen bis auf etwa 15 m durchzieht. Die Bemessung nach Seilbruchlast machte es dabei erforderlich, ein klassisches Fördergerüst zu konstruieren, welches seine Kräfte direkt in den Untergrund ableitet und nicht mehr nur in die vorhandene Stahlfachwerkstruktur der 7-m-Bühne.

## ■ Aus alt ...

Die Arbeiten vor Ort konnten im April 2013 begonnen werden. Der Auftraggeber hatte in der Zwischenzeit ortsnah eine Containeranlage mit Kauen errichtet. Es waren bis auf die Schacht- und Fördermaschinenhalle keine weiteren baulichen Anlagen vorhanden. Da K+S während der Frühschicht den Schacht weiterhin für eigene Personen- und Materialtransporte nutzen musste, wurden die Arbeiten während der Spät- und Nachtschicht durchgeführt.

Der erste Arbeitsabschnitt lag unter Tage und bestand darin, die Unterkante des Mauerwerksausbaues im Schacht an der 750 m Sohle etwa 2,5 m höher zu verlegen, damit das Füllort größer aufgefahren werden konnte. Mit dem späteren neuen Schachtstuhl sollten Langteile bis zu 9 m aus dem Füllort ausgefördert werden können.

Anschließend wurde über Tage damit begonnen, das Fundament des neuen Fördergerüsts, bestehend aus einer Stahlkonstruktion im Bereich unterhalb der Rasenhängebank im Schacht und dem ersten Teil des Fördergerüsts bis etwa 7 m





Fördermaschine im Fördermaschinenhaus mit Verlagerungsrahmen und Antriebsschwinge



Schachtstuhl auf der 750-m-Sohle, Ansicht von Südwesten auf das Großsteiltor

einzubauen, ohne die vorhandene Förderung dabei einzuschränken. Parallel dazu erfolgte der Aufbau der elektrischen Einrichtungen für die neue Fördermaschine inklusive moderner Steuerkabine.

Das Fördergerüst konnte erst im Dezember umgebaut werden. Im nächsten Schritt folgten die Umbaumaßnahmen im Schachtsumpf. Die vorhandenen Bühnen mussten geräumt und durch neue ersetzt werden. Die vorhandene Spannseilverlagerung mit den beiden gewichtsgespannten Führungsseilen wurde durch eine neue hydraulische Spannseilverlagerung für vier Führungsseile ersetzt. Daran schloss sich der Aufbau des Schachtstuhls auf der 750-m-Sohle an, der bis dahin nur aus der Sumpfabdeckung ohne weitere Einbauten bestand.

Als Anfang Dezember 2013 alle Arbeiten, welche bei Aufrechterhaltung der bestehenden Förderung durchgeführt werden konnten, abgeschlossen waren, wurden die Führungsseile und das Förderseil abgelegt, der Förderkorb demontiert und die alte Fördermaschine stillgelegt, teildemontiert und mittels Autokran aus der Fördermaschinenhalle ausgehoben.

### ■ ... mach neu

Nach umfangreichen Umbaumaßnahmen in der Fördermaschinenhalle konnte Anfang Januar 2014 die neue Fördermaschine installiert werden. Wegen der sehr beengten Platzverhältnisse und der großen Lasten mussten die Trommel und die Motor-Getriebe-Einheit getrennt eingehoben und auf engstem Raum verbunden werden. Da die Teile bis zu 30 t wogen und die Trommel, Welle sowie das Getriebe millimetergenau aufeinander geschoben werden mussten, waren die Anforderungen an alle Beteiligten besonders hoch.

Die alte Seilscheibenkonstruktion auf der 7-m-Bühne konnte parallel zu den Arbeiten an der neuen Fördermaschine zurückgebaut werden. Nach der Installation des restlichen Teiles des neuen Fördergerüsts innerhalb des Wetterschlotes bis auf 12 m folgte das Einsetzen der neuen Seilscheibe. In enger Abstimmung zwischen THYSSEN SCHACHTBAU, OLKO-Maschinentechnik und Fairport Engineering wurde eine Übertreibsicherung entworfen, welche trotz der sehr beengten Platzverhältnisse und kurzen Bremswege in jeder Betriebsart eine sichere und TAS-konforme Verzögerung gewährleistet. Der Schacht Fürstenhall ist damit einer der ersten in Deutschland, der mit einer „SELDA“-Anlage ausgerüstet wurde.

Sowohl unter als auch über Tage wurde während dieser Zeit parallel im Schachtstuhl und am Fördergerüst die nötige Steuerungs- und Signaltechnik installiert. Nach unter Tage gelangte man nun nur noch mittels Autoschachtwinde über den Schacht Siegfried-Giesen.

Ende Januar drehte sich die neue Fördermaschine erstmalig und nach einer Vorabnahme konnte das neue Förderseil aufgelegt werden. Mithilfe des neuen Förderseiles wurden die vier Führungsseile eingebaut und die neue hydraulische Spannseilverlagerung in Betrieb genommen. Schließlich wurde noch der neue zweietagige Förderkorb eingebaut.

Damit ist die Förderanlage am Schacht Fürstenhall bis auf wenige Restarbeiten vollständig erneuert.

Jörg Schwarz · schwarz.joerg@ts-gruppe.com

David Voll · voll.david@ts-gruppe.com

Axel Weissenborn · weissenborn.axel@ts-gruppe.com



Sichtbarer Größenvergleich – eine halbe Trommel passt auf einen 25t LKW

# OLKO-Maschinentechnik GmbH liefert zwei Förderanlagen schlüsselfertig nach Turkmenistan

Bereits im September 2011 hat die OLKO-Maschinentechnik GmbH, aufbauend auf einer Machbarkeitsstudie aus dem Jahr 2010, einen Vertrag mit dem weißrussischen Unternehmen Belgorchimprom, Minsk, über die Entwicklung, Konstruktion, Herstellung, Lieferung, Montage und Inbetriebnahme von zwei kompletten Schachtförderanlagen für ein neues Kali-Bergwerk in Turkmenistan unterzeichnet. Das Auftragsvolumen beläuft sich auf fast 30 Millionen Euro.

Im Bergwerk „Garlyk“ des Betreibers Turkmenchemie soll ab 2015 mit dem Abbau von zur Herstellung von Düngemitteln

benötigtem Kalisalz aus einer Teufe von rund 420 m begonnen werden. Die geplante Fördermenge wird bei etwa 9,5 Millionen Tonnen pro Jahr liegen. OLKO liefert hierfür die komplette Schachtfördertechnik für zwei Schächte. Diese wird je eine Doppeltrommel-Fördermaschine inklusive der dazugehörigen mehrkanalig geregelten Bremsanlagen des Typs COBRA01 für den Produktions- sowie den Serviceschacht umfassen. Der Auftrag beinhaltet nicht nur umfangreiche Engineering-Leistungen wie die Planung der Fördergerüste, der Schachteinbauten und der Schachtstühle, sondern auch die Lieferung der kompletten Anlagen zur Be- und Entladung sowie weiterer Ausrüstung. Dazu gehören ein Großkorb zur



Fertig vorbereitet zum Verladen:  
Seilscheiben





Fördergefäß (Skip)  
im Transportgeschirr

Personenförderung mitsamt dem Gegengewicht, Fördergefäße, Seilscheiben, Wagenaufschiebe- und Abziehvorrichtung sowie eine komplette Notfahranlage.

Den Auftrag konstruktiv und fertigungstechnisch termingerecht abzuwickeln, ist eine herausfordernde Aufgabe für alle Projektbeteiligten. Mit der Erteilung der Abnahmen im Zeitraum von Dezember 2012 bis April 2013 äußerten sich der Kunde und der Betreiber der Anlagentechnik bereits überaus zufrieden und lobten die bisherige partnerschaftliche Zusammenarbeit. Bei diesem komplexen Projekt ist eine enge und offene Abstimmung zwischen Hersteller, dem Projektanten Belgorchimprom und dem zukünftigen Betreiber erforderlich. Regelmäßige Projektbesprechungen in Minsk schaffen ein einzigartiges Vertrauensverhältnis, welches die Basis für weitere gemeinsame Projekte in den ehemaligen GUS-Staaten bilden soll.

Der nicht alltägliche Aufwand, alle Ausrüstungsteile, die sowohl aus eigener Fertigung, als auch von erfahrenen deutschen Unterlieferanten kommen, zusammenzuführen, zu verpacken und nach Turkmenistan zu transportieren, stellt zudem hohe Ansprüche an die Mülheimer Logistikabteilung. Bereits die Routenplanung mutet abenteuerlich an, wobei verschiedene Routen zur Auswahl standen: Unter anderem lässt sich die Schachanlage Garlyk im Dreiländereck Turkmenistan-Usbekistan-Afghanistan teilweise auf dem Seeweg erreichen. Auf dem Landweg bis Rumänien, anschließend über den Seeweg auf dem Schwarzen Meer nach Georgien und weiter über Aserbaidschan an das Kaspische Meer. Nach dessen Überquerung erreicht man schließlich turkmenischen Boden.

Diese Wegführung schied ebenso aus wie die Südroute über den Balkan, die Türkei und durch den Iran. Letztlich wurde die Nordroute über Polen, Ukraine, Russland und Kasachstan nach Turkmenistan gewählt. Die Reise der Ausrüstungen wird schlussendlich einen Transportweg von ca. 6.000 km Länge umfassen, zum Teil durch sehr dünn oder gar nicht besiedeltes Gebiet.

Bei einem Frachtvolumen von rund 1400 t, die sich auf über 400 Packstücke mit Einzelstücken von mehr als 40 t verteilen, wird dies kein leichtes Unterfangen.

Für ein junges Unternehmen wie die OLKO-Maschinenteknik, das bisher überwiegend im nationalen Bereich tätig war, ist dies der erste internationale Auftrag in dieser Größenordnung und erforderte aus gegebenem Anlass ein besonders hohes Maß an Aufmerksamkeit. Der Auftrag, der einen Großteil des kompletten Produktspektrums des Unternehmens enthält, ist ein Referenzprojekt, mit dem alle Beteiligten über den bisherigen Projektverlauf sehr zufrieden sind. Der Kunde hat OLKO mit der Erteilung dieses Auftrags ohne Vorliegen internationaler Referenzen in dieser Größenordnung einen sehr großen Vertrauensvorschuss entgegengebracht, dem OLKO mit ganzem Einsatz gerecht werden möchte. Mit diesem Erfolg und dank dieses positiven Projektverlaufes sind mittlerweile weitere Aufträge im internationalen Bergbau akquiriert worden.

Für die Auftragsvergabe war ausschlaggebend, dass OLKO in der Projektphase das technisch beste Konzept für die vorliegende Aufgabenstellung präsentierte. Zudem trugen OLKO's eigene zertifizierte Fertigungsstätte und die Möglichkeit zum

Fertig vorbereitet zum Verladen:  
Seiltrommelhälften



nahezu ausschließlichen Rückgriff auf die Komponentenfertigung erfahrener deutscher Unternehmen – unter anderem auf das Schwesterunternehmen TS Technologie + Service GmbH in Mülheim an der Ruhr – sehr deutlich zur Entscheidungsfindung bei.

Mit dieser Beschaffungsstrategie ist OLKO in der Lage, sich von nahezu sämtlichen Wettbewerbern deutlich abzuheben. Auch unternehmensintern wird dies als großer strategischer Vorteil betrachtet. Die bei der Produktion derart komplexer Komponenten möglichen Probleme und Fragestellungen können mittels entsprechend schnell erreichbarer Lieferanten kurzfristig in persönlichen Gesprächen vor Ort ausgeräumt werden. Das Fachpersonal ist in der Lage, auf kurzen Wegen und ohne den Einsatz aufwändiger Infrastruktur schnell zu

reagieren. Generell ist man bei OLKO davon überzeugt, dass eine eigene Fertigung und der Zugriff auf erfahrene sowie hoch qualifizierte, heimische Lieferanten einen bedeutenden Vorteil im internationalen Wettbewerb darstellen.

Darüber hinaus verfügt OLKO über Mitarbeiter in Schlüsselpositionen, die jahrzehntelange Erfahrung mit der Planung, Fertigung und Errichtung von Schachtfördertechnik haben. Mit der Abwicklung der ersten größeren internationalen Aufträge hat OLKO erfolgreich seine Fachkompetenz unter Beweis gestellt. Nun ist man bestrebt, den internationalen Geschäftsbereich weiter auszubauen.

*Matthias Junge · junge.matthias@ts-olko.com*

*Carsten Schmidt · schmidt.carsten@ts-olko.com*



Werksabnahme in  
Olfen





Abb. klein: Der Nordberg-Teufhaspel vor dem Erwerb

Abb. groß: Der Nordberg-Teufhaspel nach dem Zusammenbau und der Inbetriebnahme mit Laufstegen, Bühnen und neuen Wechselstrommotoren

## Newmont-Leeville – Generalüberholung eines Teufhaspels

Im Juni 2013 erhielt Thyssen Mining Construction of Canada Ltd. (TMCC) den Zuschlag für die Teufarbeiten im Wetterschacht 3 der Newmont Leeville Mine in Calrin, Nevada. Als eines der Hauptbestandteile der Teufeinrichtung erstand TMCC einen gebrauchten Nordberg-Doppeltrommel-Teufhaspel mit Einzelkupplung.



Bei der Anlage handelt es sich um eine Maschine aus dem Baujahr 1948 mit einem Durchmesser von 3,66 m und einer Breite von 2,44 m, an der vor dem Erwerb durch TMCC im Jahr 2013 schon einige kleinere Nachrüstungen vorgenommen worden waren. Um den Betrieb als Teufhaspel gemäß den strengen Bergwerksvorschriften der Mine Safety and Health Administration – MSHA (Anm.: US-Bergbehörde) und der Provinz Saskatchewan zu ermöglichen, waren zu seiner Modernisierung eine ganze Reihe von Aufarbeitungs- und Überholungsmaßnahmen erforderlich. Diese gewährleisteten unter anderem, dass die Anlage sicher betrieben werden und darüber hinaus für eventuelle zukünftige Projekte in Kanada und in den Vereinigten Staaten eingesetzt werden kann. Während sämtlicher Überholungsphasen arbeiteten die Techniker, Maschinenbauer und Elektriker von TMCC eng mit Asea

Hauptwelle nach der zerstörungsfreien Ultraschall- und Magnetpulverprüfung

Brown Boveri – ABB (E-Technik) und Siemens Tecberg (Maschinentechnik) zusammen. Nach Abschluss der Arbeiten wurde der Teufhaspel zum Einsatzort verbracht, wo er von der Montagemannschaft von TMCC zusammengebaut und in Betrieb genommen wurde. Nachfolgend unterstützte die Wartungsabteilung von TMCC die Erarbeitung eines speziell auf den nachgerüsteten Nordberg-Teufhaspel zugeschnittenen detaillierten Programmes zur vorbeugenden Wartung.

## ■ Konstruktive Gesichtspunkte

Für die Überhol- und Nachrüstmaßnahmen mussten folgende konstruktive Gegebenheiten beachtet werden:

- Teufhaspeltyp: 3,66 m Doppeltrommel
- Trommelabmessung: 3,66 m Nenndurchmesser, 2,44 m Nennbreite
- Förderseile: 48 mm Durchmesser
- Förderlänge: 731 m
- Betriebsbedingungen für Förderkübel:
  - Seilgeschwindigkeit bei gewichtsausgeglichenen Förderkübeln: 9,14 m/s
  - Seilgeschwindigkeit bei ausgerückter Kupplung 3,05 m/s
  - Kübelgewicht 3500 kg
  - Zuladung 12.500 kg
- Anzahl Förderseile: 1 pro Korb/Förderkübel
- Seilsicherheitsfaktor: 7,05 statisch, an der Seilscheibe (Maximallastzustand)
- 2 x 790 kW Wechselstrommotoren mit 419 U/min
- Anzahl der Fördermittel: 2 St.

## ■ Generalüberholung

Die komplette Überarbeitung des Teufhaspels bestand aus den nachfolgend beschriebenen maschinen- und elektrotechnischen Verbesserungen:

### 1. Hauptwelle

Bei ihrem Eintreffen in der TMCC-Werkstatt in Regina, Saskatchewan, wurde die Hauptwelle für die zerstörungsfreie Materialprüfung (ZFP) – einem Verfahren zur Feststellung von Rissbildung – durch Sandstrahlen vorbereitet. Die Hauptwelle wurde über ihre gesamte Länge mit Ultraschall und in bestimmten kritischen Bereichen, in denen hohe Materialspannungskonzentrationen vermutet werden, nach dem Magnetpulververfahren geprüft.

Alle entdeckten Risse oder Problembereiche wurden ausgeschliffen und mit Schweißgut wieder verfüllt. Sämtliche Reparaturstellen wurden unter Anwendung der gleichen Prüfverfahren erneut getestet, um jedwede Mängel auszuschließen.

### 2. Windentrommeln

Die Trommeln des Haspels wurden gleichermaßen in ihrer Gesamtheit nach dem Ultraschall- und dem Magnetpulververfahren zerstörungsfrei geprüft. Die Trommelschalen wurden abgenommen, um eine gründliche Prüfung der Naben durchführen zu können. Sämtliche Mängel wurden behoben und die ausgebesserten Teile neu getestet, sodass auch hier das Ergebnis zwei Haspeltrommeln von einwandfreier Materialbeschaffenheit war.

Weitere Ausbesserungen an der Nabe der kupplungsbetätigten Trommel beinhalteten das Aufbohren der Nabe zur Entfernung von Rost und Schmutz, um die Maßhaltigkeit der Nabenbeläge für die Aufnahme der Hauptwellenlagerbuchsen zu gewährleisten. Die Buchsen der kupplungsbetätigten Trommel wurden mit Lagermetall neu beschichtet und der Außendurchmesser der Lagermetallbuchsen mithilfe der Spritzschweißtechnik wieder aufgebaut, um den einwandfreien Sitz in der Trommelnahe zu gewährleisten.

Die ursprüngliche Nordberg-Fördermaschine war exzentrisch, da der Reibbremsbelag auf der aktuellen Bremsfläche der Trommel angebracht war. Ein Teil der Modernisierungsarbeiten an dem Teufhaspel beinhaltete die Verlegung des Reibbremsbelags von der Trommel zu den Trommelbremsbacken, wo sie sich im Normalfall befinden. Diese Maßnahme erforderte die maschinelle Bearbeitung der Bremsfläche der Trommel, um somit die durch den Luftspalt zwischen Trommel und Bremszangen hervorgerufenen Vibrations- und Nachschwingeffekte zu unterbinden.

### 3. Großes Förderrad und Antriebsritzel

Der Nordberg-Teufhaspel wurde in der Vergangenheit als Produktionsfördermaschine eingesetzt, die große Mengen an Material bei hoher Geschwindigkeit förderte und nur einen

Maschinelle Bearbeitung der Bremsfläche auf der Trommel





sehr geringen Seilfahrtanteil zu bewältigen hatte. Die ursprüngliche Geschwindigkeit der Fördermaschine lag mit 16,25 m/s für Schachtteufarbeiten deutlich zu hoch. Um die Geschwindigkeit der Produktionsfördereinrichtung auf eine annehmbare Teufgeschwindigkeit von 9,14 m/s abzusenken, wurden neue Antriebsritzel mit einer von 29 auf 20 reduzierten Zähnezahl angefertigt. Das endgültige Übersetzungsverhältnis beträgt 10,2 : 1.

Zusätzlich zu den neuen Antriebsritzeln wurden vier neue Tonnenlager gekauft. Für die Reparaturen und Nachbesserungen am großen Förderrad mussten auch neue Schraubenbolzen und „Supermutter“ für die einwandfreie Verbindung der beiden Förderradhälften beschafft werden. Das Förderrad wurde ebenfalls zerstörungsfrei geprüft, maschinell nachbearbeitet und sämtliche Fugen sowie Fehlstellen auf den am Eingriff beteiligten Oberflächen beseitigt.

Mit der Verringerung der Zähnezahl der Treibräder verringerte sich ebenfalls der Förderraddurchmesser. Dies zog die Anpassung der Förderradschutzabdeckung an die neuen Wellenachspeditionen nach sich.

#### 4. Lager

Die Nordberg-Maschine verfügt über drei Hauptwellenlager: Außenrad, Innenrad und Endrad. Ähnlich den Lagern der Antriebsritzel ist jedes Lager ein im Ölbad laufendes Tonnenlager. Zwei der drei Originallager wurden ausgetauscht und das dritte wurde aufgearbeitet.

Die Aufarbeitung der Stehagerböcke und der Fußplatten für die Lager umfasste das Sandstrahlen, die zerstörungsfreien Prüfungen und den Anstrich.

#### 5. Bremsen

Die beiden Bremssysteme für Ritzelwelle und Trommel wurden von Siemag Tecberg konstruiert und geliefert. Wie bereits erwähnt, wurden die Reibbeläge des Backenbremssystems von der Trommel selbst auf die Bremsbacken verlegt. Diese Änderung erforderte die Anfertigung neuer Bremsbeläge und Änderungen an den Bremsbacken, um die neuen Beläge dort



Endlager beim Einbau auf der Hauptwelle

einbauen zu können. Das Original-Bremsgestänge wurde nach zerstörungsfreier Prüfung jedes einzelnen Bestandteils und nach Anfertigung neuer Bolzen wiederverwendet.

Siemag Tecberg lieferte neue Parallelfederantriebe für die Betätigung der Trommelbremsbacken, die die alten Gegengewichtstypen der Trommelbremse ablösten. Die Bremsbetätigungsantriebe für federbetätigtes Auflegen und hydraulisches Lösen der Bremse fungieren als schnell wirkende, zweistufige, ausfallsichere und kompakte Bremskrafterzeuger. Der 4,27 m lange Bremsweg setzt eine Bremskraftentwicklung von 839 kNm für jede Trommel voraus.

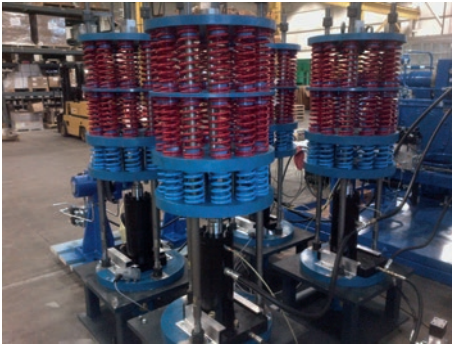
Für Notbremsungen und als Sekundärbremse lieferte Siemag zwei Twiflex-Doppelkolben-Bremszangen für jedes Antriebsritzel. Die Antriebsritzelbremsen werden ebenfalls federbetätigt aufgelegt und hydraulisch gelöst, wobei jede der beiden Bremsen eine Bremskraft von 35,4 kNm erzeugt.

#### 6. Kupplung / Hydraulik

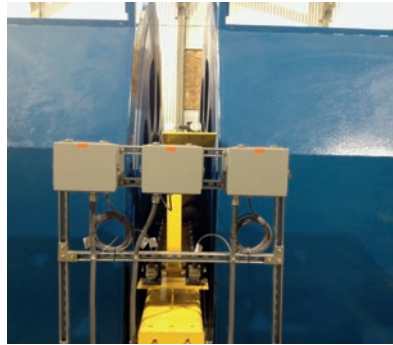
Das ursprüngliche federbetätigte Kupplungssystem wurde durch einen von Siemag Tecberg gelieferten doppelt wirkenden Hydraulikzylinder ersetzt. Die Verbesserung im Hinblick auf den Betrieb der Kupplung erstreckte sich ebenfalls auf ein neues elektromechanisches Verriegelungssystem, das dazu dienen soll, das Auskuppeln des Teufhaspels zu verhindern, solange die entsprechenden Bremsen nicht aufgelegt sind.

Zur Vervollständigung der Bremsanlage lieferte Siemag ein neues Hydraulikaggregat. Das Hydraulikaggregat übernimmt die Energieversorgung der Bremsfederbetätigungen der Trommeln, der Bremszangen der Antriebswelle und der Kupplung. Es besteht aus zwei 45-kW-Motoren, einem 375 l fassenden Hydraulikbehälter, einer Kühleinheit, zwei getrennten Filterkreisen und einer Wärmepumpe, die für Kaltstarts benötigt wird. Das Hydraulikaggregat ist im Hinblick auf die Gewährleistung der Ausfallsicherheit sämtlicher kritischer Bauteile

Eine Förderradhälfte wird für den Einbau vorbereitet



Neue Siemag-Federbetätigungsantriebe für die Trommelbremse während der Testphase mit neuem Hydraulikaggregat



Teufenanzeiger – Lilly-Antriebe



HMI-Geräte und Maschinenbedienelemente

redundant ausgelegt. In Verbindung mit den Antrieben reagiert es auf die Anforderung einer Notbremsung mit der Steuerung der entsprechenden Volumenströme und Druckentlastungsventile.

### 7. Teufenanzeiger – Lilly-Antriebe

Die ursprünglichen Lilly-Antriebe wurden durch Weggeber ersetzt. Zur Überwachung des Teufhaspels sind fünf Geber vorgesehen. Einen für jeden Motor (2 St.), einen für die Festtrommel und zwei Geber für die über die Kupplung angetriebene Lostrommel.

Zur Aufnahme der neuen Systeme musste die Fußplatte des originalen Lilly-Antriebs modifiziert werden.

### 8. Motoren

ABB lieferte drei neue 790-kW-Wechselstrom-Antriebsmotoren. Der dritte Motor wurde als Ersatz für den unwahrscheinlichen Fall eines Motorsausfalls geordert. Die Motoren sind über eine Falk-Zahnradkupplung mit den Antriebsritzeln verbunden.

### 9. Haspelantrieb

Von ABB wurde eine komplett neue Antriebseinheit geordert. Der Haspelantrieb wurde als Containeranlage geliefert. Somit wurden Transport und Aufbau vor Ort erleichtert und im Maschinenhaus Platz eingespart. Der Antriebscontainer wurde im Herstellerwerk von ABB komplett montiert und zum Einsatzort verbracht, wo er entladen und installiert wurde.

Der Antriebscontainer enthielt auch den Maschinenstand, in dem sich das neue HMI-System und die Maschinenbedienelemente für den Haspelfahrer befinden.

ABB lieferte ebenfalls die Antriebe für die Teufhaspel sowie für die Schachtsignal- und -überwachungsanlage, die somit ein voll integriertes, halbautomatisches System bilden.

### 10. Zugang zum Teufhaspel

Um den Zugang zu den neuen Federbetätigungsantrieben der Trommel und den Gebern der Teufenanzeige sicherzustellen,

wurden Spritzschutzeinrichtungen und eine Bodenplatte in der Teufhaspelgrube konzipiert und erstellt.

Zur Erleichterung des Zugangs zu den Einstellspannelementen der Trommelbremsbacken wurden Laufstege speziell konstruiert und angefertigt.

## ■ Schlussbetrachtungen

Die Kombination aus methodischer, maschinentechnischer Überarbeitung, qualitativ hochwertiger Arbeit, einem neuen Antriebssystem für den Teufhaspel und einer Schachtsignal- und -überwachungsanlage hat zur sichersten Teufanlage geführt, die jemals von TMCC betrieben wurde. Sicherheit, Qualität und Kosten – daran glaubt TMCC – und jede Schraube, jeder Draht und jedes Signal der modernisierten Anlage spiegeln diese Philosophie wider.

*Steve Dempsey · sdempsey@thyssenmining.com*

Teufhaspel-Antriebscontainer (im Bild hinten)







Bohrplatz für eine 300 m tiefe Explorationsbohrung in abwegigem Gelände

## Auf neuen Wegen!

Seit dem Jahre 2010 ist die THYSSEN SCHACHTBAU GMBH in Österreich und benachbarten Regionen Österreichs mit ihrer Grazer Zweigniederlassung tätig. Von Graz aus werden auch die Zweigniederlassung in Mazedonien und weitere Aktivitäten am Balkan betreut. Neuerdings

konnte ein konventionelles Schachtabteufprojekt akquiriert und ausgeführt werden. Im Folgenden sind zwei interessante Projektbeispiele der Grazer Zweigniederlassung vorgestellt und erläutert.

### ■ Sondierungsarbeiten für den Bau eines Sicherheitsstollen bei einem bestehenden Autobahntunnel in der Schweiz

Im März 2012 gewann die Zweigniederlassung Österreich die Ausschreibung in der Schweiz als Generalunternehmer für ein umfassendes Sondierungsprogramm. Mit diesem Auftrag übernahm THYSSEN SCHACHTBAU ein herausforderndes Projekt der Baugrunderkundung.

Die Arbeiten begannen im Juni 2012. In der Vorbereitungsphase wurde in zwei neue Bohrergeräte investiert (Wirth Eco1 Raupe und Ellettari EK400 Raupe), um die Arbeiten gemäß



Bohrung auf der Zufahrtsstraße zur Autobahn



der erforderlichen unterschiedlichen Bohrmethoden und Richtlinien ausführen zu können. Neues Bohrzubehör für großkalibrige Trockenkernbohrungen (DN 278) wurde hierzu angeschafft.

Parallel zur Tunneltrasse, auf gut 10 km Länge in bewohnten und bewirtschaftetem Gebiet und aus dem bestehenden Tunnel heraus wurden 36 Bohrungen abgeteuft. Aufgrund der teilweisen Nähe zur Wohnbebauung waren strenge Schall- und Emissionsvorschriften einzuhalten. Sämtliche Diesel betriebenen Geräte wurden mit neuesten Partikelfiltern ausgestattet. Insgesamt kamen durch die unterschiedlichen Anforderungen und den straffen Zeitplan sechs Bohranlagen zum Einsatz.

In den Portalbereichen des Tunnels kam für großkalibrige Trockenkernbohrungen die Rammkernbohrmethode zum Einsatz. Der Bohrlochdurchmesser betrug 278 mm, die Bohrteufen bis zu 40 m. Anschließend wurden die Bohrlöcher als Brunnen oder mit Gleitmikrometern ausgebaut.

Die Bohrungen entlang der bestehenden Autobahn wurden Über Tage auf dem Pannestreifen sowie Untertage im bestehenden Fluchtstollen ausgeführt. Für die untertägigen Bohrungen im beengten Fluchtstollen kam eine Diamec 262 und Doppelkernrohr DN 116 zum Einsatz. Die untertägigen Bohrungen wurden mit einem Preventer gegen druckhaftes Wasser oder Gaszutritt gesichert. Da während dieser Arbeiten der Autobahnverkehr nicht eingestellt werden durfte, mussten die Bohrarbeiten unter einem hohen organisatorischen Aufwand sowie unter strenger Beachtung hoher sicherheitstechnischen Anforderungen ausgeführt werden.

Bei den Sondierungsarbeiten entlang der Autobahn wurden die Arbeiten ohne Vollsperrung ausgeführt und der Verkehr nur minimal behindert; so wurden zum Teil nur einzelne Fahrbahnstreifen gesperrt. Durch entfernen der Leitplanken und Demontage von Lärmschutzwänden wurde mit Autokränen die Erreichung der schwierigen Sondierungspunkte gewährleistet.

Die tieferen Bohrungen (bis 300 m) wurden als destruktive Bohrungen begonnen und ab 150 m Teufe auf Seilkernrohr umgestellt. Höchste Anforderungen an die Bohrgenauigkeit wurden gestellt. Laufende Vermessungen der Bohrungen mittels Gyrosonde für die Einhaltung der geforderten Bohrgenauigkeit waren unerlässlich. Während der Bohrarbeiten wurden Gaskontrollmessungen auf Methan und Kohlendioxid (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>) ausgeführt und digital protokolliert.

Umfangreiche geophysikalische und geotechnische Messungen in den Bohrungen lieferten die erforderlichen Daten. Besonders hervorzuheben sind die durchgeführten Crosshole-



Bohreinsatz auf dem Kerenzerberg

Messungen, die in den geforderten Teufen weltweit erstmalig durchgeführt wurden. Speziell für dieses Projekt wurde eine geeignete Ausrüstung entwickelt. Die Messungen waren ein voller Erfolg.

Abschließend waren die Bohrungen als Gleitdeformeter, Inklino meter sowie als Piezometer oder Erdwärmesonden auszubauen.

### ■ Injektions- und Bohrarbeiten im Schacht- und Wasserkraftwerksbau

Die Zweigniederlassung Österreich akquirierte im Januar 2013 einen großen Injektionsauftrag. Beim Ausbau eines bestehenden Wasserkraftwerks in Tirol wurde von einem Tunnelbauunternehmen ein 1450 m langer Schrägschacht, 2700 m Stollen und ein 150 m Vertikalschacht aufgeföhren und der Schräg-/Druckschacht mit einer Stahlpanzerung ausgebaut. Damit eine kraftschlüssige Verbindung der Betonauskleidung mit dem umliegenden Gebirge erreicht und auch die Tragfähigkeit des Gebirges aktiviert wird, sind sowohl Gebirgsinjektionen als Primär und Konsolidierungsinjektionen sowie Kontaktinjektionen von THYSSEN SCHACHTBAU notwendig.

Für jeden zu verpressenden Abschnitt wurden erst Injektionsversuche zur Optimierung der Injektionsparameter ausgeführt. Anhand der Ergebnisse der Wasserabpressversuche (WD-Test) wurden die Eingabedaten (maximaler Injektionsdruck, Injektionsfähigkeit des Gebirges) für die nachfolgende Versuchsinjektionen ermittelt.

Erst mit den Ergebnissen der Injektionsversuche konnten die Gebirgsinjektionen ausgeführt, die Durchlässigkeit des Gebirges verringert, dabei bestehende Wasserzutritte gestoppt sowie die Klüfte im Gebirge verfüllt werden. Durch die Gewährleistung eines Kontaktes zwischen Gebirge und Spritzbeton-





Injektionsaufzeichnung und Injektion in einem Triebwasserstollen

sicherung bzw. der Tübbingauskleidung wird die Tragfähigkeit des Gebirges bei einer Belastung durch den Wasserinnendruck sichergestellt. Im Druckschacht wurde nach Fertigstellung der Vortriebsarbeiten das umliegende Gebirge durch die Verpressöffnungen der Tübbinge mittels Bohrlochinjektionen konsolidiert. Die Gebirgsinjektionen erfolgten mit einem max. Injektionsdruck von 20 bar.

Eine Kontaktinjektion (Firstspaltinjektion) wurde zusätzlich ausgeführt, um den Spalt zwischen Ausbruchsicherung und Schalbeton mit einer Zementsuspension über vorgelegte Manschetteninjektionsschläuche zu verfüllen. Die Kontaktinjektionen erfolgten mit geringem Druck von max. fünf bar.

Bei den Injektionsarbeiten waren bis zu vier Injektionspumpen im Einsatz, womit ein möglichst gleichförmiger Injektionsdruck auf den Injektionsquerschnitt aufgebracht werden konnte. Das Zement-Wassergemisch wurde mit einem Hochleistungskolloidalmischer vermengt, um eine stabile Suspension zu erzielen und das Injektionsgut mittels Hochdruckpumpe zu verpressen. Der Prozess erfolgte unter laufender automatisationsgestützter Überwachung, Protokollierung sowie automatischer Druckbegrenzung.

Die Verpressarbeiten bei der Gebirgsinjektion wurden nach GIN (Grouting Intensity Number) ausgeführt. Die Abbruchkriterien beruhen dabei auf der Begrenzung der spezifischen Energie nach der Bestimmung eines GIN-Wertes. Dabei war ein gleichzeitiges Vorhandensein von großen Injektionsmengen und hohe Injektionsdrücken auszuschließen. Das Risiko von Fracking (Gebirgsaufreißen) durch den Injektionsvorgang sollte dabei reduziert werden.



Injektion im Schrägschacht durch die Beton-Tübbinge

Nach den Injektionsarbeiten schlossen sich Kernbohrungen und Wasserabpressversuche zur Ermittlung der Durchlässigkeit des Gebirges an, um damit den Injektionserfolg zu kontrollieren.

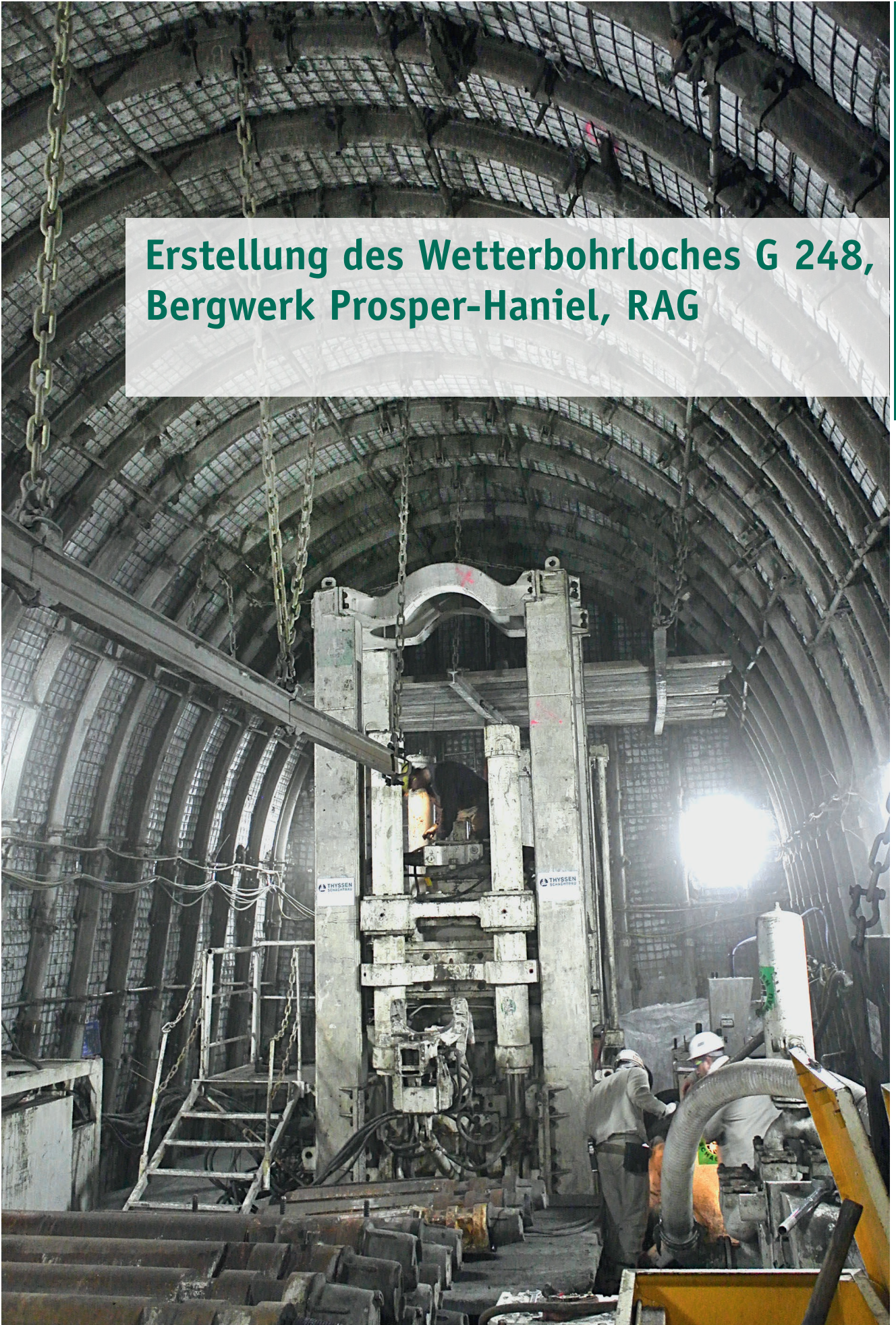
Wieder einmal hat die THYSSEN SCHACHTBAU mit Ihren Mitarbeitern in der Alpenregion gezeigt, wie sie mit bestehendem Know-how, Flexibilität und Einsatzwillen schwierige Projekte zur Zufriedenheit des Auftraggebers plant, vorbereitet und ausführt.

Mehr als 20 Projekte konnten seit 2010 von der Zweigniederlassung Österreich erfolgreich ausgeführt werden. Schwerpunkt sind die verschiedensten Arten von Bohrarbeiten, ergänzt durch Injektions-, Mess- und Dokumentationstätigkeiten. Unter tatkräftiger Unterstützung der THYSSEN SCHACHTBAU wir nun auch ein Schacht geteuft.

*Florian Wieltsch · wieltsch.florian@ts-gruppe.com*  
*Tamara Portugaller · portugaller.tamara@ts-gruppe.com*  
*Raimund Bartl · bartl.raimund@ts-gruppe.com*  
*Franz Stangl · stangl.franz@ts-gruppe.com*



## Erstellung des Wetterbohrloches G 248, Bergwerk Prosper-Haniel, RAG



Raisebohranlage HG 250 in der Bohrkammer I 547



**Auf der Schachanlage Prosper-Haniel der RAG Deutsche Steinkohle AG wurde im Herbst 2011 die Erstellung des Wetterbohrlochs G 248 ausgeschrieben. Den Zuschlag für die Ausführung der Arbeiten erhielt der Bereich Bergbau der THYSSEN SCHACHTBAU GMBH.**

Die Ingenieurleistungen wurden durch das Technische Büro von THYSSEN SCHACHTBAU in Zusammenarbeit mit den Gutachtern der DMT in Essen, der Bezirksregierung Arnsberg in Dortmund als Aufsichtsbehörde, dem Bergwerk Prosper-Haniel in Bottrop als Auftraggeber sowie der Betriebsstelle Seigere Projekte des Bereiches Bergbau ausgearbeitet. Die Stahlbau-lieferungen sind durch TS Technologie + Service GmbH, einem Tochterunternehmen von THYSSEN SCHACHTBAU, erbracht worden.

Das Projekt Wetterbohrloch G 248 gliedert sich in vier Bauabschnitte:

1. Konventionelle Auffahrung der Bohrkammer I 547
2. Erstellen des Wetterbohrloches im Raisebohrverfahren
3. Einbau der Schachtauskleidung in Form einer Stahlverrohrung
4. Installation der Versorgungsrohrleitungen und Elektrokabel

Die schwierigen geologischen Gebirgsverhältnisse während der Raisebohrarbeiten des zweiten Bauabschnittes erforderten von der Mannschaft die Entwicklung anspruchsvoller Alternativlösungen. Die Mannschaft bestand überwiegend aus Mitarbeitern der Bergbau-Spezialgesellschaft Ruhr-Lippe mbH, einer weiteren Tochtergesellschaft von THYSSEN SCHACHTBAU.

	<b>Bohrkammer I 547</b>	<b>Wetterbohrloch G 248</b>
Länge	18,0 m	147,0 m
Breite	7,0 m	3,6 m
Höhe	7,5 m	
Ausbau	TH 25 mit Verlängerungen	Verrohrung 3,20 m mit Fahrschacht
Hinterfüllung	Hydraulische Fernversorgung	Hydraulische Fernversorgung
Baustoff	HT 33	HT 33

Tabelle 1: Kenndaten des Projektes „Wetterbohrloch G 248“

Einbau der Verrohrung mit der ringförmigen Montagetraverse



### Versorgungsleitungen

Rohre Stück		Kabel Stück	
4	50er Baustoff- leitung	3	10-KV-Kabel
2	200er Kühlleitung	2	blaue Leitung
1	150er Gebirgs- wasser-Steigleitung	2	LWL-Kabel
1	300er Gasleitung		

Tabelle 2: Dimensionen der Versorgungsleitungen Wetterbohrloch G 248

Bohrkammer I 547 Stück		Wetterbohrloch G 248 Stück	
1	Ladewagen DZ 2000	1	Raisebohr-Typ HG 250 / HG 160 2 (Fa. Aker Wirth)
1	PF I Vorortpanzer	1	Richtbohrsystem Fa. Micon-Drilling
1	PF I Hebepanzer mit Seitenausrag	3	Rollenmeißel (311 mm Durchmesser)
	Handbohrgezüge	1	Bohrgestänge 10"
		1	Erweiterungsbohrkopf 3600 mm Fa. Sandvik
		1	Ladewagen DH G 211
		2	PF I Panzer
		1	Unimischer 40,2 l

Tabelle 3: Maschinen und Geräte im Projekt Wetterbohrloch G 248

### Erstellen der Bohrkammer

Die ersten Arbeiten begannen im Januar 2012 mit der Erstellung des Brückenfeldes in E 547 und der konventionellen Auf-

fahrung der Bohrkammer I 547. Die Abmessungen der Bohrkammer (Tabelle 1) wurden durch das Durchschlagsort in BP 124,0 sowie durch die Dimensionen der Raisebohranlage vom Typ HG 250 bestimmt.

Gleichzeitig zur Auffahrung des Brückenfeldes und der Bohrkammer mussten der Transport der Kohle aus den Abbaurevieren und der Dieselkatzenbetrieb des Bergwerkes ungestört aufrechterhalten bleiben. Nach Beendigung der Ausbauarbeiten im Brückenfeld und in der Bohrkammer wurden die Vortriebsausrüstungen demontiert und das Fundament für die HG 250 betoniert.

### Bohrarbeiten

Nach Inbetriebnahme der Raisebohranlage HG 250 wurde zunächst im Zentrum des zukünftigen Wetterbohrloches eine Pilotbohrung von 147 m Länge und 311 mm Durchmesser unter Einsatz des Vertikal-Richtbohrsystems der Firma Micon Drilling erfolgreich niedergebracht. Die Bohrarbeiten wurden nach der Erstellung der Pilotbohrung planmäßig unterbrochen, um im Durchschlagsbereich der Pilotbohrung in der Firste der Unterfahrungsstrecke den noch fehlenden Stahlausbau einschließlich der Glocke mit Kopfstahlrahmen zu erstellen. Die Zeit wurde darüber hinaus genutzt, um die beiden Kettenkratzförderer für den Abtransport der Ausbruchberge in Betrieb zu nehmen sowie den Erweiterungsbohrkopf der Raisebohranlage und den Ladewagen G 211 zu montieren. Das Abfördersystem für die Ausbruchberge wurde mit der Errichtung des Ladekäfigs komplettiert und in Betrieb genommen.

Aufgrund der schwierigen und äußerst wechselhaften Geologie und Tektonik wurden arbeitstäglich im Bereich der extrem harten Sandsteinbänke Bohrleistungen von lediglich 2 m bis 3 m/Tag erzielt; die Maximalleistung belief sich während der Raisebohrung auf 8 m/Tag. Das Raisebohrloch neigte im Bereich der Flözdurchörterungen zum Nachfall, d.h. Bergemate-

Fahrschacht mit eingebauter Verrohrung



Einbaukonstruktion für Versorgungsleitungen





rial und Kohlebrocken lösten sich aus dem Gebirgsverband und führten zu erheblichen Mehrausbrüchen im Raisebohrloch.

### ■ Einbau der Verrohrung

Der ständige Nachfall von Bergematerial in das Raisebohrloch führte in letzter Konsequenz dazu, dass das bewährte Konzept des Einbaus der Stahlverrohrung in das Raisebohrloch neu geplant werden musste. Der Einbau der Stahlverrohrung erfolgt üblicherweise mithilfe der Raisebohrmaschine sukzessive und schussweise von unten nach oben. Aus Gründen der Arbeitssicherheit wurde von diesem Einbauprinzip abgewichen: Der Nachfall des Berge- und Kohlematerials zwang dazu, bei dem Wetterbohrloch G 248 den sukzessiven Einbau der Stahlverrohrung von oben nach unten vorzunehmen. Hierzu kam ein spezielles hydraulisches Hubsystem der Firma Lanthenhammer zum Einsatz. Das Hubsystem wurde auf die spezifischen Bedingungen des Projektes sowie des untertägigen Steinkohlenbergbaus angepasst, von den Gutachtern der DMT geprüft und der Bezirksregierung Arnsberg betriebsplanrechtlich zugelassen.

Das neue technische Einbaukonzept besteht aus vier Hubzylindern und einer ringförmigen Montagetraverse. Zur Energieversorgung wurde die Hydraulikstation der HG 250/160 2 integriert.

Das Hubsystem erwies sich als sehr leistungsfähig: Nach kurzer Einarbeitungszeit hat die Mannschaft bereits zwei bis drei Ringe pro Arbeitstag komplett mit dem erforderlichen Fahrschacht montiert und eingebaut. Nach dem Einbau der Stahlverrohrung wurde der Ringraum im Bereich der Unterfahrungsstrecke abdichtet und mit einer Baustoffsusension vom Typ HT-33 von unten nach oben schrittweise verfüllt. Entgegen der ursprünglichen Planung wurde die dreifache Menge an Baustoff benötigt, um den Ringraum und die Mehrausbrüche vollständig zu verfüllen.

Montage der Knicksicherungen



Verlagerungskonstruktion für Versorgungsleitungen

### ■ Einbau der Versorgungsleitungen

Für den Einbau der Versorgungsleitungen kam eine spezielle Verlagerungs- und Einbaukonstruktion am Kopf des Wetterbohrloches zum Einsatz. Eine Montagebühne wurde am Fuß des Wetterbohrloches errichtet. Im Step-by-Step-Verfahren wurden die Einzelrohre am Fuß des Wetterbohrloches mit dem bereits eingebauten Rohrleitungsstrang verschraubt und der Rohrleitungsstrang weiter in das Wetterbohrloch gezogen, um anschließend das nächste Einzelrohr verschrauben zu können. Die Rohrleitungen wurden nach ihrer Montage mittels spezieller Knicksicherungen lagegerecht gesichert.

Die Elektroleitungen (Tabelle 2) wurden ebenfalls am Fuß des Wetterbohrloches in das Wetterbohrloch geführt, in den Schacht gezogen und anschließend mittels Kabelhalterungen an der Stahlblechauskleidung befestigt.

### ■ Resümee

Die Erstellung des Wetterbohrlochs G 248 stellte hohe Ansprüche an die Mannschaft der Betriebsstelle „Seigere Projekte“. Die schwierigen gebirgsmechanischen Verhältnisse mit ständigem Nachfall von Bergematerial in das Raisebohrloch im Bereich der Flözdurchörterungen haben zu Erschwernissen in der Projektabwicklung geführt. Zusätzlich musste die Bohranlage HG 250 aufgrund eines Getriebebeschadens während der Arbeiten gegen eine HG 160 2 getauscht werden. Schließlich konnte die Montage der Stahlverrohrung nicht in der sonst üblichen Vorgehensweise von unten nach oben eingebaut werden, sondern mit einem neuartigen Hubsystem von oben nach unten. Das innovative Hubsystem, das zuvor ausschließlich nur über Tage eingesetzt war, hat sich auch im Untertageeinsatz bewährt und den erfolgreichen Projektabschluss noch sichergestellt.

Wiethold Krawiec · [krawiec.wiethold@ts-gruppe.com](mailto:krawiec.wiethold@ts-gruppe.com)



Abb. oben:  
So futuristisch wird man bald  
nach Stoos hochschweben

Abb. links:  
Skigebiet Stoos mit neuer Trasse  
für die Standseilbahn

## Die steilste Standseilbahn der Welt

**Die THYSSEN SCHACHTBAU GMBH bekam den Auftrag, in dem Schweizer Gebirgsort Stoos die in die Jahre gekommene Standseilbahn zu erneuern und zu modernisieren. Neben der Modernisierung erfolgt die Realisierung dieses Projektes auch vor dem Hintergrund der Verbesserung der touristischen Infrastruktur.**

Stoos ist ein autofreies Dorf und ein Skigebiet auf Morschacher Gemeindegebiet im Schweizer Kanton Schwyz. Das Dorf liegt auf 1305 m Höhe auf einem Hochplateau. Es hat 106 Einwohner und 2200 Gästebetten. Das Skigebiet reicht bis in eine Höhe von 1922 m. Die Zufahrt ist durch eine Straße von dem Örtchen Muotathal und per Standseilbahn von Schwyz-Schlattli oder mit der Luftseilbahn von Morschach aus möglich.

Die bestehende Standseilbahn in Stoos weist eine Förderleistung von 1000 Personen pro Stunde auf. Sie wurde im Jahre 1933 erbaut und überbrückt auf 1383 m eine Höhendifferenz von 786 m. Mit 78 % Steigung ist sie eine der steilsten Standseilbahnen der Welt. Die Betriebskonzession der Standseilbahn gilt noch bis Ende 2016. Da eine Erneuerung der bestehenden Standseilbahn als zu teuer angesehen wird, plante die Stoosbahn-Gesellschaft den Bau einer neuen, modernen Standseilbahn.

### ■ Historie der Standseilbahnen

Die Geschichte der Standseilbahn lässt sich bis ins Jahr 1411 zurückführen. In einem militärischen Feuerwerksbuch aus diesem Jahr wurde erstmals eine Standseilbahn beschrieben. Die früheren Standseilbahnen dienten im Wesentlichen dem Transport von Material und Personen zu Burganlagen auf steilen Bergkuppen. Die älteste erhaltene Standseilbahn der Welt dürfte der um 1495 errichtete Reißzug auf die Festung Hohensalzburg sein. Zu den ältesten dem Personentransport dienenden Standseilbahnen zählt die 1845 eröffnete Wasserballastbahn „Prospect Park Incline Railway“ bei den Niagarafällen in den USA. In Europa verkehrte 1862 die erste Standseilbahn in Lyon auf der Strecke Rue Terme-Croix Rousse, die 1967 stillgelegt und 1974 als Zahnradbahn wiedereröffnet wurde.

Frühe Standseilbahnen wurden als Wasserballastbahnen gebaut, wobei aber auch stationäre Dampfmaschinen zum Einsatz kamen. Bereits Anfang des 20. Jahrhunderts wurden viele Wasserballastbahnen auf elektrischen Antrieb umgestellt. Der elektrische Betrieb erlaubt leichtere Wagen, die kleinere Bremskräfte benötigen und deshalb schneller fahren konnten. So konnte die Transportkapazität gesteigert werden.





Abb. links:  
Bestehende Trasse

Abb. rechts:  
Vorbereitungsarbeiten für  
den Bauplatz der Raisebohr-  
einrichtung

## ■ Entwicklung der neuen Stoos-Standseilbahn

Die Stoosbahn hat eine Neigung von 110 % zu überwinden. Bei der neuen Standseilbahn profitieren die Fahrgäste von einem großzügigen Fahrgastraum und freier Aussicht dank großer Fensterflächen. Die Wagen weisen ein Fassungsvermögen von je 136 Personen auf. Bei maximaler Fahrgeschwindigkeit von 10 m/s können bis zu 1500 Personen pro Stunde befördert werden. Der Antrieb der Standseilbahn befindet sich in der Bergstation. Bei der Talstation wird eine Seilspanneinrichtung eingebaut und auf halber Fahrstrecke – wie bei der heutigen Bahn – eine Ausweichstelle für die Passage der beiden Fahrzeuge realisiert. <sup>[1],[2]</sup>

## ■ Aufgabenstellung für den Schachtbauer: Herstellung von zwei Vorbohrlöchern durch Anwendung der Raisebohrtechnik

Für die Errichtung der beiden Tunnelabschnitte mit einer Neigung von rund 110 % wird für die Auffahrung des gesamten Tunnelquerschnittes je ein Vorbohrloch benötigt. Das heißt: Um den Tunnel schneller und einfacher zu erstellen, werden

Baustellenbegehung der anderen Art



zunächst Vorbohrlöcher hergestellt, über die das Ausbruchmaterial des im Nachlauf erfolgenden Vollausruchs aufgrund der Schwerkraft abgefördert wird. Am Schachtfuß wird das Ausbruchmaterial aufgenommen und abtransportiert, ohne den Vortrieb durch zeitaufwändige Transportarbeit zu behindern.

Mit der Herstellung der beiden Vorbohrlöcher wurde THYSSEN SCHACHTBAU im Sommer 2013 beauftragt. Die für die beiden Tunnelabschnitte benötigten Vorbohrlöcher haben für den „Ober Zingeli“ 1,8 m Durchmesser bei einer Teufe (Länge) von rund 60 m und für den „Zingelifluth“ 1,4 m Durchmesser bei einer Teufe von rund 245 m. Beide Vorbohrlöcher werden im Raisebohrverfahren hergestellt. Bei jedem der beiden Anschnitte wird im oberen Bereich eine Raisebohranlage aufgestellt und mittels Richtbohrtechnik in einem vorgegebenen Abschnitt des Tunnelquerschnittes eine Pilotbohrung (9 7/8“) durchgeführt.

Nachdem die Pilotbohrung im unteren Bereich durchschlägig geworden ist, wird die Richtbohrereinheit mit Rollmeißel ausgebaut und der Erweiterungsmeißel (1,8 m bzw. 1,4 m) mit dem sich weiterhin im Bohrloch befindlichen Bohrstrang kraftverschraubt. Danach wird durch langsames Drehen der Erweiterungsmeißel nach oben gezogen. Das dabei herausgebrochene Ausbruchmaterial fällt aufgrund der Neigung bzw. der Schwerkraft nach unten, um dort aufgenommen und abtransportiert zu werden, sodass ein kontinuierliches Bohren möglich ist.

## ■ Die Bauausführung

Aktuell laufen die Vorbereitungsarbeiten für die Mobilisierung der notwendigen Raisebohrausrüstung. Die Aufnahme der Arbeiten vor Ort ist für Sommer 2014 geplant.

Tilo Jautze · [jautze.tilo@ts-gruppe.com](mailto:jautze.tilo@ts-gruppe.com)  
Joachim Gerbig · [gerbig.joachim@ts-gruppe.com](mailto:gerbig.joachim@ts-gruppe.com)

### Quellen

<sup>[1]</sup> <http://wikipedia.de>

<sup>[2]</sup> <http://seilbahn.net>



Hardanger Fjord mit Blick auf Torsnes

# Abenteuer Norwegen: Herstellen einer Schrägbohrung für ein Wasserkraftwerk

**Für die Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur am Hardangerfjord wurden mehrere Tunnel errichtet, begleitend dazu war auch ein kleines Wasserkraftwerk zur regionalen Stromversorgung geplant.**

## ■ Norwegen (Hardangerfjord)

Norwegen liegt auf der Skandinavischen Halbinsel und grenzt im Osten an Schweden und im Nordosten an Finnland und Russland. Die Geografie Norwegens ist von Gebirgsketten und kargen Hochebenen, den Fjells, geprägt. Der Galdhopiggen ist mit 2469 m die höchste Erhebung des Festlandes. Die etwa 25.000 km lange Atlantikküste besteht aus vielen schmalen und tiefen Buchten (Fjorde), die Meerwasser bis weit ins Landesinnere bringen. Neben der Hauptstadt Oslo (586.000 Einwohner) hat Norwegen vier weitere Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern.

Der Hardangerfjord ist ein etwa 170 km langer Fjord an der südwestlichen Atlantikküste Norwegens. Einige größere Inseln wie Stord, Bomlo und Tysnesoy sind dem Fjord vorgelagert. Der Fjord verläuft etwa von Südwesten nach Nordosten. Im bis zu 725 m tiefen Fjord befindet sich die größere Insel Varaldsoy. Die Region rund um den Hardangerfjord wird als Hardanger bezeichnet und ist ein sehr beliebtes Urlaubsgebiet. Zu den touristischen Attraktionen gehören ein Besuch der Trolltunga (spektakulärer Aussichtsfelsen über dem Fjord), eine Gletscherwanderung auf dem Folgefonna und die Besichtigung von einem der vielen fantastischen Wasserfälle.

## ■ Aufgabenstellung

Für die regionale Stromversorgung durch die Nutzung von Wasserkraft wurde die norwegische Baufirma Kruse Smith AS mit der Errichtung eines kleinen Wasserkraftwerkes in der





Baustelle Torsnes, Oberbecken und Einlaufbauwerk

Nähe der Ortschaft Torsnes am Hardangerfjord beauftragt. Zuvor war Kruse Smith bereits vor Ort mit dem Bau eines Straßentunnels tätig.

Das Wasserkraftwerk besteht aus drei Bauwerken. Im oberen Teil befindet sich ein Stauwerk für die Wasserzuführung bzw. Umleitung des sich dort befindlichen Flusses zum Schrägschacht. Das zweite Bauwerk ist der genannte Schrägschacht mit dem sich anschließenden Tunnel (drittes Bauwerk) zur Ableitung des Wassers in den Fjord.

Der Auftrag enthielt den Bau bzw. die Errichtung eines Schrägschachtes mit einer Neigung von 43°, einem Durchmesser von 1,4 m und einer Teufe von etwa 230 m im Raisebohrverfahren.

## Die Bauausführung

Über den ARGE-Partner des Permanent-Joint-Ventures TIMDRILLING, die Implenia Bau AG, Schweiz, hat die Kruse Smith den Kontakt zur THYSSEN SCHACHTBAU GMBH gefunden. Aufgrund knapper Ressourcen hinsichtlich der Raisebohrtechnik in Norwegen und eines engen Zeitplanes wurde eine schnelle Beauftragung notwendig.

Nach mehreren Baustellenbefahrungen in Norwegen und einer Disponierung der erforderlichen Gerätetechnik wurde ein entsprechendes Angebot abgegeben. Die Beauftragung der Leistung erfolgte aufgrund des Zeitdrucks nach weiteren drei Tagen an die TIMRILLING Norge mit Untervergabe an THYSSEN SCHACHTBAU.

Innerhalb von vier Wochen nach Auftragsvergabe wurden die Mobilisierung und der Transport der Ausrüstung bis zum Arbeitsbeginn Ende Mai 2012 durchgeführt. Die Einrichtung der Baustelle war aufgrund der schwierigen Geländebedingungen sehr aufwendig und verlangte höchstes Improvisationsvermögen der gesamten Mannschaft. Hierzu zählte, dass die Wirth-Raisebohranlage vom Typ HG 160/2 in einer sehr engen Nische Aufstellung fand, sodass der Spülkreislauf in anspruchsvoller Geländetopografie über unterschiedliche Höhenlagen aufrechterhalten werden musste. Der Gestängewechsel wurde mittels eines Baggerkrans aus etwa fünf Metern Höhe realisiert. Zur Bohrkleinabförderung musste eine zusätzliche Feststoffpumpe installiert werden.



Montage der Kippzylinder, HG 160/2





Einheben einer Raisebohrstange

Nach dem Beginn der Pilotbohrung mussten bei etwa 30 m Bohrteufe die Bohrarbeiten eingestellt werden, um das zur Verfügung gestellte Fundament gegen ein den Erfordernissen der Raisebohrtechnik gerecht werdendes Fundament zu ersetzen. Zwei Wochen später konnte die Pilotbohrung fortgesetzt werden, um nach elf Tagen eine Teufe von 203 m zu erreichen.

Zeitgleich erfolgte der Tunnelvortrieb zum Bohrlochfuß durch Kruse Smith. Um das Zusammentreffen von Tunnel und Schacht mit eventuell noch notwendigen Korrekturen zu gewährleisten, wurde in dieser Teufe eine Messung zur Lage und Ortsbestimmung durchgeführt. Mittels Single Shot Instrument wurden Neigung und Azimut zweifach gemessen, berechnet und diese Ergebnisse mit Kruse Smith abgestimmt. Bohrlochkorrekturen waren nicht erforderlich. So konnte nach weiteren vier Tagen die Endteufe der Pilotbohrung erreicht werden. Der Tunnelvortrieb der Kruse Smith erreichte den Schachtfuß wenig später.

Norwegens gesetzlich festgelegte Ferienzeit stundete die Arbeiten für zwei Wochen. Zum Ende der Ferien kam es in der Region Hardanger zu starken Regenfällen, die binnen weniger Stunden die Gewässer über die Ufer treten ließen und die Baustelle komplett unter Wasser setzten. Der Mannschaft blieb auch nichts erspart!

Jedoch war alles nicht so schlimm, wie es auf den ersten Blick aussah. Nach dem Abfließen des Wassers konnten die erwarteten Schäden an der Bohranlage zum Glück nicht bestätigt werden, was der robusten Auslegung der Wirth-Bohranlage zu verdanken ist. Lediglich der Wechsel eines Elektromotors musste durchgeführt werden.

Nach dem Anschlagen des Erweiterungsmeißels für den Durchmesser von 1,4 m konnte mit den eigentlichen Raise-



Erfolgreicher Durchschlag des Raisebohrkopfes

bohrarbeiten begonnen werden. Aufgrund der für das Raisebohren hervorragend geeigneten geologischen und geomechanischen Bedingungen konnte die Erweiterung der Bohrung auf 1,4 m nach 16 Tagen ohne nennenswerte Zwischenfälle abgeschlossen werden.

### Zusammenfassung

Der in Zusammenarbeit mit Implenia Bau bzw. der TIMDRILLING Norge errichtete Raisebohrschacht für ein kleines Wasserkraftwerk in Norwegen hat unter Beweis gestellt, dass THYSSEN SCHACHTBAU in der Lage ist, Projekte flexibel und innerhalb kürzester Zeit erfolgreich abzuarbeiten. Es hat sich darüber hinaus gezeigt, dass für eine erfolgreiche Projektabwicklung die Berücksichtigung und Erledigung lokaladministrativer Anforderungen von entscheidender Bedeutung sind.

*Tilo Jautze · jautze.tilo@ts-gruppe.com*

*Joachim Gerbig · gerbig.joachim@ts-gruppe.com*

Blick vom Schachtfuß über das Wohncamp und den Hardanger Fjord





# Analyse und Entwicklungstendenzen der weltweiten Schachtbauaktivitäten

## 1 Einleitung

Derzeit wird ein Großteil (etwa 70 %) der mineralischen Rohstoffe im Tagebau gewonnen. Jedoch ist davon auszugehen, dass sich der Abbau in naher Zukunft in größere Teufen verlagert. Folgende Grafik, erstellt nach Rio Tinto (2011), prognostiziert, dass im Jahr 2018 etwa 50 % der bergmännisch gewonnenen Erze aus untertägigen Betrieben stammen.

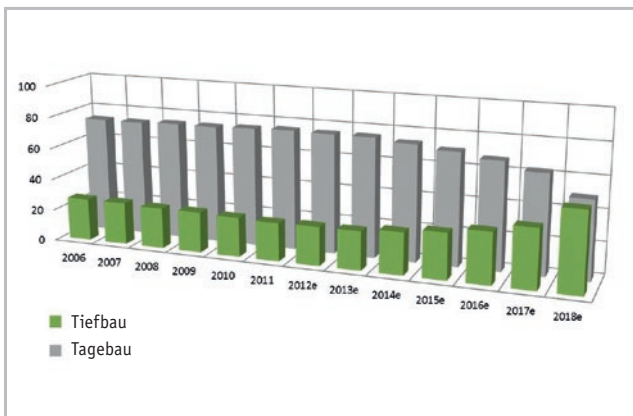


Abbildung 1: Entwicklung im Bergbau (Rio Tinto, 2011)

Die in Abbildung 1 aufgeführte Entwicklungsprognose sowie die Tatsache, dass der Bergbau unter Tage eng mit dem Schachtbau verknüpft ist, wird zum Anlass genommen, eine Analyse der vergangenen und aktuellen Schachtbauaktivitäten und zudem eine Aussicht auf zukünftige Schachtbauprojekte vorzunehmen und mögliche Entwicklungstendenzen aufzuzeigen. Im Rahmen der durchgeführten Recherche reicht der Zeitraum von aktuellen und geplanten Schachtbauprojekten zurück in die 1960er Jahre und umspannt damit mehr als 50 Jahre Schachtbaugeschichte. Innerhalb des betrachteten Zeitraums konnten insgesamt etwa 450 Schachtbauprojekte erfasst und analysiert werden. Vorab muss festgehalten werden, dass Quellen zu Schachtbauprojekten aus dem chinesischen Raum kaum vorhanden sind und deshalb in den Statistiken nur begrenzt Berücksichtigung finden. In ihrem Beitrag „Current situation and development for China’s 1,000 m deep shaft sinking“ geben Long Zhiyang und Gui Liangyu an, dass seit dem Jahr 2000 mehr als 40 Schächte mit Teufen über 1.000 m erstellt wurden (Walker, Simon, 2012). Mit Rückblick bis in die 60er Jahre ist davon auszugehen, dass die Anzahl der bis heute geteufte Schächte in China weitaus höher ist.

## 2 Entwicklung der weltweiten Schachtbauaktivitäten

Bei Betrachtung der weltweiten Schachtbauaktivitäten im Zeitraum von 1960 bis heute ist ein kontinuierlicher Anstieg der Anzahl der Schachtbauprojekte zu verzeichnen. Einzige Ausnahme stellt ein Rückgang in den 90er Jahren dar (siehe Abbildung 2).

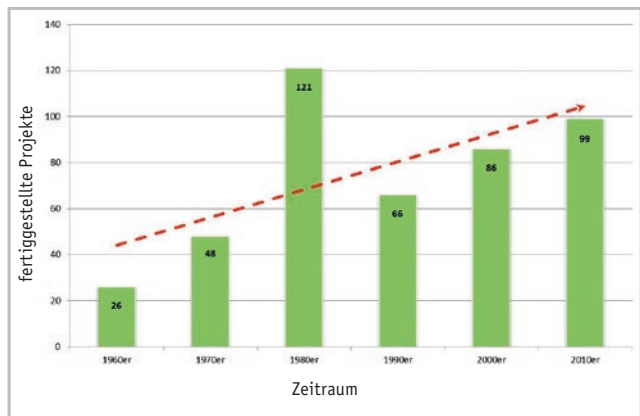
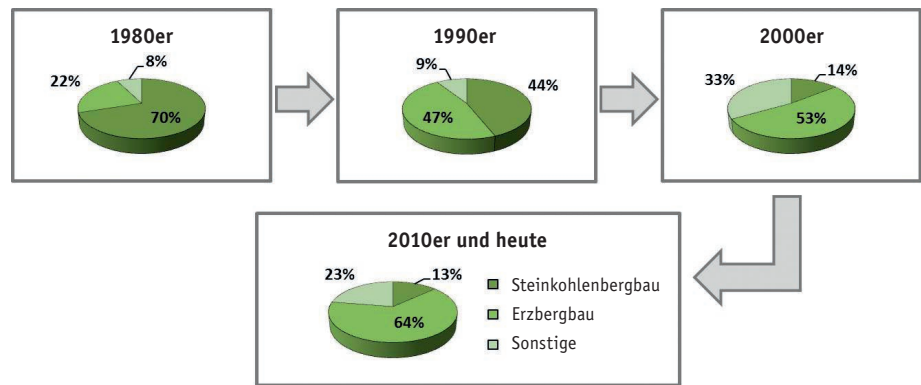


Abbildung 2: Entwicklung der weltweiten Schachtbauaktivität

Grundsätzlich kann die gestiegene Anzahl an Schachtbauprojekten mit dem zunehmenden Übergang vom Tagebau hin zum Tiefbau erklärt werden. Begünstigt wird diese Entwicklung durch gestiegene Rohstoffpreise, die die kostenintensive Gewinnung unter Tage ermöglichen. Die verringerte Anzahl an Schachtbauprojekten in den 90er Jahren lässt sich durch den stetig fortschreitenden Rückgang der Steinkohlenproduktion in Europa begründen (International Energy Agency, 2013). Noch in den 80er Jahren waren 70 % der Schächte im Steinkohlenbergbau errichtet worden. In den folgenden drei Jahrzehnten ist bis heute ein kontinuierlicher Rücklauf der Schachtbauprojekte in der Steinkohle zu verzeichnen, wohingegen der Schachtbau im Erzbergbau (insbesondere Gold-, Kupfer-, Nickel-, Platin-, Blei- und Zinkerz) deutlich zugenommen hat. Aktuelle Schachtbauprojekte dienen vornehmlich der Auffahrung von Kalisalz-, Kupfer-, Gold- und Platinerzbergwerken (siehe Abbildung 3).

Abbildung 3:  
Anteil der Schachtbauprojekte in  
Bezug auf Rohstoffe



Aktuell befinden sich mehr als 70 Schachtbauprojekte in der Bau- oder Planungsphase. In Tabelle 1 werden einige ausgewählte Bauprojekte aufgeführt.

Projekt	Land	Teufe [m]	Durchmesser [m]	Schachtbaufirma
Schacht 10, Bergwerk Resolution Copper	USA	2133	8,53	Cementation Canada
Förderschacht SKS-1, Bergwerk Skalistij	Russland	2050	9	THYSSEN SCHACHTBAU
Hauptschacht, Bergwerk Impala #17	Südafrika	1920	10	Shaft Sinkers
Förderschacht, Bergwerk Lac Des Iles	Kanada	1500	6	Dumas
Schacht #1, Bergwerk Cixi	China	1341	8	China Coal No. 5 Construction
Schacht #2, Bergwerk Oyu Tolgoi	Mongolei	1335	10	Redpath
Schacht GG-1, Bergwerk Polkowice-Sieroszowice	Polen	1300	7,5	Pebeka S.A.
Förderschacht, Bergwerk Ernest Henry	Australien	1000	7	Byrnecut Australia
Förderschacht, Bergwerk Rampura Agucha	Indien	950	7,5	Shaft Sinkers
Schacht #1, Bergwerk Ust Jaiwa	Russland	520	8	Deilmann-Haniel
Serviceschacht, Bergwerk Gremiachenskij	Russland	1150	7	EuroChem-WolgaKali
Skipschacht Nr. 1, Bergwerk Gremiachenskij	Russland	1150	7	EuroChem-WolgaKali
Skipschacht Nr. 2, Bergwerk Gremiachenskij	Russland	1150	7	US30
Serviceschacht WS-10, Bergwerk Skalistij	Russland	2050	9	THYSSEN SCHACHTBAU
Ventilationsschacht Nr. 3, Leeville Mine, Newmont Mining Corporation	Nevada, USA	625	7,9	Thyssen Mining Construction of Canada

Tabelle 1: In der Planung bzw. im Abteufen befindliche Schachtbauprojekte im Jahr 2014



### 3 Kennzahlen und Trends im Schachtbau

Als charakteristische Kennzahlen eines Schachtes lassen sich sowohl lichter Durchmesser als auch Teufe nennen. Mit Hilfe der durchgeführten Recherche konnte ermittelt werden, dass heute der lichte Schachtdurchmesser im Durchschnitt bei etwa 7,2 m liegt. Obwohl bereits in den 1970er Jahren Schächte mit über 10 m lichtem Durchmesser gebaut wurden, zeigt ein Blick in die Vergangenheit, dass der lichte Schachtdurchmesser von 5,9 m im Durchschnitt in den 1960er Jahren bis heute stetig angestiegen ist (siehe Abbildung 4).

Bei gleichbleibender Entwicklung ist davon auszugehen, dass sich der lichte Schachtdurchmesser im Durchschnitt weiterhin vergrößert. Um das Jahr 2060 ist demnach ein lichter Durchmesser von etwa 7,9 m als realistisch anzusehen, gleichbedeutend mit einer Steigerung von 2 m in 100 Jahren.

Dieser Trend basiert grundsätzlich auf dem Bedarf nach höherer Schachtförderleistung und Wettermenge, ermöglicht durch erhöhte Standsicherheit der Schachtauskleidung und leistungsfähige Teuftechnik (Klein, Schachtbau, 2002).



Abbildung 4: Lichte Schachtdurchmesser im Durchschnitt

Ein anschauliches Beispiel für den Bedarf an hoher Schachtförderleistung liefert das Bergwerk Oyu Tolgoi im Süden der Mongolei. Das Gold- und Kupferbergwerk erschließt eine Lagerstätte mit geringem Wertmineralgehalt, in der das Blockbruchbauverfahren (block caving) eine wirtschaftliche Gewinnung ermöglicht. Dieses Abbauverfahren zeichnet sich durch sehr große Fördermengen von über 100.000 t/d aus, die über den Förderschacht mit 10 m lichtem Durchmesser nach über Tage transportiert werden (Tollinsky, 2012).

Heutzutage verfügen Bergwerke häufig über ein weitläufiges Grubengebäude, das ausreichend mit frischen Wettern versorgt werden muss. Während in den 60er Jahren der durchschnittliche Streckenquerschnitt bei etwa 9 m<sup>2</sup> lag, sind heute 24 m<sup>2</sup> keine Seltenheit. Bei einer Mindestwetterge-

windigkeit von 0,5 m/s erfordert dies eine Steigerung der Wetterzuführung von 4,5 m<sup>3</sup>/s zu 18 m<sup>3</sup>/s. Erfolgt die Bewetterung über einen Schacht, ist neben der begrenzten Wettergeschwindigkeit im Schacht der Schachtdurchmesser ein beschränkender Faktor der Wetterzuführung. Es gilt also die linearproportionale Abhängigkeit der Wettermenge von dem Schachtdurchmesser (Brake & Nixon, 2005).

Ebenso ist bei der Teufe von Tagesschächten eine moderate Steigerung im betrachteten Zeitraum erkennbar. Während die durchschnittliche Tagesschachtteufe in den 1960er Jahren noch bei etwa 930 m lag, reichen Tagesschächte heute hinab bis 1.050 m. Die weltweit tiefsten Schächte reichen bis in Teufen um 3.000 m. In der Regel werden hier jedoch abgesetzte Schächte erstellt, da die Schachtfördertechnik bei diesen Förderteufen an physikalische Grenzen stößt. Ausgehend von der in Abbildung 5 dargestellten Tendenz ist anzunehmen, dass im Jahr 2060 eine durchschnittliche Teufe von etwa 1.100 m erreicht wird. Dieser Trend verdeutlicht, dass sich die Gewinnung mineralischer Rohstoffe weiter in größere Teufen verlagert, da die weltweiten Reserven in oberflächennahen Lagerstätten selten werden. Tagebaue werden in untertägige Betriebe umgewandelt und bestehende Bergwerke erweitern das Grubengebäude, um tieferliegende Lagerstättenteile hereinzugewinnen. Exemplarisch sollen hier die Bergwerke Grasberg, Indonesien bzw. Kiruna, Schweden genannt werden.

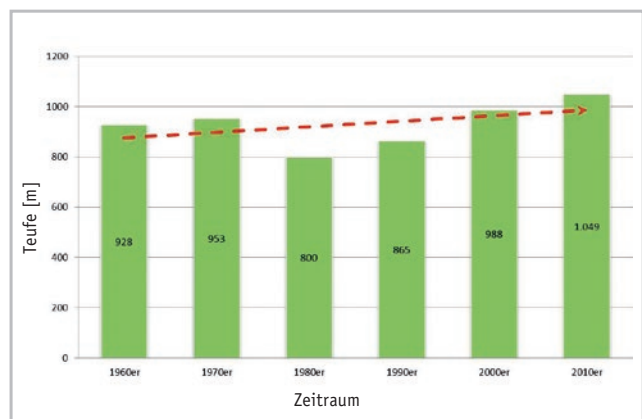


Abbildung 5: Durchschnittliche Teufe von Tagesschächten

Der Schachtbau gehört mit zu den zeit- und kostenintensivsten Teilabschnitten bei der Errichtung eines untertägigen Bergwerks. Das Schachtabteufen kann bis zu 60 % der gesamten Projektdauer in Anspruch nehmen (Tuck, 2011). Von wesentlicher Bedeutung ist daher die Wahl eines leistungsfähigen und kostengünstigen Teufverfahrens. Im Allgemeinen kann hier zwischen konventioneller, also Bohr- und Sprengtechnik, und mechanisierter Teuftechnik unterschieden werden. In Abhängigkeit von der Standfestigkeit des anstehenden Gebirges und erwarteten Wasserzuflüssen kommen zusätzlich

Sonderabteufverfahren (Gefrier- oder Injektionsverfahren) zum Einsatz.

Der wesentliche Vorteil der konventionellen Teuftechnik liegt in der Flexibilität in Bezug auf Teufe, Durchmesser und geologischen Rahmenbedingungen. Von Nachteil ist jedoch, dass die Verfahrensschritte Bohren, Sprengen, Wegladen der Berge, Gebirgssicherung und Schachtauskleidung nur bedingt parallel ablaufen können. Selbst mit Einsatz moderner Technik sind maximal 3,5 m bis 4,0 m tägliche Teufleistung realisierbar.

Mechanisierte Teuftechnik weist im Vergleich zum konventionellen Teufen Vorteile hinsichtlich Teufleistung und Arbeitssicherheit auf. Die höhere Teufleistung basiert insbesondere auf einem hohen Parallelisierungsgrad der Arbeitsschritte Lösen, Laden, Sichern und Auskleiden. Nachfolgende Ausführungen verdeutlichen, dass das Einsatzspektrum mechanisierter Teuftechnik jedoch auf bestimmte Rahmenbedingungen begrenzt ist. (Handke, Berger, Schmäh, & Künstle, 2007)

Obwohl in der Fachliteratur die mechanisierte Schachtteuftechnik heutzutage häufig besonders im Fokus steht, zeigt die Betrachtung der aktuellen Schachtbauprojekte, dass mit etwa 70 % weiterhin ein Großteil der Schächte konventionell geteuft wird. Abbildung 6 verdeutlicht, dass der Einsatz mechanisierter Teuftechnik in der Regel auf standfestes Gebirge bzw. Hartgestein begrenzt ist. Zudem ist eine deutliche Tendenz erkennbar, aus der hervorgeht, dass sich mechanisierte Teufverfahren vornehmlich für geringere Teufen (<760 m) und geringere Durchmesser (<5,8 m) eignen.

Leistungsangaben zu standardisierter Raisebohrtechnik (Teufe bis etwa 600 m, Durchmesser zwischen 1,5 m und 6,0 m) spiegeln das hier dargelegte Einsatzspektrum der mechanisierten Teuftechnik wieder (Sandvik Mining and Construction, 2013).

Eine Ausnahme hinsichtlich der Leistungsfähigkeit des mechanisierten Abteufens von Schächten in großer Teufe bildet das Schachtbohren auf Vorbohrloch: Auf Grund des „V“-förmigen Bohrkopfes wird dieses Verfahren auch im internationalen Sprachgebrauch als „V-Mole-Schachtbohrtechnik“ bezeichnet. Die THYSSEN SCHACHTBAU GMBH hat in Joint Venture mit Murray & Roberts RUC-Cementation in Südafrika, Australien und Europa zahlreiche Schächte im Hartgestein mit Teufen von ca. 1.000 m und Bohrdurchmessern bis 8 m erfolgreich abgeteuft. Bohrgeschwindigkeiten von täglich über 10 m wurden erreicht. Derzeit entwickelt das Joint Venture gemeinsam mit der Herrenknecht AG, Schwanau, eine neuartige Schachtbohrmaschine auf Vorbohrloch, geeignet für einen Schachtbohr-Durchmesserbereich von bis zu 11,5 m.

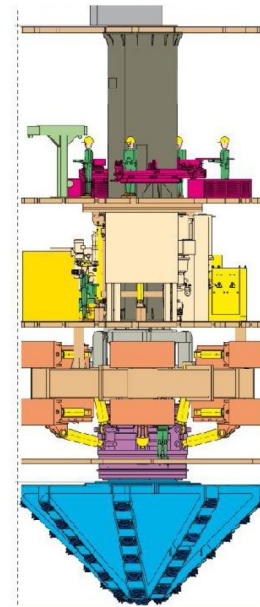


Abbildung 6: Neuartige Herrenknecht Schachtbohrmaschine für das Teufen auf Vorbohrloch

Als Superlativ der mechanisierten Teuftechnik und der Anwendung der „V-Mole-Schachtbohrtechnik“ in Bezug auf Durchmesser und Teufe kann der Schacht Primsmulde, Deutschland, exemplarisch aufgeführt werden. Im standfesten Gebirge wurde auf Vorbohrloch, das mit 1,83 m Durchmesser im Raisebohrverfahren hergestellt worden ist, der Schacht über eine Länge von 1.260 m mit einem Schachtbohrdurchmesser auf 8,2 m erweitert. Die Schachtbohrmaschine der Firma Acer Wirth vom Typ SBVII kam in diesem Projekt zum Einsatz.

Die Recherche zeigt, dass bei nichtstandfestem Gebirge mit starken Wasserzuflüssen in der Regel Sonderabteufverfahren mit Bohr- und Sprengtechnik zum Einsatz kommen. Gleiches gilt für große Schachtdurchmesser (> 5,8 m) und Teufen ab 760 m im standfesten Gebirge. Der Leistungsdruck von Seiten der Auftraggeber zwingt Schachtbauunternehmen, insbesondere bei diesen schwierigen Rahmenbedingungen, häufig auf bewährte sowie flexible konventionelle Teuftechnik zurückzugreifen.

Erstmalig kommt beim Abteufen der beiden über 2.000 m tiefen Norilsk-Schächte WS-10 und SKS-1 ein 7-etagiges, hochtechnisiertes Arbeitsbühnensystem zum Einsatz, welches einerseits die Organisation einer Vielzahl von Arbeitsvorgängen parallel erlaubt: Ergebnis des Schachtvortriebes ist die monatliche Herstellung von 50 bis 60 m fertigen Schachtbauwerkes inklusiv Installation der endgültigen Führungseinrichtungen und Versorgungsleitungen. Andererseits bewahrt dieses hochtechnisierte Arbeitsbühnensystem weiterhin die Flexibilität der konventionellen Schachtbautechnik: Das pro-



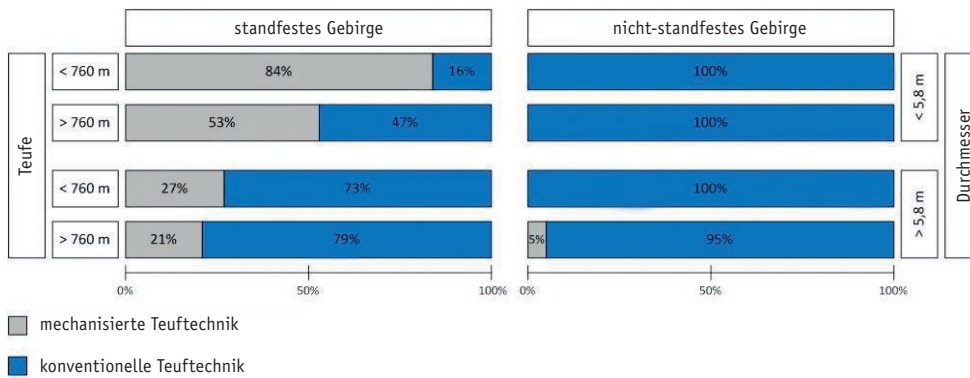


Abbildung 7: Eingesetzte Teuftechnik in Bezug auf Standfestigkeit des Gebirges, Teufe und Durchmesser

blemlose Aussetzen der zahlreichen Füllorte im Zuge der Abteufarbeiten und die Überwindung schwieriger und komplizierter geologischer und tektonischer Verhältnisse wird nach wie vor ermöglicht.

#### 4 Ausblick

Der Übergang des Bergbaus in größere Teufen und der Bedarf nach großen Schachtdurchmessern stellt Schachtbauunternehmen heute und in Zukunft vor die Herausforderung, den Zugang zur Lagerstätte trotz schwieriger Rahmenbedingungen im besonderen Maße wirtschaftlich und leistungsorientiert herzustellen. Hierfür besteht neben der Erweiterung des Einsatzspektrums der mechanisierten Teuftechnik der Bedarf, das konventionelle Teufverfahren zu optimieren und weiterzuentwickeln. Die Recherche zeigt auf, dass trotz der Vorzüge der mechanisierten Teuftechnik hinsichtlich Teufleistung und Arbeitssicherheit, das konventionelle Teufen als bewährtes Verfahren am weitesten verbreitet ist und auch zukünftig sein wird.

Das konventionelle Teufverfahren weist besonders bei der Parallelisierung und Technisierung der Arbeitsschritte Entwicklungspotential und Leistungsreserven auf. Besonders zeitintensive Arbeitsschritte, wie beispielsweise das Laden und Fördern der Berge, sind optimierungs- und verbesserungsfähig.

Herkömmliche Ladeverfahren können an die anzutreffenden Haufwerkseigenschaften angepasst werden. Maßgebende Einflussfaktoren auf die Ladeleistung sind hierbei Schaufelform und -größe, Eindringverhalten, Aufnahmefähigkeit, Spielzeit, Entladeverhalten, Verschleißanfälligkeit, Reichweite und Lagerung des Ladesystems. Ebenso kann mittels Sprengtechnik das Haufwerk hinsichtlich des verwendeten Ladesystems optimiert werden. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, mit pneumatischer Lade- und Fördertechnik herkömmliche Verfahren zu ersetzen und somit einen weiteren Beitrag dazu zu leisten, Teufleistung und Arbeitssicherheit zu

steigern. Entsprechende pneumatische, auf den Schachtbau zugeschnittene Lade- und Fördertechniken befinden sich in der Entwicklung.

Thorsten Kratz · kratz@bbk1.rwth-aachen.de  
 (RWTH Aachen University,  
 Institut für Bergbaukunde I (BBK I))  
 David Opitz · opitz.david@ts-gruppe.com  
 (THYSSEN SCHACHTBAU)

#### Literaturverzeichnis

Brake, D., & Nixon, T. (2005). Current trends and future opportunities in underground hardrock ventilation practice. Perth: Underground operator's conference.

Handke, N., Berger, E., Schmäh, P., & Künstle, B. (2007). Weiterentwicklung und Perspektiven mechanisierter Schachtteuftechnik. Glückauf.

Herrenknecht AG. (2013). Canada: First Operation of a Shaft Boring Roadheader SBR. Schwanau: Herrenknecht AG.

International Energy Agency. (2013). World Energy Outlook 2012. Paris: IEA Publications.

Klein, J. (2002). Schachtbau. Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaft.

Rio Tinto. (2011). Trends in Metal Mining after 2013. Hollywood: Golbal Metals & Mining Conference.

Sandvik Mining and Construction. (2013). Raise Boring Equipment. Von [http://construction.sandvik.com/sandvik/0120/Internet/Global/S003713.nsf/Alldocs/Raise\\*boring\\*products\\*2ARaise\\*boring\\*brochure/\\$FILE/raiseboring12671a.pdf](http://construction.sandvik.com/sandvik/0120/Internet/Global/S003713.nsf/Alldocs/Raise*boring*products*2ARaise*boring*brochure/$FILE/raiseboring12671a.pdf). Abgerufen am 08.09.2013.

Tollinsky, N. (2012). Sudbury Mining Solutions Journal. Von <http://www.sudburyminingsolutions.com/4555.html>. Abgerufen am 01.10.2013

Tuck, M. (2011). Underground Horizontal and Inclined Development Methods. In P. Darling, Mining Engineering Handbook (S. 1180). USA: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration.

Walker, Simon. (Juli 2012). Deep Thinking: Shaft Design and Safety for a New Generation of Mines. Engineering and Mining Journal, S. 38-44.

# Vergleichende Aspekte des gusseisernen Tübbingausbaus mit Beton-Stahlblechzylinder-Verbundausbau

**Aufgrund des weltweit steigenden Bedarfs an Kali- und Steinsalzprodukten hat die internationale Schachtbautätigkeit zur Schaffung entsprechender Zugänge auf Kali- und Steinsalzlagerstätten in den letzten sieben Jahren stark zugenommen. Allein in der Russischen Föderation (RF) sind in den Regionen Wolgograd, Perm und Kaliningrad 13 Tagesschächte auf Kalilagerstätten in der Projektierungs- bzw. Abteufphase. In Kanada befinden sich aktuell fünf Kalischächte in der Phase des Abteufens.**

Bei der in der Perm-Region vorliegenden Kalilagerstätte handelt es sich um die größte Kalisalzlagerstätte der Welt; diese wurde 1916/17 entdeckt. Die Gewinnung und Erschließung, die derzeit in der Hauptsache durch UralKali erfolgt, hält bis heute an. Eine äußerst reichhaltige Kalilagerstätte liegt in der Wolgograd-Region: Die Kalilagerstätte Gremjatschinskij der EuroChem befindet sich aktuell durch das Abteufen von drei Kalischächten im Aufschluss.

Die THYSSEN SCHACHTBAU GMBH ist innerhalb der Russischen Föderation mit Projektierungs- und Bauleistungen an insgesamt zehn Kalischächten beteiligt. Im Verlauf der Projektierung der Schächte für die Kali-Lagerstätte Gremjatschinskij (Wolgograd-Region) sowie für die Schächte der Palascherskij- und Polowodovskij-Lagerstätte (beide Perm-Region) wurden unterschiedliche Auffassungen und Herangehensweisen in der Festlegung der Schachtausbautechnik zwischen der THYSSEN SCHACHTBAU sowie den russischen Auftraggebern und Instituten deutlich.

## ■ In Deutschland übliche Schachtausbausysteme

In Russland liegen nur geringe Kenntnisse und Erfahrungen mit dem in Deutschland in der Vergangenheit häufig zum Einsatz gekommenen Beton-Stahlblechzylinder-Verbundausbau vor. Die nicht gebirgsverbundene Variante mit Anordnung einer Fuge (i. A. bestehend aus Asphalt oder Porenbeton) zwischen dem Außenausbau (i. A. bestehend aus Mauerwerk oder Betonpaneele) und dem Innenausbau (bestehend aus

vollverschweißtem Stahlblechmantel und einer durchgängigen Betonsäule) wird in der Fachwelt auch als Gleitschachtausbau bezeichnet.

Dieser insbesondere im nicht standfesten, wasserführenden Deckgebirge zum Einsatz kommende Gleitschachtausbau ist eine aufwendige und kostenintensive Schachtauskleidungsform. Der Gleitschachtausbau hat sich in Deutschland mit 21 Gleitschächten als ein technisch vorteilhaftes, dauerhaftes und nahezu nachsorgefreies Ausbaukonzept erwiesen. Bereits im Jahre 1969 wurden in Deutschland Berechnungsrichtlinien verabschiedet, die eine ingenieurmäßige Bewertung dieser Schachtausbausysteme ermöglichen.

## ■ In Russland vorherrschendes Schachtauskleidungssystem

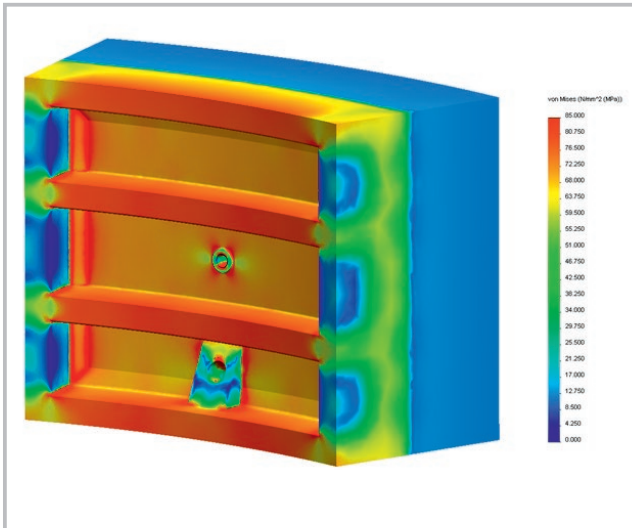
Im Kalibergbau der Russischen Föderation ist der verschraubte gusseiserne Tübbingausbau mit in den Fugen eingelegten Bleiflächdichtungen nach wie vor weit verbreitet und findet trotz seiner zumeist nicht vollständigen Abdichtungswahrscheinlichkeit gegen Gebirgswasser auch bei schwierigen hydrologischen Bedingungen Anwendung.

Aus diesem Umstand heraus entstand die Notwendigkeit einer Gegenüberstellung von Vor- und Nachteilen beider Herangehensweisen. Bei der THYSSEN SCHACHTBAU sind diesbezüglich in den letzten Jahren Literaturrecherchen vorgenommen und Studienarbeiten angefertigt worden, aus denen im Folgenden einige Auszüge vorgestellt werden.

Rohling eines Gusseisentübbings nach dem Ausformen und Sandstrahlen in der Fertigung







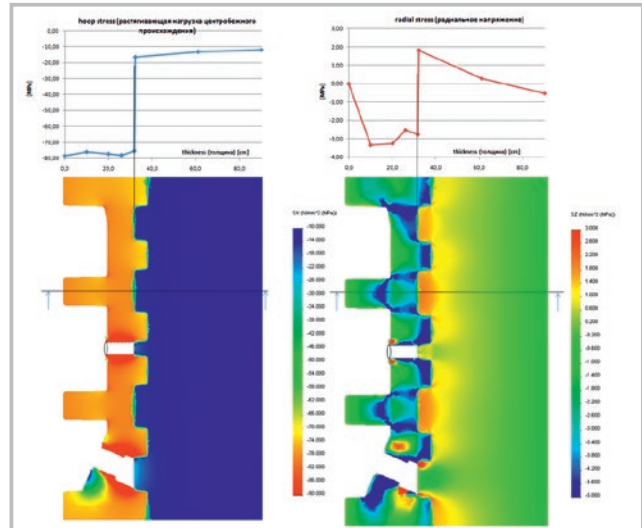
Analyseergebnisse der Spannungsberechnung, 7.0-120 Tübbing, 58 cm Beton, 642,35 m Teufe

Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die Wirksamkeit der Abdichtung gegen Wasserzutritte gelegt, die eine fundamentale Bedeutung für den Schachtausbau im wasserführenden Gebirge, insbesondere in Kali- und Salzschächten, hat. Die Abdichtung dient dazu, die langfristige Standsicherheit des Schachtes zu gewährleisten und die Lagerstätte vor Wasserzutritten zu schützen. Dabei wird davon ausgegangen, dass die primäre Abdichtung während der Betriebszeit des Schachtes nur durch einen verschraubten Gusseisen- oder verschweißten Stahlblechmantel realisiert werden kann und eine reine Stahlbetonauskleidung – insbesondere unter dem Einfluss hoher Wasserdrücke – keine dauerhafte Abdichtung gewährleisten kann.

### Der gusseiserne Tübbingausbau

Der gusseiserne Tübbingausbau kam im deutschen Bergbau bei mehr als 300 Schächten in der Steinkohle und etwa 280 Schächten im Kali- und Salzabbau zum Einsatz. Der deutsche gusseiserne Tübbing wird entsprechend der deutschen Norm DIN 21501 ausgeführt. Er stellt die gängigste Form des Tübbingausbaus weltweit dar, unterscheidet sich aber in einigen Details vom russischen Tübbing.

Er ist mit innenliegenden Flanschen und Rippen zur Versteifung sowie außenliegenden Rippen für einen besseren Verbund mit dem Hinterfüllbeton versehen. Der russische Tübbing weist gegenüber dem deutschen Tübbing eine intensivere Rippung auf der Außenfläche auf. Schräg angesetzte Vergusslöcher am unteren Rand der Tübbinge ermöglichen das Einbringen des Hinterfüllbetons beim Anschluss der Sätze untereinander. Zum Nachdichten des Ausbaus sind verschraubbare Verpresslöcher vorgesehen, die für notwendige Injektionen geöffnet werden.



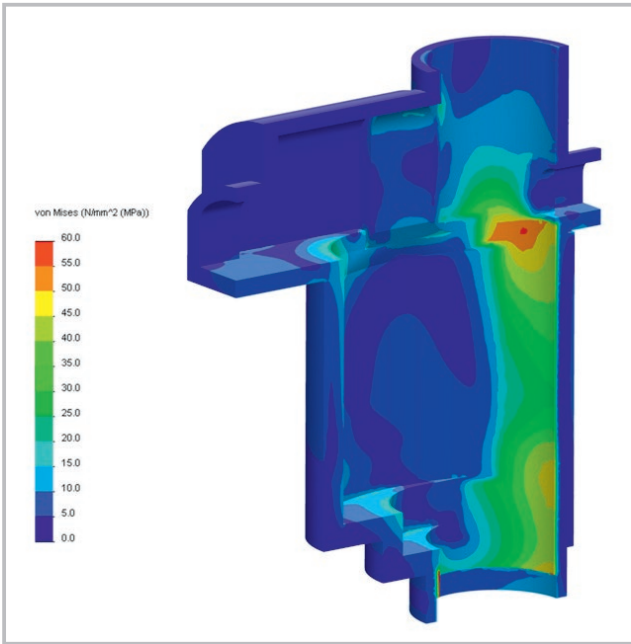
Verlauf und Größe der Tangential- und Radialspannungen im Tübbingsegment und Hinterfüllbeton

Einzelne Tübbingsegmente werden im Schacht zu geschlossenen Ringen zusammenschraubt. Die Tübbingringe können von unten nach oben auf Tragringen in Sätzen von etwa 15 bis 40 m Höhe aufgebaut oder von oben nach unten an die bereits eingebrachte Tübbingsäule untergehangt werden. Für beide Varianten gibt es einige entscheidende Vor- und Nachteile, zwischen denen im Einzelfall abgewogen werden muss.

So kann zum Beispiel die frühzeitige Stoßsicherung durch das Unterhängen der Tübbinge sowohl als Vorteil als auch Nachteil genannt werden. Zum einen ist eine schnelle Kopfsicherung für die Teufmannschaft gegeben, zum anderen jedoch wird der Ausbau bei starker Gebirgskonvergenz zu früh belastet und muss somit unnötig hohe Lasten aufnehmen. Bei den in der Russischen Föderation derzeit zum Einbau kommenden Tübbingsäulen haben sich die Ingenieure und Schachtbau-techniker durchweg für die Unterhängmethode – für die absatzlose Einbauweise von oben nach unten – entschieden.

Beim Tübbingausbau darf niemals unberücksichtigt bleiben, dass Wasserzutritte durch die abgedichteten Fugen zwischen den einzelnen Tübbingsegmenten nicht vollständig zu verhindern sind. Die Fugenabdichtung wird durch den Einsatz von Bleizwischenlagen hergestellt. Sie unterliegt jedoch Schwachstellen wie der nicht lückenlosen Ausfüllung der Fugen und dem plastischen Verhalten der Bleilagungen. Diese Plastizität kann durch hohe Gebirgsdrücke bis hin zum vollständigen Ausquetschen des Bleis aus den Fugen führen.

Im deutschen Bergbau war der gusseiserne Tübbingausbau bis Ende der 1950er Jahre der Standardausbau in tiefen Schächten der Steinkohle und der Kali- und Salzindustrie. Der zuletzt ausgeführte Schacht dieser Ausbaumart war der Schacht Lohberg 3 bei Dinslaken, dessen Teufarbeiten 1960 begannen.



Von Mises-Vergleichsspannung (0 bis 60 MPa) im Füllortbereich

In den folgenden Jahren wurde in Deutschland der Tübingausbau vom Gleitschachtausbau abgelöst, der zum einen eine vollständige Abdichtung gegen Wasserzuflüsse gewährleisten konnte und zum anderen weniger sensibel auf Verformungen, z.B. aus schachtnahem Abbau, reagierte.

### Der nicht gebirgsverbundene wasserdichte Gleitschachtausbau

Bei dem nicht gebirgsverbundenen, wasserdichten Gleitschachtausbau wird das Bergwasser von einem äußeren, vollständig verschweißten Stahlblechmantel zurückgehalten, während der Hauptanteil der äußeren Lasten von einer inneren Schalbetonröhre und gegebenenfalls einem weiteren inneren Stahlmantel aufgenommen wird. In der Ringfuge

zwischen äußerem Ausbau und innerer Schachtröhre wird im Allgemeinen eine Asphaltflüssigkeit angeordnet, durch die der Außenausbau vom Innenausbau getrennt wird und der Innenausbau schadlos ein bestimmtes Maß an Deformationen aufnehmen kann.

Der Gleitschachtausbau hat eine Vielzahl an spezifischen Modifikationen und Weiterentwicklungen erfahren, z.B.

- Innerer Stahlmantel mit Tragwirkung im Verbund mit unbewehrter innerer Betonröhre, mit äußerem Stahlmantel als Abdichtung
- Äußerer Stahlmantel mit Tragwirkung im Verbund mit stahlbewehrter innerer Betonröhre, unter Wegfall eines inneren Stahlmantels
- Kraftschluss an das Gebirge durch Ortbeton oder in Kombination mit Betonformsteinen, Flachspanplatten und Hinterfüllung
- Gleitfugenfüllungen aus verschiedenen Materialien und mit unterschiedlichen Dichten.

Die vorerst letzten von der THYSSEN SCHACHTBAU geteufte Gleitschächte waren die im Zeitraum von 1986 bis 1999 geteufte Schächte Gorleben 1 und Gorleben 2 zur Erkundung des gleichnamigen Standortes als mögliches Endlager für radioaktive Abfallstoffe.

### Vergleichende Betrachtung

Die beiden beschriebenen Schachtausbausysteme wurden bei der TYSSSEN SCHACHTBAU unter wesentlichen technischen Gesichtspunkten wie der Abdichtung gegen Wasser, der Korrosionsbeständigkeit und der daraus resultierenden Wartungsintensität vergleichend betrachtet. Die folgende Tabelle zeigt die wesentlichen Merkmale in einer Gegenüberstellung auf:

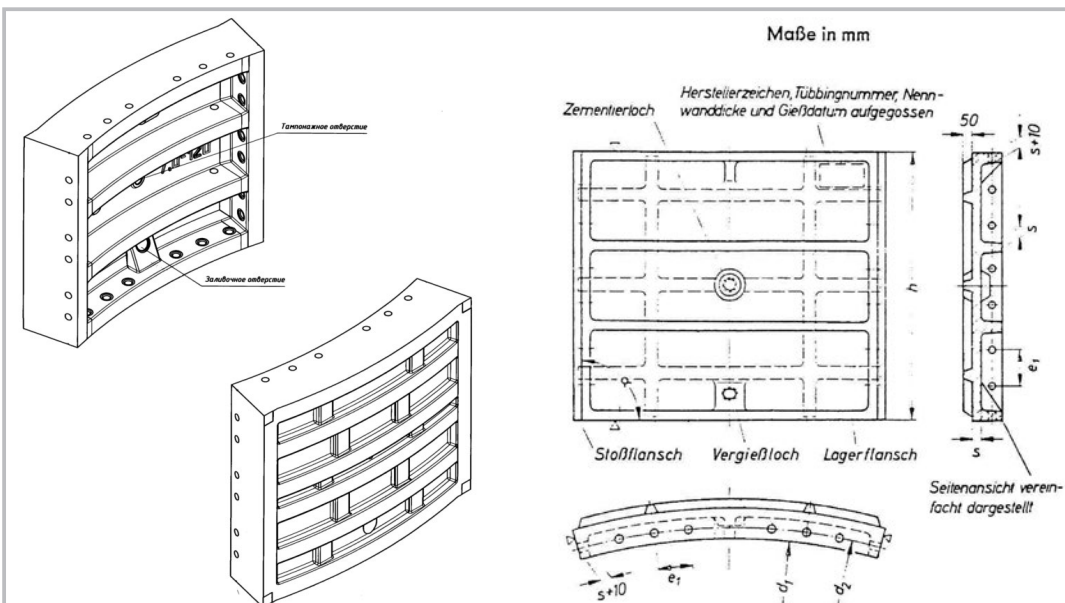
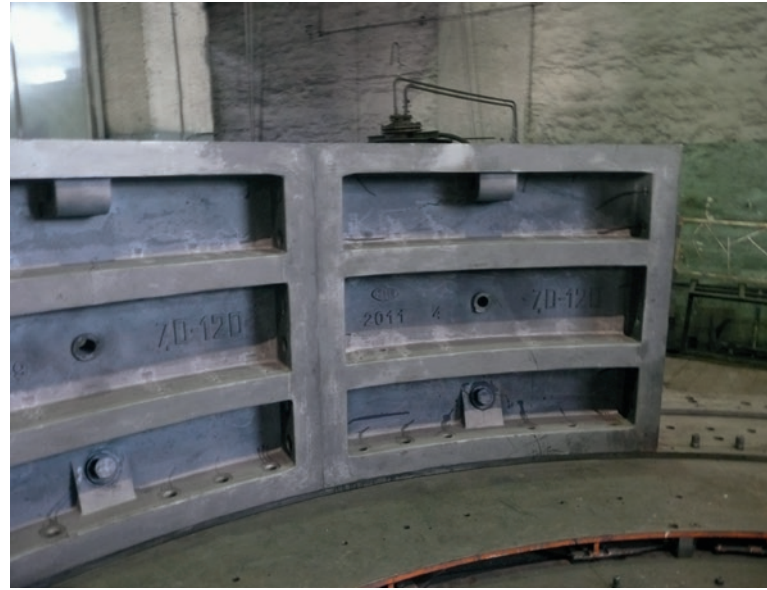
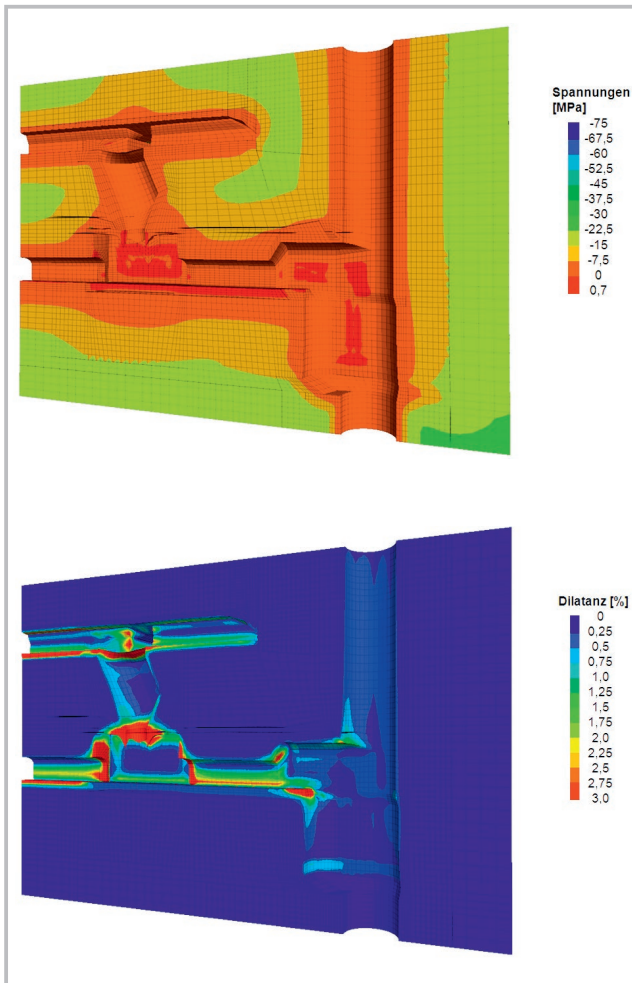


Abb. links: Darstellung des russischen Gusseisentübbings, hier 7.0-120 GG35.

Abb. rechts: Darstellung des deutschen Gusseisentübbings, ehem. DIN21501



	Gleitschacht	Tübbingschacht
Abdichtung gegen Wasserzutritte	Vollständig (vollverschweißter Stahlblechmantel, zusätzliche Abdichtung ggf. durch Asphaltfuge)	Unvollständig (plastisches Verhalten bis hin zum Ausquetschen des Fugenbleis möglich)
Verhalten bei Temperaturschwankungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Längenänderungen möglich</li> <li>– Abdichtung nicht gefährdet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Längenänderungen möglich</li> <li>– Abdichtung gefährdet durch Spaltbildungen</li> </ul> ⇒ Wetterheizung oder Wärmedämmung notwendig
Korrosionsbeständigkeit	<i>Innerer Stahlmantel:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>– geringe Anfälligkeit auf der Innenfläche durch Bewetterung und Temperaturschwankungen</li> <li>– verhältnismäßig einfache Abhilfe durch Schutzanstriche</li> </ul> <i>Außenfläche des äußeren Stahlmantels:</i> wenig anfällig durch Hinterfüllung	<i>Innenfläche Tübbing:</i> anfällig durch <ul style="list-style-type: none"> <li>– Wasserzutritte</li> <li>– Bewetterung</li> <li>– Temperaturschwankungen (bei ausreichender Dimensionierung unbedenklich)</li> </ul> <i>Außenfläche Tübbing:</i> Wenig anfällig durch Betonhinterfüllung
Wartungsaufwand	Wartungsarm	Erheblich mit: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nachziehen der Schrauben</li> <li>– Verstemmen des Fugenbleis</li> <li>– Zementinjektionen</li> </ul>
Verhalten bei Abbaueinwirkungen	Unempfindlich (Aufnahme von Deformation durch Gleitfuge möglich)	Empfindlich (Starres Ausbausystem)
Wetterwiderstand	Gering, durch glatte Innenwand	Größer durch Rippen, ansonsten Verkleidung
Herstellungs- und Einbaulogistik	Walzen der Stahlblechsegmente auf Schachtradius nur in wenigen europäischen Herstellerwerken möglich Für Verschweißen der Stahlblechsegmente äußerst qualifiziertes Schweißfachpersonal aus Tank- und Schiffsbau erforderlich	Tübbingherstellerwerke in Europa zahlreich vorhanden Relativ leichte, unkomplizierte Einbauweise. Einsatz von lokalem Personal möglich
Aufwand und Kosten	Sehr aufwendige und kostenintensive Schachtausbauform	Einfache und relativ preiswerte Schachtausbauform
Mögliche Einsatzgrenzen	Einfache Tübbingsäulen konstruktionsbedingt bis maximal 800 m/1000 m Teufe einsetzbar (Wandstärke auf 140 mm begrenzt)  Unterhängmethode bis 1000 m lange Tübbingsäule möglich	Einfache Stahlblechzylinder bis ca. 600 m/700 m Teufe handelbar. Für längere bzw. tiefere Stahlblechzylinder-säulen möglicherweise Kombination aus doppelten Stahlblechzylindern  Aufgrund der Notwendigkeit des Einbaus eines Außenausbaus technisch und wirtschaftlich vorteilhaft gegenüber gusseisernem Tübbingausbau bis 400 m/500 m Ausbaulänge



Übertägige Probemontage der Gusseisentübbingsegmente.

Abb. links oben:  
Minimale Hauptnormalspannung  
im Füllortbereich nach 50 Jahren  
Nutzungsdauer

Abb. links unten:  
Dilatanz im Füllortbereich nach  
50 Jahren Nutzungsdauer

## Fazit

Bei einer vergleichenden Betrachtung darf nicht unerwähnt bleiben, dass beim Stahlblechausbau hinsichtlich Standsicherheit und Abdichtung gegen Wasserzuläufe für Betriebszeiten über 40 Jahre noch keine Erfahrungen vorliegen. Diese Ausbauf orm fand jedoch vielfach im deutschen Steinkohle-, Kali- und Salzbergbau Anwendung und hat sich bis heute bewährt.

Der Tübbingausbau stellt trotz seiner Nachteile bezüglich der Abdichtung und der Wartungsintensität in der Betriebsphase weiterhin eine berechtigte Alternative für schwierige geologische und hydrologische Bedingungen dar. Die Firma SOVEREIGN bietet ein hervorragendes und wirkungsvolles Injektionsverfahren sowie Injektionsmittel auf Polymerbasis zur vollständigen Abdichtung von Restwasserzuläufen an.

In Russland besteht nur geringe Akzeptanz für Stahlblechauskleidungen als Schachtausbau im wasserführenden, nicht standfesten Gebirge. Bis heute liegen dort jedoch keine Erfahrungen mit dieser Ausbauf orm vor, vielmehr wird dem langzeitbewährtem und dem allen Bergleuten sowie Tunnelbauern bekannten gusseisernem Tübbingausbau vertraut.

Durch die langjährigen Erfahrungen mit beiden beschriebenen Ausbausystemen sieht sich die THYSSEN SCHACHTBAU auch in Zukunft als wertvollen Partner ihrer russischen Kunden, insbesondere wenn es darum geht, die Anwendbarkeit beider oder ähnlicher Verfahren zu bewerten und technisch sowie wirtschaftlich optimierte Lösungen aufzuzeigen und umzusetzen.

Henning Zirbes · [zirbes.henning@ts-gruppe.com](mailto:zirbes.henning@ts-gruppe.com)

Joachim Gerbig · [gerbig.joachim@ts-gruppe.com](mailto:gerbig.joachim@ts-gruppe.com)





Tübbinginspektion und Qualitätskontrolle im ukrainischen Herstellerwerk

## Gründung der THYSSEN SCHACHTBAU – Engineering

Zusätzlich zum Technischen Büro hat die THYSSEN SCHACHTBAU GMBH auf dem Gebiet der Erstellung von Projektierungsleistungen eine neue Sparte gegründet, die THYSSEN SCHACHTBAU – Engineering: Sie soll zukünftig externe Ingenieurleistungen anbieten, insbesondere Projektierungs-, Ingenieur- und Bauüberwachungsleistungen.

Das Technische Büro ist traditionell verantwortlich für die Erstellung der Genehmigungs- und Ausführungsplanungen von Projekten, welche die Bereiche Schachtbau und Bohren sowie der horizontale Streckenvortrieb (Bereich Bergbau) akquiriert haben. Das Technische Büro ist damit weitestgehend eine interne Projektierungsabteilung.

### ■ Zukünftig auch extern unterwegs

Mit der Gründung der THYSSEN SCHACHTBAU – Engineering sollen zukünftig Projektierungsleistungen auch externen Kunden und Auftraggebern zur Verfügung gestellt werden.

Projektierung	Schachtverahrungen und Schachtsanierungen im ehemaligen Steinkohlen-, Kali- und Steinsalzbergbau
	Schachtsicherungs- und Schachtauskleidungskonzepte
	Aus- und Vorrichtungsprojekte für die Gewinnung von Braunkohle, Schwespat, Ölschiefer, Talk etc.
	Schachtförderanlagen und Schachtgerüste gemeinsam mit OLKO-Maschinen-technik GmbH

	Schachtkabel- und Schachtröhrlungsarbeiten sowie Schachtförderseilwechsel
	Bewetterungs- und Wasserhaltungsmaßnahmen
Erstellung	Vorplanungen und Pre-design-Studien für Schachtabteuf-, Tieferteuf- und Bunkerbauprojekte
	Bohrkonzepte für Explorationsbohrungen, Entgasungsbohrungen, Kernbohrungen, Forschungsbohrungen, techn. Versorgungsbohrungen etc.
	Erkundungen, Sachstandsanzeigen, bergschadenskundliche Analysen, Sachstandanzeigen für Altbergbau und fachgerechte Verwahrungen
	Schachtausbaustatik und Streckenausbaustatik
	Gefrierprojekten und Gefrierkonzepten inklusive messtechnischer Begleitung und Steuerung
	Zertifizierungen für Einfuhrgenehmigungen in die Russische und Kasachische Föderation
	Funktions- und Schwachstellenanalysen für Maschinen, Ausrüstungen und Geräte
Inspektion und Bauüberwachung	Schachtverwahrungen und Sicherung untertägiger Grubenbaue bzw. Hohlräume
	übertägige und untertägige Bau- und Bohrtätigkeiten
	Fertigungsprozesse, z. B. der Herstellung von gusseisernen Tübbing

### ■ Über theoretisches Ingenieurwissen hinaus: Operative Fachkompetenz und Erfahrung aus erster Hand

Die THYSSEN SCHACHTBAU – Engineering arbeitet als Ingenieurbüro bzw. Ingenieurunternehmen. Der Bezug zur operativen Tätigkeit ist darüber hinaus stets vorhanden, da die THYSSEN SCHACHTBAU – Engineering als Teil der THYSSEN SCHACHTBAU fortwährend in der Ausführung konkreter Projekte involviert ist und entsprechend den Anforderungen des Marktes die planerischen Ingenieurleistungen aus erster Hand beherrscht.

Die THYSSEN SCHACHTBAU – Engineering ist weitestgehend auf den Gebieten des Bergbau- und Bauingenieurwesens sowie der Geotechnik und der Bohrtechnik tätig. Unterstützt wird die Tätigkeit durch moderne und komfortable IT-Lösun-

gen, z. B. COMSOL zur numerischen Modellierung gekoppelter strukturmechanischer, thermischer und sonstiger physikalischer Einflüsse.

### ■ Beispiele aktueller Projekte

#### Tübbing- und Keilkranzprojektierung für EuroChem, Russische Föderation

Die THYSSEN SCHACHTBAU – Engineering erstellt derzeit ein Tübbing- und Keilkranzkonzept für die drei Kalischächte des Gremiachenskij-Bergwerkes in der Wolgograd-Region der EuroChem. Auch auf das Wissen und die Erfahrungen der Thyssen Mining Construction of Canada (TMCC) konnte zurückgegriffen werden.

#### Vergleich weltweiter Bergbaunormen

Die THYSSEN SCHACHTBAU – Engineering fertigt derzeit eine Studie an mit dem Ziel, die Regularien verschiedener Nationen hinsichtlich des Betriebes eines Kalibergwerkes zu vergleichen. Insbesondere werden analysiert:

- ergonomische Gesichtspunkte, z.B. zulässige Grenztemperaturen, Wettergeschwindigkeiten etc.
- technische Vorgaben hinsichtlich Zeiten für Warten von Förderanlagen etc.
- arbeitsrechtliche und arbeitsorganisatorische Bestimmungen

#### Erstellung von Schachtvorbohrungen und der Genehmigungs- und Ausführungsplanung für Schachtabteufprojekte

Die THYSSEN SCHACHTBAU – Engineering ist involviert in der Erstellung der Genehmigungs- und Ausführungsplanung von zwei Schachtabteufprojekten: zum einen handelt es sich um das Polovodovskij-Projekt der UralKali, zum anderen um das Abteufen des Schachtes Asse V der Schachanlage Asse.

### ■ Noch Fragen?

Haben Sie eine Aufgabenstellung zu vergeben? Sprechen Sie uns an. Wir beraten, planen, prüfen und überwachen. Angefangen mit einer Machbarkeitsstudie über die Objektplanung und Tragwerksplanung in der Entwurfsplanung bis zur Ausschreibung und Ausführungsplanung – auch als Generalplaner komplexer Aufgabenstellungen.

Rainer Lietz · [lietz.rainer@ts-gruppe.com](mailto:lietz.rainer@ts-gruppe.com)

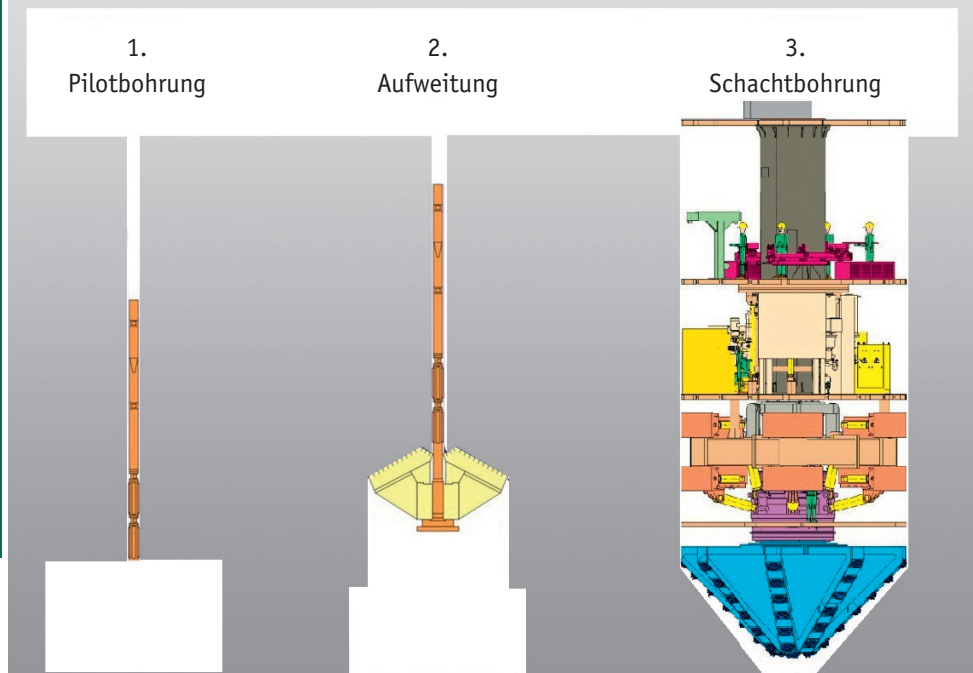
Tim van Heyden · [vanheyden.tim@ts-gruppe.com](mailto:vanheyden.tim@ts-gruppe.com)

Joachim Gerbig · [gerbig.joachim@ts-gruppe.com](mailto:gerbig.joachim@ts-gruppe.com)

Henning Zirbes · [zirbes.henning@ts-gruppe.com](mailto:zirbes.henning@ts-gruppe.com)



## Phasen der Schachtbohrung



Die 3 Herstellungsphasen des Schachtbohrens auf Vorbohrloch

## Mechanisieretes Schachtteufen

**Die Herrenknecht AG hat in enger Zusammenarbeit mit der THYSSEN SCHACHTBAU GMBH und der Murray & Roberts Cementation eine neue Generation fortschrittlicher, leistungsstarker Schachtbohrmaschinen entwickelt. Mit ihnen können zukünftig Schachtbohrdurchmesser von bis zu 9,5 m realisiert werden. Das gewählte, leistungsfähige Maschinenkonzept erlaubt nahezu eine Verdoppelung der ehemals erzielten Teufgeschwindigkeiten. Das Maschinenkonzept wurde entsprechend der zum Teil widrigen Arbeitsbedingungen und Anforderungen des Schachtabteufens robust gehalten. Die Bedienung und der Betrieb der Schachtbohrmaschine sind am Standard ausgerichtet und erfordern vom Fachpersonal keine gesonderten Spezialkenntnisse.**

Seit dem Jahr 1987 besteht zwischen THYSSEN SCHACHTBAU und Murray & Roberts Cementation, RSA, (ehemals RUC-Mining-Contractor), ein Dauer-Joint-Venture auf dem Gebiet der Schachtbohrtechnik. Dieses weltweit geltende Agreement wurde im Jahr 2014 um weitere 10 Jahre verlängert. Die Vereinbarung, welche sich vormals exklusiv auf das mechanisierte Schachtbohren auf Vorbohrloch beschränkte, wurde auf das Schachtbohren aus dem Vollen (Vollschachtbohren) erweitert.

Um noch leistungsfähiger auf dem Gebiet der Schachtbohrtechnik agieren zu können, hat das Joint Venture in Form eines gemeinsamen Arbeitskreises unter der technischen Leitung der Herrenknecht eine neue Schachtaufweitmaschine

konzipiert. Das Ergebnis ist ein Maschinenvortriebssystem, welches ab sofort für die Erstellung von Bohrschächten auf Vorbohrloch zur Verfügung steht. Die neue SBE-Technologie (Shaft Boring Machine for shaft Enlargement, Schachtaufweitmaschine) ist vornehmlich geeignet für das Abteufen von Schächten im Hartgestein. Herrenknecht ist führender Anbieter ganzheitlicher technischer Lösungen im maschinellen Vortrieb.

THYSSEN SCHACHTBAU ist seit den 1970er Jahren in mehr als 50 Schächten involviert gewesen, die unter Anwendung des Schachtbohrens auf Vorbohrloch geteuft wurden und die eine kumulierte Gesamtteufe von nahezu 20 km aufweisen. Früher wurde dieser Schachtbohrmaschinentyp von der Firma Aker Wirth GmbH, Erkelenz, gebaut und geliefert.

Die in den achtziger und neunziger Jahren im Hartgesteinbergbau Australiens und Südafrikas durch das Joint Venture aus Murray & Roberts Cementation und THYSSEN SCHACHTBAU weiterentwickelte mechanisierte Schachtbohrtechnik auf Vorbohrloch erhielt die Bezeichnung „V-Mole-Technik“.

Der Begriff „V-Mole“ bezeichnet eine gestängelose Schachtbohrmaschine. Der Begriff wurde von den Schachtbauern eingeführt als Abkürzung für eine „Vertikale Mole“ (engl. mole = Maulwurf) im Gegensatz zu einer „Horizontalen Mole“, die im Tunnelbau als Bezeichnung für eine Tunnelbohrmaschine üblich ist.

Lichte Schachtdurchmesser von 5,5 m bis 8,2 m und durchschnittliche Schachtbohrmaschinen-Teufgeschwindigkeiten von 8,2 m/d mit Spitzenleistungen bis zu 37,5 m fertigen Schachtes pro Tag wurden realisiert. Herausragendes Beispiel ist das Abteufen der vier Tagesschächte für Jim Walters Resources, Inc. in Brookwood, Alabama, USA: Der in diesem Projekt erzielte Weltrekord im Schachtabteufen mit 494 m je Monat bei einem Schachtbohrdurchmesser von 7,0 m ist der V-Mole-Schachtbohrtechnik zu verdanken.

Die vier Schächte waren die ersten V-Mole-Schächte, die als Tagesschächte ausgeführt worden sind. Die vor diesem Projekt ausgeführten Bohrschächte waren allesamt Blindschächte oder Tieferteufprojekte. Ein weiteres Novum kam bei den vier Alabama-Schächten zum Einsatz: Erstmals wurde das Schachtbohren und das Schachtauskleiden gleichzeitig ausgeführt.

Auf dem Goldbergwerk Western Deep Levels der südafrikanischen Bergwerksgesellschaft Anglo American Corporation wurden unter Einsatz eines neuartig konzipierten Hartgesteinbohrkopfes Formationen von über 550 MPa Gesteinsdruckfestigkeit („Alberton Lava“ Formationen) in 3000 m Teufe erfolgreich durchbohrt. In diesem Projekt kam eine weitere Technologie erstmalig zum Einsatz: Eine systematische Split-set-Ankersicherung mit einer anschließend mittels Spritzbetonroboter aufgetragenen Schachtauskleidung aus Stahlfaserspritzbeton.

Der letzte tiefe Schacht, der mit dieser Verfahrenstechnik durch das Joint Venture geteuft wurde, ist der Schacht Sedrun II für den Gotthard-Basistunnel in der Schweiz mit einer Teufe von 800 m und einem Bohrdurchmesser von 7 m. Der Schacht wurde innerhalb von 12 Monaten schlüsselfertig erstellt und installiert.

### ■ Phasen der SBE-Schachtbohrtechnik

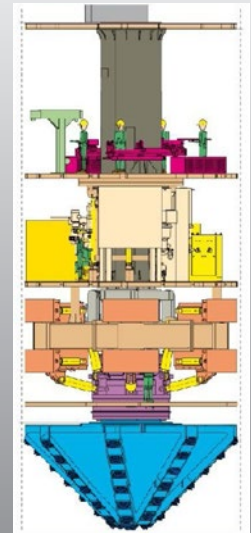
Das Abteufen eines Schachtes unter Anwendung des Schachtbohrens auf Vorbohrloch gliedert sich prinzipiell in drei Herstellungsphasen:

- Phase 1: Erstellen der Pilotbohrung unter Anwendung der Richtbohrtechnik (von oben nach unten)
- Phase 2: Erstellen des Vorbohrlochs als Erweiterungsbohrung durch die Anwendung der Raisebohrtechnik (von unten nach oben)
- Phase 3: Teufen der Schachtbohrung mittels Schachtbohrmaschine durch Erweitern des Vorbohrlochs auf Schachtdurchmesser mit gleichzeitigem Einbau der Schachtauskleidung (von oben nach unten)

Die Anwendung des Verfahrens setzt voraus, dass der Schacht an seinem tiefsten Punkt unterfahren ist und unter Tage eine ausreichende Abförderkapazität für das Ausbruchsmaterial

### Technische Spezifikationen der neuen Schachtbohrmaschine

Antriebsleistung:	4 x 400 kW
Drehzahl:	1,5 – 5 min <sup>-1</sup>
Drehmoment:	12.000 kNm
Vorschubkraft:	8300 kN
Bohrhub:	1000 mm
Bohrfortschritt, bis zu	4 m/d
Verspannkraft/ Zylinder (12 aktiv):	17.000 kN
24 Hydraulikzylinder, jeweilige Hubhöhe:	400 mm
Installierte elektrische Leistung:	880 kW
Gesamtgewicht, rund:	400 t



Herrenknecht Schachtbohrmaschine auf Vorbohrloch: Leistungsdaten und prinzipieller Aufbau

vorhanden sowie eine durchgehende Abwärtsbewetterung während der Teufarbeiten gegeben ist. Weiterhin wird eine durchgängige Standfestigkeit des Vorbohrlochs für die Dauer der Teufarbeiten des Bohrschachts vorausgesetzt.

Die SBE besteht grundsätzlich aus den gleichen Komponenten wie eine Tunnelbohrmaschine. Das Bohren und Einbringen der Schachtauskleidung erfolgt simultan. Die begrenzende Größe für die Teufe eines Bohrschachts liegt nicht in der Schachtbohrmaschine selbst, sondern in der technisch machbaren Teufe des zuvor zu erstellenden Vorbohrlochs von i. A. 1,8 m bis 2,4 m Durchmesser. Sofern für die Herstellung des Vorbohrloches Zwischensohlen vorhanden sind, kann die SBE Schächte mit unbegrenzter Teufe herstellen.

### ■ Maschinentechnische Ausrüstung des Vortriebssystems

Für die Erstellung eines Schachtes, bei dem die Schachtbohrtechnik auf Vorbohrloch zum Einsatz kommt, ist die nachfolgend beschriebene Abteufausrüstung erforderlich:

#### Über Tage

- Teufgerüst mit Seilscheibenbühne
- Schachtabdeckung mit Klappen
- Laserbühne mit Loteinrichtungen zum Überwachen der Vertikalität des Schachtbohrens
- Bühnenwinden mit etwa 40 t Nutzlast für die mehretagige Arbeitsbühne
- Eintrommel-Fördermaschine mit einer Nutzlast von etwa 6 t als Kübelmaschine“
- Notfahrwinde bzw. Servicewinde mit etwa 3 t Nutzlast
- Kabel-Tragseil-Winde zum sukzessiven Abhängen und Mitführen von Schachtversorgungsleitungen



- Übliche Infrastruktureinheiten wie Elektrostation, Kompressoranlage, Betonmischanlage, Trockenbaustoffsilos, Büro- und Sanitäreinrichtung, Magazin- und Werkstattcontainer, Lagerplätze

#### Im Schacht

- Mehretagige Arbeitsbühne zum Einbringen der Schachtauskleidung
- V-Mole-Schachtbohrmaschine mit Bohrkopf und Gripper-einheit sowie mit Plattformen zum Einbringen der Schachtsicherung und Durchführung von Erkundungsbohr- und Injektionsarbeiten

#### Unter Tage in der Schachtunterfahrung

- Ladeeinrichtung zum Laden und Abtransport der Ausbruchberge
- Entstaubungsanlagen
- Abwasserpumpen zur Entsorgung des Gebirgs- und Brauchwassers

### ■ Erstellen des Vorbohrloches mit Raisebohrtechnik

Vor dem Beginn der Bohrarbeiten wird in der Regel ein Vorschacht von etwa 10 m Teufe für die Montage der Schachtbohrmaschine erstellt. Schachtkragen und eventueller Wetterkanal werden im Allgemeinen parallel zum Vorschachteufen in offener Bauweise errichtet. Zur sicheren Anwendung und zum Betreiben der Schachtbohrmaschine ist die Erstellung einer Pilotbohrung erforderlich, die keine Abweichung von der vertikalen Sollachse von mehr als dem halben Durchmesser des Vorbohrloches (bei D 1,8 m = max. Abweichung 0,9 m) aufweisen sollte. Diese Vorgabe begründet sich in der Geometrie des Bohrkopfes der Schachtbohrmaschine: Bei einer größeren Abweichung des Vorbohrloches würde das Zentrum des Bohrkopfes nicht mehr in das Vor-

bohrloch einbinden. Die geringe Toleranzvorgabe erfordert eine kontinuierliche Vermessung und aktive Steuerung der Pilotbohrung; dies kann mit modernen Vertikal-Richtbohrsystemen während des Bohrens durchgängig erfüllt werden. Diese Systeme messen permanent in zwei Achsen die Neigung des Bohrloches und führen die erforderlichen Korrekturen des Bohrlochverlaufs simultan aus. Die Messdaten werden online zum Bohranlagen-Operator übertragen.

Die Erweiterung der Pilotbohrung auf Vorbohrlochdurchmesser erfolgt mithilfe einer leistungsstarken Raisebohranlage. Das Raisen verläuft gleichmäßig mit etwa 30 m/d; das erbohrte Material wird kontinuierlich am Bohrlochfuß geladen und abgefördert. Als Raisebohrgerät wird beispielsweise eine Raisebohranlage vom Typ Wirth HG 330 SP der Murray & Roberts Cementation eingesetzt.

Durch das Vorbohrloch erfolgen die Bewetterung des Schachtes in der Bauphase und das Abfördern des später durch die Schachtbohrmaschine gelösten Ausbruchmaterials durch die Schwerkraft zur Schachtfußkaverne bzw. Schachtunterfahrung.

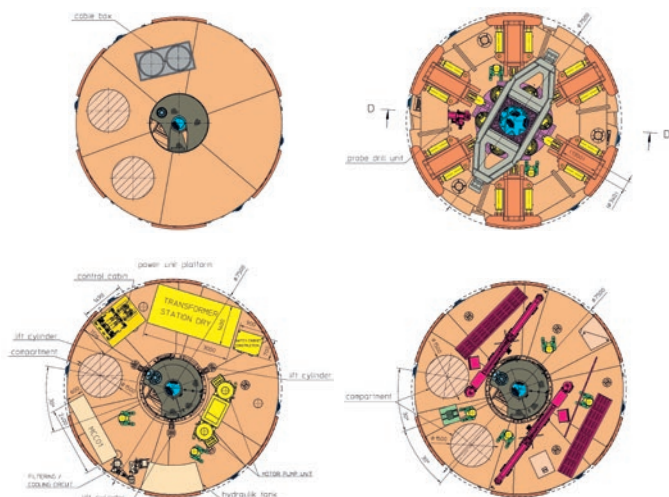
### ■ Die SBE-Schachtbohrmaschine

Die Schachtbohrmaschine besteht aus folgenden Hauptkomponenten:

- Bohrkopf
- Innenkelly mit Lagerung und Antrieb
- Aussenkelly mit Verspanneinrichtung in zwei Ebenen
- Steuerstand mit allen Bedien- und Anzeigeelementen
- Laserzieleinrichtung zur Vertikalsteuerung
- Sicherheitsplattform mit Spritzbetoneinrichtung und Ankerlafetten
- Vorauserkundungs- und Injektionsplattform

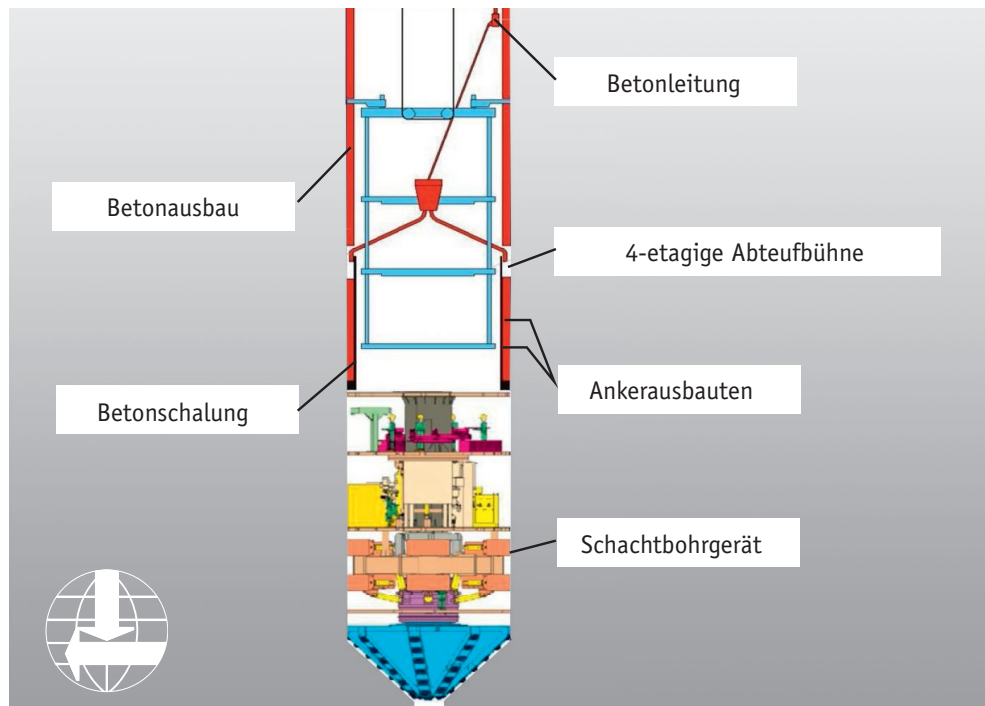
Der Bohrkopf ist mit Disken oder Hartmetall-Cuttern bestückt, die je nach Verschleiß aus dem Inneren des Bohrkopfes gewechselt werden. Die Aussenkelly wird über in zwei Ebenen angebrachten Verspannschildern kontrolliert hydraulisch verspannt und bildet das Widerlager für die Vorschubeinrichtung, die die Innenkelly mit dem drehenden Bohrkopf gegen die Bohrsohle drückt. Die Innenkelly wird mit einem Gelenkrahmen in der Aussenkelly geführt und kann durch Hydraulikzylinder in jede Richtung gesteuert werden. Hierdurch ist eine exakte vertikale Steuerung der Schachtbohrmaschine gewährleistet. Die Sollachse des Schachtes wird dem Maschinen-Operator mittels Laserzieleinrichtung permanent übermittelt.

Auf dem Deck oberhalb des Bohrkopfes ist die drehbare Ankerplattform angeordnet, von der mit zwei leistungsfähigen hydraulischen Bohrlafetten eine Systemankerung und eine



Herrenknecht Schachtbohrmaschine, Etagenansicht

Herrenknecht Schachtbohrmaschine auf Vorbohrloch:  
Einbringen der permanenten  
Schachtauskleidung



vollflächige Drahtnetzung eingebracht werden kann. Die Leistungsfähigkeit der Bohrlafetten ist auf die Hubhöhe und Bohrgeschwindigkeit der Schachtbohrmaschine abgestimmt, sodass ein kontinuierlicher Betrieb des Schachtbohrens und Schachtsicherns gewährleistet ist. Eine Trockenspritzeinrichtung ermöglicht auf der Schachtbohrmaschine eine unmittelbar nach dem Freilegen des Gebirgsstoßes kurzfristig erforderliche Sicherung der Schachtwandung. Die Maschine ist etwa 15 m hoch und weist ein Gesamtgewicht von ca. 350 t auf.

### ■ Mehretagiges Arbeitsbühnensystem

Die mehretagige Arbeitsbühne ist etwa 15 m bis 20 m oberhalb der Schachtbohrmaschine in den Seilen der Bühnenwinden hängend positioniert. Die mehretagige Arbeitsbühne folgt dem Vortrieb.

Innerhalb der mehretagigen Arbeitsbühne ist für das Einbringen der Schachtauskleidung entweder eine Ortbeton-Umsetzschalung oder eine Spritzbeton-Roboter-Einrichtung integriert. Umsetzschalungen mit einer Betonblocksatzhöhe von etwa 9 m Höhe wurden im australischen Schachtbohrprojekt „Oryx-Mine“ erstmalig erfolgreich zum Einsatz gebracht. Grundsätzlich kann die Auskleidung des gebohrten Schachtes mit allen im Schachtbau möglichen Ausbausystemen erfolgen, da die Schachtauskleidung unabhängig von dem Betrieb der Schachtbohrmaschine erfolgt. Für tiefe Schächte hat sich der Betonausbau bewährt: Dieser kann als Ortbeton mit einer Umsetzschalung, aber auch als Gleitusbau mit einer Gleitschalung oder als Spritzbeton mit und ohne Bewehrung eingebaut werden.

Auf der mehretagigen Schachtarbeitsbühne sind zusätzlich Speichermagazine der Versorgungsleitungen installiert. Je nach Form und Typ der geforderten Schachtauskleidung ist ein Betonsilo mit Remixer zur Aufnahme des in der Betonfallleitung verstärkten Betons angeordnet.

Die Montage der Schachtbohrmaschine erfolgt in dem etwa 10 m tiefen Vorschacht. Lediglich der Bohrkopf und die untere Verspannebene stehen im Vorschacht. Die Maschine bohrt sich nach der Installation schrittweise in das anstehende Gebirge ein und die Teufeinrichtung wird sukzessiv ergänzt. Sobald die komplette Vortriebseinrichtung im Schacht installiert ist, werden die Schachtabdeckung und das vormontierte Teufgerüst auf den Schacht montiert.

Die vom Bohrkopf der Schachtbohrmaschine gelösten Ausbruchberge verstürzen in das Vorbohrloch. Bis zum Erreichen der Schachtunterfahrungsstrecke laufen das Schachtbohren sowie das Schachtauskleiden kontinuierlich und parallel. Schachtbohrleistungen von täglich etwa 15 m bis 20 m werden mit der neuen Herrenknecht-Schachtbohrmaschine angestrebt bei Schachtbohrdurchmessern von bis zu 11,5 m. Nach dem Durchschlag der Schachtbohrmaschine in die Unterfahrungsstrecke wird die Maschine in ihrer Endstellung geparkt, in ihre Einzelteile zerlegt und abtransportiert.

### ■ Vorzüge der Schachtaufweitmaschinenteknik

Das Schachtaufweitbohrverfahren gehört weltweit zu den leistungsfähigsten Schachtabteufverfahren; der Weltrekord



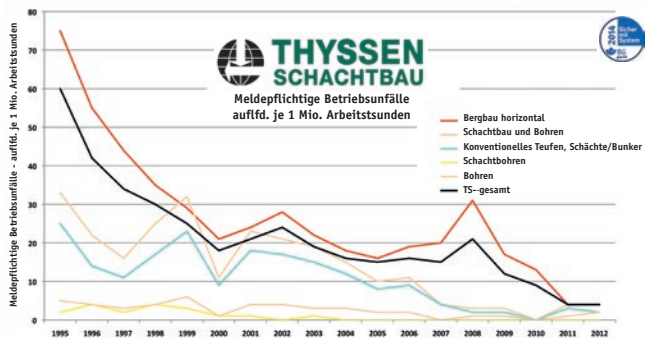
im Schachtabteufen wird durch das mechanisierte Schachtbohren auf Vorbohrloch gehalten. Die Vorteile dieser Schachtbohrtechnik – gegenüber der konventionellen Schachtabteufmethodik unter Einsatz der Bohr- und Sprengarbeit oder alternativ im Vergleich zu anderen mechanischen Löseverfahren – sind die hohe Abteufgeschwindigkeit, hohe Präzision hinsichtlich Vertikalität und Kreisform des Schachtquerschnittes, der daraus resultierenden Ressourcenschonung sowie die nahezu erschütterungsfreie Gebirgsbehandlung. Der Teufzyklus verläuft kontinuierlich und wird nicht durch Zeiten für Sprenglochbohren oder Auswettern von Sprenggasen unterbrochen. Aus technischer Sicht bringt die Anwendung dieses Verfahrens viele Vorteile:

- Hohes Arbeitssicherheitsniveau des Teufvorgangs aufgrund hohen Mechanisierungsgrades
- Humane Arbeitsbedingungen der Teufmannschaft
- Keine Sprengarbeit und dadurch weder Erschütterungen im Schachtbereich noch eine Belastung der Wetterführung durch Sprengschwaden
- Kontinuierlicher Arbeitsprozess mit der Folge hoher Schachtbohrteufraten, etwa 8 m/d bis 15 m/d fertiger Schacht
- Hoher Parallelisierungsgrad der Vortriebs- und Ausbaurbeiten
- Zerstörungsfreie und beinahe rissfreie Herstellung des Gebirgsausbruches
- Geringer Mehrausbruch und geringerer Bedarf, damit ökonomischer Einsatz von Sicherungs- und Auskleidungsmitteln
- Frühestmögliche Inbetriebnahme und Refinanzierung des Schachtprojektes

### ■ Herrenknecht-Maschinenteknik

Um in Zukunft moderne, effiziente und sichere Bergbauprojekte durchzuführen, müssen Bergbauunternehmen neue Wege beschreiten. Hierbei unterstützt sie Herrenknecht mit innovativer Maschinenteknik. Bei der Erschließung tief gelegener Lagerstätten oder der Entwicklung einer unterirdischen Mineninfrastruktur müssen Bergbauunternehmen heute sowohl sichere und attraktive Arbeitsplätze für ihre Mitarbeiter schaffen als auch ihre Abbauleistung erheblich steigern.

Die perfekte Lösung dafür bietet der maschinelle Schachtbau: Herrenknecht erweitert kontinuierlich ihr facettenreiches Produktportfolio, um den Bedürfnissen ihrer Kunden gerecht zu werden. Hierbei kann Herrenknecht auf ihr branchenübergreifendes technisches Know-how zurückgreifen. Tunnelbauverfahren und -technologien finden zunehmend auch im neuen Geschäftsfeld des Bergbaus Eingang.



Unfallkennzahlen des mechanisierten Schachtbohrens auf Vorbohrloch (gelb) im Vergleich zu übrigen Bergbau

Mit dem Einsatz der Schachtabsenkanlage steigt die Gesamtleistung dank der gleichzeitigen Ausführung von Arbeitsabläufen und damit auch der Kapitalwert des Projekts. Herrenknecht hat in enger Zusammenarbeit mit THYSSEN SCHACHTBAU und Murray & Roberts Cementation eine neue Generation fortschrittlicher, leistungsstarker Schachtbohrmaschinen entwickelt.

### ■ Resümee

Der Aufschluss von Lagerstätten bis zur Erreichung der geplanten Produktionsförderrate des Bergwerkes ist mit sehr langen Vorlaufzeiten und hohen Vorfinanzierungsvolumina verbunden. Insofern sind Techniken zum schnellen und effizienten Aufschluss von Lagerstätten notwendig. Die Schachtbohrtechnik auf Vorbohrloch kann zur Erreichung dieses Ziels einen wichtigen und maßgeblichen Beitrag leisten: Durch die Reduzierung der Schachtabteufzeit um 25 % bis 30 % bei Einsatz der SBE-Schachtbohrtechnik im Vergleich zur konventionellen Schachtteuftechnologie verkürzt sich die Zeit bis zur Inbetriebnahme eines Bergwerkes signifikant.

Neben der Wirtschaftlichkeit sind ein hohes Niveau der Arbeitssicherheit und eine deutliche Verbesserung der Arbeitsbedingungen im Schacht weitere Vorteile des Schachtbohrverfahrens.

THYSSEN SCHACHTBAU und Murray & Roberts Cementation sind bereit, ihren Kunden durch die Anwendung innovativer, mechanisierter Schachtbohrmethodik ein Höchstmaß an Leistung zur Verfügung zu stellen. Die Herrenknecht-SBE ist eine zu diesem Zweck in Kooperation konzipierte Schachtaufweitungsmaschine, die ab sofort zum Einsatz kommen kann.

Eduard Dorn · [dorn.eduard@ts-gruppe.com](mailto:dorn.eduard@ts-gruppe.com)  
 Rudolf Makosch · [makosch.rudolf@ts-gruppe.com](mailto:makosch.rudolf@ts-gruppe.com)  
 Hubertus Kahl · [kahl.hubertus@ts-gruppe.com](mailto:kahl.hubertus@ts-gruppe.com)  
 Norbert Handke · [handke.norbert@ts-gruppe.com](mailto:handke.norbert@ts-gruppe.com)



Bohrplatz REMLINGEN 15 der Asse GmbH

## Schachtanlage Asse: Konzeptplanungen für das Abteufen des Schachtes Asse 5

Die Arbeitsgemeinschaft Schacht Asse 5 (ARGE Schacht Asse 5), bestehend aus der Deutschen Montan Technologie GmbH (DMT), Essen, der K-UTEC AG Salt Technologies, Sondershausen, und der THYSEN SCHACHTBAU GMBH, Mülheim an der Ruhr, ist seit Anfang 2011 mit der Erstellung der Konzeptplanungen für den neuen Schacht Asse 5 der Schachtanlage Asse, Remlingen, Kreis Wolfenbüttel, beauftragt. Auftraggeber ist das Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter (BfS).

Für die Bergung und Rückholung der auf der Schachtanlage Asse untertägig eingelagerten radioaktiven Abfälle ist der Bau eines zusätzlichen Schachtes mit leistungsstarker Förderanlage erforderlich. Ein geeigneter Schachtansatzpunkt wurde gewählt und die übertägige Schachterkundungsbohrung erstellt. Die ARGE Schacht Asse 5 hat diese Arbeiten betreut. Mit der geologischen und geotechnischen Auswertung der Erkundungsbohrung unter schachtbautechnischen Gesichtspunkten wurde ebenfalls die ARGE Schacht Asse 5 beauftragt.

Auf Grundlage der Erkenntnisse aus mehreren Erkundungsbohrungen soll die Eignung des gewählten Ansatzpunktes nachgewiesen werden. Zugleich dienen diese Erkenntnisse zur Klärung der weiteren Randbedingungen u.a. für das Teufverfahren, den Schachtausbau, die Lage der Füllörter und den Verlauf der Anschlussstrecken.

■ **Neuer Schacht Asse 5 ist Bestandteil des Konzeptes zur Rückholung des radioaktiven Abfalls aus den untertägigen Grubenräumen nach über Tage**

Im ehemaligen Forschungsbergwerk Asse wurden von 1967 bis 1978 rund 126.000 Fässer mit schwach- und mittlerradioaktiven Abfällen eingelagert.

Nachdem Ende 2008 beschlossen wurde, die Schachtanlage Asse II künftig verfahrensrechtlich wie ein Endlager zu behandeln, ging die Betreiberschaft am 1. Januar 2009 auf das



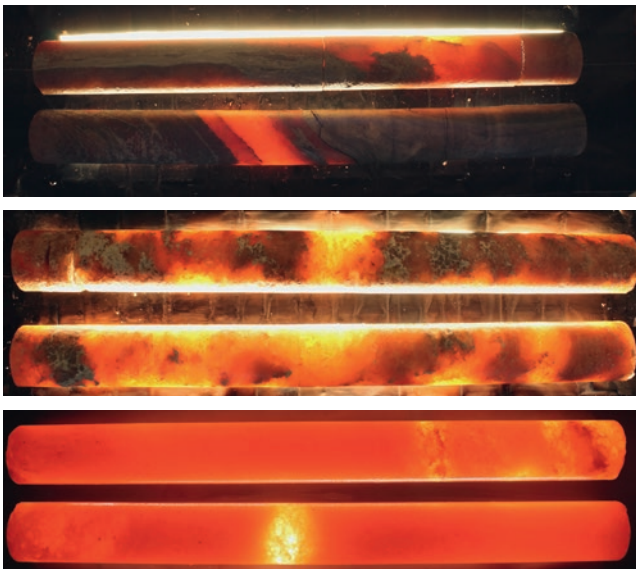
BfS über. Um dem im Atomgesetz formulierten Auftrag einer unverzüglichen Stilllegung der Schachanlage nachzukommen, entschied sich das BfS nach einem Vergleich unterschiedlicher Stilllegungsoptionen für die Rückholung des eingelagerten radioaktiven Abfalls. Dabei soll der eingelagerte radioaktive Abfall störfallfrei wieder nach über Tage gebracht werden. Dazu ist ein Schacht mit einer leistungsfähigen Förderanlage und entsprechender infrastruktureller Ausrüstung erforderlich.

### ■ Durchführung und Auswertung der Schachterkundungsbohrung

Nachdem ein geeigneter Ansatzpunkt für die zu teufende Schachterkundungsbohrung Remlingen 15 gefunden worden war, wurden von der Asse-GmbH Ende des Jahres 2012 die notwendigen Genehmigungsverfahren zum Niederbringen dieser Bohrung eingeleitet.

Zeitgleich hat die ARGE Schacht Asse 5 im Auftrag des BfS die Entwurfsplanungen für das Bohrprojekt erstellt, auf deren Grundlage die Asse als Betriebsführerin des Bergwerks nach Erstellung der Ausführungsplanungen eine europaweite Ausschreibung initiiert hat. Nach Auswahl und Beauftragung des Auftragnehmers für die Durchführung der Schachterkundungsbohrung durch die Asse und Beauftragung der Subunternehmer für die entsprechenden geophysikalischen und geohydraulischen Testreihen durch die ARGE Schacht Asse 5 konnten die Bohrarbeiten im Juni 2013 aufgenommen werden. Die Bohrarbeiten wurden von der ARGE Schacht Asse 5 durch Übernahme und Durchführung der geologischen Vor-Ort-Fachbauleitung betreut, um die unmittelbare Kernansprache und die damit verbundene Dokumentation zu gewährleisten.

„Salinar-Kerne aus der Bohrung REMLINGEN 15 aus verschiedenen Teufen“



THYSSEN SCHACHTBAU führt derzeit in Russland im Rahmen von zwei Schachtbauprojekten für den Kalibergbau ähnliche Aufgaben durch. Es handelt sich um die Erstellung der jeweiligen Schachterkundungsbohrungen mit Messprogramm und anschließender geologisch-, hydrologisch- und geotechnischer Auswertung unter schachtbautechnischen Gesichtspunkten. Auf diese Erfahrungen konnte für die Aufgabenstellung des Schachtes Asse 5 zurückgegriffen werden.

Zwischenzeitlich wurde von der ARGE Schacht Asse 5 das beauftragte Sicherheits- und Nachweiskonzept erstellt, in welchem konzeptionelle Überlegungen zur Führung entsprechender Nachweise zur Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit für die Bau- und Betriebsphase des neuen Schachtes als Teil einer kerntechnischen Anlage dargelegt werden. Die erforderlichen Nachweise sind zusammen mit der Genehmigungsplanung der Rückholung bei den zuständigen Behörden im weiteren Verfahrensablauf vorzulegen.

### ■ Evaluierung der Vorzugsvariante zur Rückholung des radioaktiven Abfalls

Im aktuellen Arbeitsschritt der Konzeptplanungen erarbeitet die ARGE Schacht Asse 5 den Variantenvergleich, in dem Vorgaben aus dem Sicherheits- und Nachweiskonzept, Einflüsse auf die bauliche und konstruktive Gestaltung des Schachtes, Zweckmäßigkeit und wirtschaftliche Gesichtspunkte betrachtet werden. Mit den Erkenntnissen aus der Erkundungsbohrung Remlingen 15 und den zusätzlichen untertägigen Bohrungen aus dem Grubengebäude in Richtung des neuen Schachtes Asse 5 soll in einem weiteren Schritt die Anzahl der Varianten auf zwei bis drei begrenzt werden. Davon wird anschließend vom BfS eine weiter zu beplanende Variante ausgewählt.

Diese Vorzugsvariante soll als Grundlage für die nachfolgenden Konzeptplanungen, für eine Systembeschreibung und für die schlussendliche Vorstellung bei Genehmigungsbehörden, beteiligten Dritten sowie der Öffentlichkeit dienen.

Thomas Jank · [jank.thomas@ts-gruppe.com](mailto:jank.thomas@ts-gruppe.com)

Markus Westermeyer · [westermeyer.markus@ts-gruppe.com](mailto:westermeyer.markus@ts-gruppe.com)



Blick über das Bergwerksgelände

rechts: 95 m hoher Förderturm



## Baustoffversorgungsanlage Kouzidong

**China hat den Bau von neuen Produktionsstätten für den Abbau von mehr als 100 Millionen Tonnen Kohle genehmigt, sechsmal mehr als im Vorjahr und in einer Höhe von zehn Prozent des US-Jahresverbrauchs. Das Kohlebergwerke Kouzidong mit einer jährlichen Förderkapazität von bis zu acht Millionen Jato Kohle und mit einer Kohlereserve von 730 Millionen Tonnen liegt in der Provinz Anhui.**

Im Jahr 2012 erhielt die OLKO-Maschinentechnik GmbH den Auftrag, eine Baustoffversorgungsanlage zu liefern. Der Baustofftransport soll anstelle mit Big-Bags in Zukunft aus einem 150 m<sup>3</sup> Hochsilo über Tage mit einem Tandemsender über fünf Stück 20 m<sup>3</sup> Zwischenstationen zu drei Stück 12 m<sup>3</sup> mobile Vor-Ort-Stationen transportiert werden.

Das Ausmaß der Erhöhung der Kohleproduktion in China nur mit großen Bergwerken spiegelt Pekings Ziel wider, die Produktionskapazität um 860 Millionen Tonnen bis 2015 zu erhöhen – dies ist mehr als die gesamte Jahresproduktion von Indien. Nach offiziellen Angaben betrug die chinesische Kohleproduktion mit 3,7 Milliarden Tonnen in 2012 fast die Hälfte der weltweiten Gesamtproduktion. Die meisten der neuen Produktionsstätten Chinas befinden sich in Regionen wie der Inneren Mongolei und Shaanxi. Dies belegt die Strategie, kleine Kohlebergwerke an Standorten wie Beijing zu schließen und die Produktion in einer Reihe von großen Kohleindustrie Basen zu konzentrieren.

Kohlebergwerke in solchen Dimensionen sind selten an anderen Orten der Welt zu sehen und beinhalten eine enge Verknüpfung mit Kohlekraftwerken und Chemieanlagen.

Eines dieser großen Kohlebergwerke ist Kouzidong 2.

Die Kohlegrube Kouzidong 2 gehört zu SDIC Xinji Energy Co., Ltd. und befindet sich im Distrikt Yindong in der Stadt Fuyang, Provinz Anhui.

Mit einer jährlichen Fördermenge von bis zu acht Millionen Tonnen Kohle gehört sie zu den außergewöhnlich großen Gruben. Mit einer Kohlereserve von 730 Millionen Tonnen kann sie über einen Zeitraum von 100 Jahren abgebaut werden. Die Investitionssumme für das Projekt beträgt 3,8 Milliarden Yuan (rund 440 Millionen Euro).

Es gibt zehn abbaubare Kohleflöze mit einer durchschnittlichen Mächtigkeit von rund 28 m. Der Förderturm über dem Hauptschacht ist 95 m hoch und wiegt 1.310 t, dies macht ihn zur Nummer eins im Bereich Untertagebergbau weltweit. Das Kühlsystem im Haupt-, Neben- und Wetterschacht sowie dessen Grubengebäude nimmt ebenfalls den ersten Rang im weltweiten Vergleich ein.

Nach der Erschließung der Grube kommen nun die fortschrittlichsten Technologien und Managementmethoden zum Einsatz. Die automatisierten Arbeitsprozesse, die digitalisierten Kontrollsysteme, das IT-basierte Management, die Sicherheitsüberwachung und die Management-Philosophie sollen führend in China sein.

Im Jahr 2012 erhielt OLKO den Auftrag, eine Baustoffversorgungsanlage zu liefern. Mithilfe dieser Anlage soll die untertägige Versorgung mit Baustoff optimiert werden. Der bislang umständliche untertägige BigBag-Transport reicht in Bergwerken dieser Größenordnung nicht aus.





150 m<sup>3</sup> Baustoffsilos über Tage

Um nur einen Bruchteil des Bergwerks zu versorgen, mussten diverse Colliers per Schiff nach China transportiert werden, für OLKO-Maschinentechnik eine große, aber nicht unlösbare Herausforderung.

Jahrelange Erfahrung in der Baustoffversorgung und ein aus vielen deutschen Bergwerken erprobtes Verfahren wurde für dieses Projekt eingesetzt.

Der Lieferumfang umfasst folgende Komponenten:

#### Übertägige Einheit:

- 150 m<sup>3</sup> Stahlbau-Hochsilo
- Containereinheit mit 2 × 0,5 m<sup>3</sup> Tandemsender mit Steuerung und Energieversorgung
- Kolbenkompressoreinheit mit mehreren Kältetrocknern

#### Untertägige Einheit: Zwischenstationen

- Fünf Zwischenstationen, bestehend aus je einem stationären 20 m<sup>3</sup> Baustoffbunker
- 2 × 1 m<sup>3</sup> Tandemsender
- Wasserabscheider
- Rohrleitungen und Steuerung

#### Untertägige Einheit: Vor-Ort-Station

- drei mobile Vorort Anlagen jeweils bestehend aus
  - 12 m<sup>3</sup> Baustoffbunker
  - Durchlaufmischer mit Dickstoffpumpe
  - Steuerung
  - hydraulische Antriebseinheit
- Schwerlastgehänge zum Transport der Einheiten mit der Einschienenhängebahn (EHB)
- Rohrleitungen und Steuerung

#### Vollautomatisch schaltende Rohrweichen

#### ■ Übertägige Anlage

##### Silo Typ 150 m<sup>3</sup>

Das Silo dient im Wesentlichen dazu, den trockenen Baustoff von der Förderluft zu trennen und zwischen zu lagern. Es ist in segmentbauweise ausgeführt. Die Typengröße 150 m<sup>3</sup> mit einem Nutzvolumen von rund 147 m<sup>3</sup> Trockenbaustoff besteht aus den Hauptkomponenten Silosegmente, Auslaufkonus, Belüftungsdüsen, Patronenfilter, Leiteranlage, Schwenkkran, Entlüftungs- und Befüllleitung. Die Dachfläche ist begehrbar und mit entsprechenden Öffnungen zur Kontrolle bzw. zu Wartungs- und Reparaturarbeiten versehen sowie mit einem elektrisch betriebenen Hubzug für kleine Lasten bis rund 250 kg, Podesten, Treppenanlagen, Leitern und Absturzsicherungen ausgestattet.

Die Beschickung des Silos mit Baustoff erfolgt über eine pneumatische Förderleitung DN 100. Dazu fahren Silowagen neben das Silo und schließen einen entsprechenden Befüllschlauch an die Befüllleitung an. Das Silofahrzeug wird mit Druckluft beaufschlagt, das ofentrockene Baustoffgemisch wird von der Förderluft mitgerissen und in das Silo eingeblasen. Die Förderluft gelangt über den Patronenfilter gereinigt in die Umgebung, der Baustoff lagert sich im Silo ab. Der Befüllvorgang erfolgt automatisch und wird durch die im Container integrierte Steuerung überwacht.

Zum Transport nach unter Tage gelangt der Baustoff über Zelleradschleuse, Hosenrohr, Auslaufklappe in einen der beiden Druckbehälter des sich unterhalb des Silos befindlichen Tandemsenders. Durch das Öffnen von einer der beiden Auslaufklappen wird die Befüllleitung zu einem Druckbehälter freigegeben. Zur Verbesserung des Fließverhaltens und um Brückenbildungen zu vermeiden, wird während des Austrags die Ringbedüsung mit Druckluft beaufschlagt. Eine kontinuierliche Befüllung wird durch drehzahlgeregelte Zelleradschleusen gewährleistet.

### Tandemsender und Sendecontainer

Der Tandemsender dient dazu, den trockenen Baustoff über große Entfernungen zu transportieren. Um eine nahezu kontinuierliche Förderung zu erreichen, werden die beiden Druckbehälter wechselseitig befüllt und entleert. Über die gemeinsame Dosierschnecke wird das Material aus den Druckbehältern der Förderleitung zugeführt. Die Entlüftung der Druckbehälter erfolgt über die Entlüftungsleitung DN 80 in das vorgeschaltete Silo.

Die elektro-pneumatische Steuerung dient dazu, die Über-tage-Anlage zu überwachen, zu steuern und die Antriebs-elemente zu schalten. Im Automatikbetrieb wird die Anlage mannlos betrieben. In der vorgeschalteten Mess- und Regel-strecke wird die Luftmenge der Förderluft erfasst und regu-liert.

Durch Einsatz eines OPC-Servers wird die gesamte Baustoff-versorgungsanlage überwacht und gesteuert, Fehlerprotokolle sowie jeder Anlagenteil des Systems gespeichert, ausgelesen und angezeigt. Auch ist der Server für eine Fernwartung über Remoteverbindung vorbereitet.

### Zwischenstation

Die stationäre Zwischenstation dient dazu, den Baustoff zwi-schen zu lagern und den nachgeschalteten Anlagen über große Entfernungen über Förderleitungen DN 100 bis DN 150

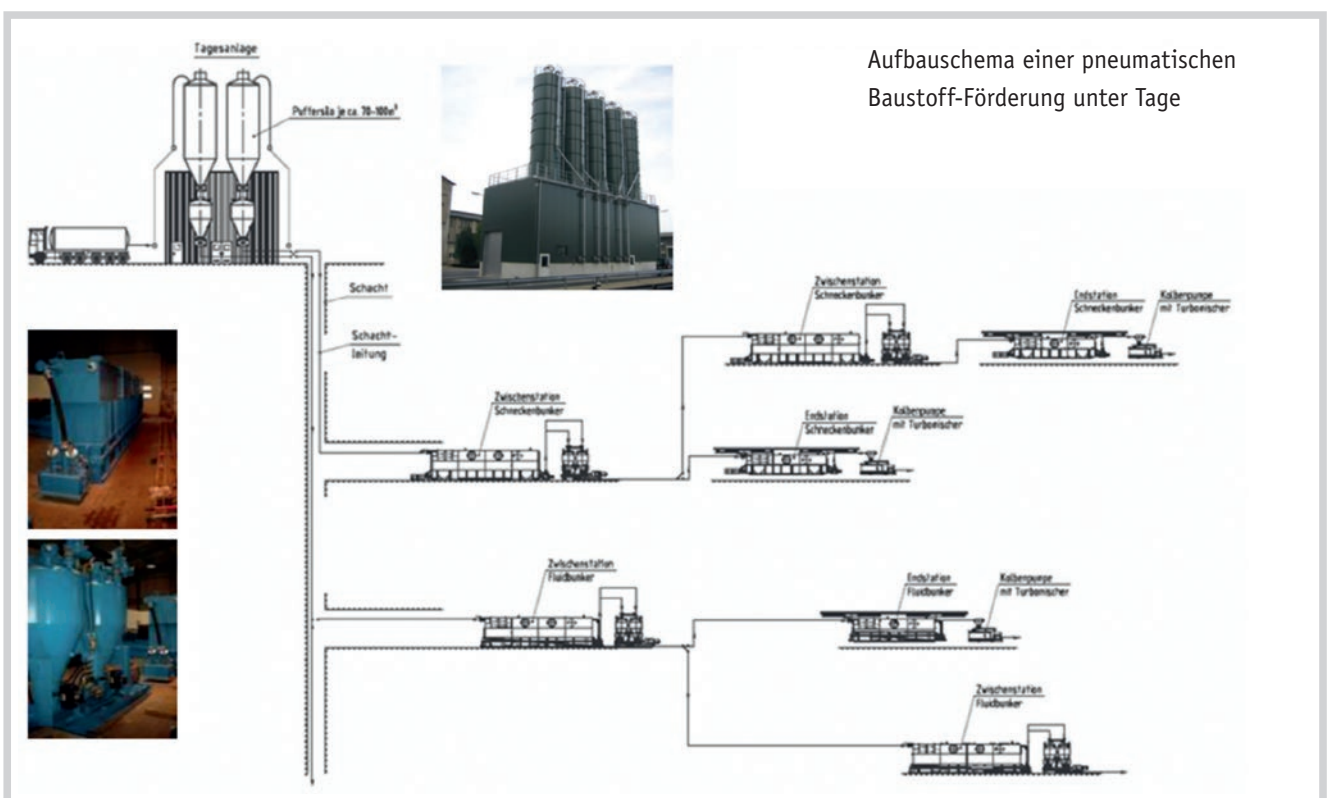


Tandem Sendeanlage und zugehörige Steuerung

zur Verfügung zu stellen. Dieses können sowohl weitere Zwi-schenstationen als auch Vor-Ort Anlagen sein. Die maximale Förderweite und die Förderleistung sind abhängig von dem Fördergut, der Luftmenge, der Rohrleitung und dem Strecken-verlauf.

### Schneckenbunker Typ 20 und 12 m<sup>3</sup>

Der Bunker dient dazu, den trockenen Baustoff von der För-derluft zu trennen, zwischen zu lagern und bei Bedarf den Baustoff zu den nachgeschalteten Anlagen zu fördern. Die Trägerluft gelangt über den Filter gereinigt in die Umgebung. Die Bunker sind als variables Baukastensystem ausgeführt





und können somit in Höhe und Länge erweitert sowie als Zwischen- als auch als Endbunker verwendet werden. Die Hauptkomponenten sind: Schneckenkrog, Schneckenwelle, Airlift, Antriebseinheit, Zwischenring Bunkerhaube und Kompaktfilter.

### Elektro-pneumatische Steuerung

Die elektro-pneumatische Steuerung dient dazu, die Zwischenstation zu überwachen, zu steuern und die Antriebselemente zu schalten. Im Automatikbetrieb wird die Anlage mannlos betrieben. Die Steuerung besteht aus den Hauptkomponenten pneumatischer Steuerschrank, Kompaktstation, IPC mit Bildschirm, SPS, Tastatur und Netzteilen.

### ■ Mobile Vor-Ort-Anlage

Die mobile VO-Anlage dient dazu, den trockenen Baustoff nach Bedarf mit Wasser zu mischen und dem Streckenvortrieb als Beton zur Verfügung zu stellen. Um den stetig voranschreitenden Streckenvortrieb begleiten zu können, ist die komplette Anlage mittels Schwerlastgehänge an der vorhandenen Einschienenhängebahn (EHB) aufgehängt. Die mobile VO-Anlage besteht aus einem Schneckenbunker Typ 12 m<sup>3</sup>, der Betonpumpe mit Hydraulikaggregat, dem Schwerlastgehänge mit Schreitwerk und Rücklaufsperrre und der elektro-pneumatischen Steuerung.

### ■ Schwerlastgehänge mit Schreitwerk

Das Schwerlastgehänge mit Schreitwerk, Laufwagen, Kuppelstangen und bauseitig vorhandene EHB dienen der Mobilität der VO Anlage, um sie bei Bedarf manuell dem Streckenvortrieb nachzuziehen. Weiterhin verhindern das Schreitwerk

Zwischen- bzw. Endbunker als Baukasten-System



Übersicht der Vor-Ort-Anlage auf EHB-Schienenstrang

und die Rücklaufsperrre zuverlässig ein unbeabsichtigtes Wegrollen der Anlage bei Steigungen bzw. Gefällen. Das Gehänge ist kurvengängig und Steigungen sowie Gefälle können befahren werden. Mit dem elektrohydraulischen Schreitwerk können schwere Lasten an einem EHB-System (I-140E/V-Schiene) sicher gehalten oder verfahren werden. Die Bremslaufwagen werden hydraulisch gelüftet und mittels Federkraft geschlossen, somit ist auch bei Energieausfall ein sicheres Halten gewährleistet. Eine Endrücklaufsperrre wird als letztes Bauteil aufgegleist und mit dem Schwerlastgehänge verbunden. Bei Bruch eines Verbindungsbauteils wird so ein unbeabsichtigtes Abrollen in die rückwärtige Richtung ausgeschlossen.

### ■ Derzeitiger Stand der Bearbeitung

Momentan befindet sich die Anlage in der Montage- und Inbetriebnahmephase. Die gemeinschaftliche Arbeit und Abstimmung zwischen Elektrotechnik, Steuerungstechnik sowie Maschinen- und Stahlbau stellt OLKO-Maschinentechnik gerade auf dem chinesischen Bergwerk vor große Herausforderungen.

Das Potential für die Lieferung weiterer Baustoffanlagen ist enorm. Unterstützung wird durch den OLKO-Firmensitz in China gewährleistet, sodass auch unvermeidliche Hürden gemeistert werden und das Projekt einen erfolgreichen Abschluss finden wird.

## ■ Technische Daten der Hauptkomponenten

Silo mit Portalstahlbau	Technische Daten
Hauptabmessungen (L × B × H)	ca. 6500 mm × 4000 mm × 25.300 mm
Nutz / Nennvolumen	147 / 150 m <sup>3</sup>
Durchsatzleistung bei 25 U/min	ca. 35 m <sup>3</sup> /h
Tandemsender Typ 2 × 0,5 m <sup>3</sup>	Technische Daten
Hauptabmessungen (L × B × H) / Gewicht	ca. 4600 mm × 3100 mm × 2500 mm / 2500 kg
max. Förderdruck	4 bar
max. Förderweite	ca. 1400 m (Material- und umgebungsabhängig)
Durchsatzleistung	ca. 10 m <sup>3</sup> (Material- und umgebungsabhängig)
Elektro-pneumatische Steuerung	Technische Daten
Hauptabmessungen (L × B × H)	ca. 3200 mm × 2100 mm × 2600 mm
Spannung	380 / 230 / 24 V
Frequenz	50 Hz
Schneckenbunker Typ 20 m <sup>3</sup>	Technische Daten
Hauptabmessungen (L × B × H)	ca. 13.400 mm × 1200 mm × 3200 mm
Leergewicht	ca. 8000 kg
Nutz / Nennvolumen	15 / 20 m <sup>3</sup>
Durchsatzleistung	ca. 10 m <sup>3</sup> /h (Material- und umgebungsabhängig)
Elektro-pneumatische Steuerung	Technische Daten
Hauptabmessungen (L × B × H)	ca. 3300 mm × 900 mm × 1200 mm (je Einheit)
Spannung	660 V / 50 Hz
Leistung	ca. 5 KW
Betonpumpe mit Durchlaufmischer	Technische Daten
Hauptabmessungen Pumpe (L × H × B)	ca. 4700 × 2400 × 1800 mm / ca. 2400 kg
Hauptabmessungen Aggregat (L × H × B)	ca. 2450 × 1500 × 1550 mm / ca. 2400 kg
Durchsatzleistung	ca. 20 m <sup>3</sup> /h (Material- und umgebungsabhängig)
Schwerlastgehänge mit Schreitwerk	Technische Daten
Eigengewicht	ca. 4000 kg
max. Anhängelast	2 × 134 kN
max. Zug / Haltekraft	ca. 60 / 200 kN
max. Neigungswinkel	ca. 35 gon
Haltekraft der Rücklauf Sperre	ca. 360 kN
Verfahrgeschwindigkeit	ca. 45–60 m/h

Hubertus Niehoff · [niehoff.hubertus@ts-olko.com](mailto:niehoff.hubertus@ts-olko.com)

Uwe Kösterke · [koesterke.uwe@ts-olko.com](mailto:koesterke.uwe@ts-olko.com)





Stahlbaumontage in der Ausbaustufe 1 – Blickrichtung Nordost

# Cameco Cigar Lake-Projekt – Roherzförderanlage

## ■ Zuschlag für die Arbeiten Bautechnik und Stahlbau

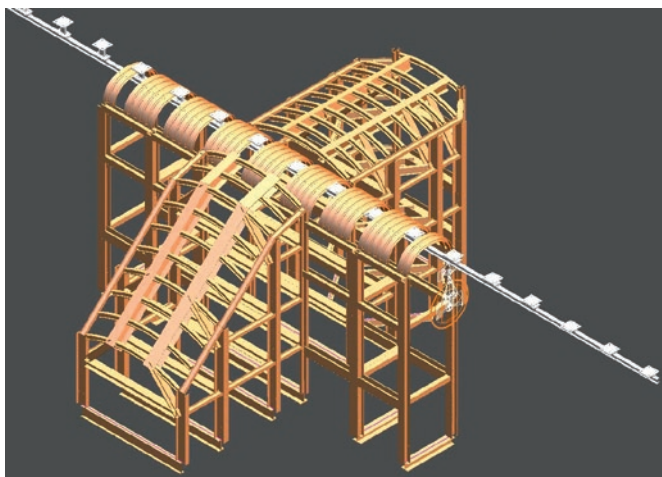
2011 erhielt die ARGE Mudjatik Thyssen Mining (MTM) den Zuschlag für die Arbeiten zum Bau der weltweit ersten untertägigen Roherzaufbereitungsanlage. Sie ist die erste von drei größeren untertägigen Aufbereitungsstufen im Bergwerk Cigar Lake. In der Anlage werden Uranerzschlämme gelagert und gesiebt. In den nachfolgenden Prozessschritten erfolgt die Klassierung und das Mischen der Uranerzschlämme zur Erzielung einer Rohdichte, wie sie für das vertikale Hochpumpen in Schacht 2 über eine Entfernung von 500 m erforderlich ist.

Die Uranerzschlämme werden an der Tagesoberfläche im Erz- ausgangslager zwischengelagert, bis sie zur Anlage in McLean Lake transportiert und zu Yellowcake weiterverarbeitet werden.

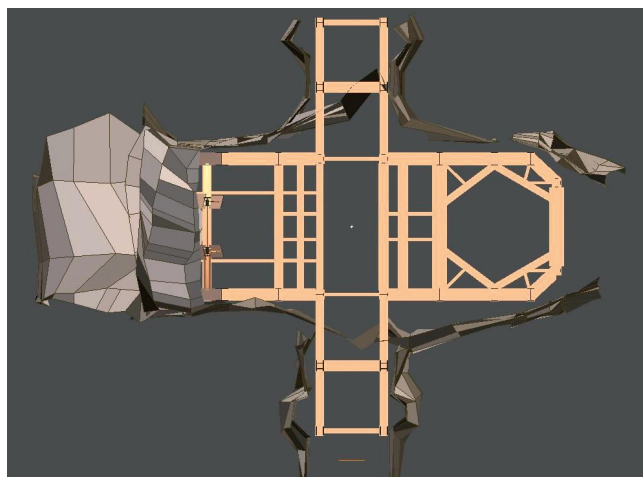
Die Roherzaufbereitungsanlage umfasst insbesondere die folgenden Verarbeitungseinrichtungen:

- die mit Stahl ausgekleideten Erzlagerbecken im nördlichen und südlichen Teil der Roherzförderung
- den zentralen Teil der Roherzaufbereitungsanlage, in dem sich die Greiferkrananlage, die Überlaufschuppen und der Erzbunker befinden,

Roherzförderung – Stahlbau, räumliche Darstellung



Roherzförderung – Stahlbau, Draufsicht



- den Ostflügel, in dem sich der obere Teil des Wasserrückgewinnungstanks, die Pumpen, das „Bubbler“-Füllstandsmesssystem und weitere diverse Rohrleitungssysteme und Ausrüstungen befinden,
- den Westflügel, in dem sich der kleinste Wasserspülungs-Kegelbrecher der Welt, die Förderschnecke mit Magnetabscheider, die Sandabscheider sowie die dazugehörigen Motoren, Pumpen und Hydraulikaggregate befinden sowie
- das Blindort für den Wasserrückgewinnungstank.

### ■ Bauverfahren

MTM hatte ein „Top-Down“-Verfahren vorgeschlagen, das sich sowohl im Hinblick auf die Kosten als auch auf die Zeitplanung und – was noch wichtiger war – für die Sicherheit des Personals als günstiger erwies. Das „Top-Down“-Verfahren ersparte den Einbau umfangreicher Gebirgsabstützungen, die andernfalls zur Stabilisierung des vormals überfluteten Bereichs erforderlich gewesen wären.

### ■ Ausbaustufe 1 – Oktober 2011

Aufgrund des Wassereinbruchs im Cigar Lake Bergwerk im Jahre 2006 waren Anfang 2010 umfangreiche Arbeiten an der Beladestation und der untertägigen Skipfördereinrichtung erforderlich, so dass die Kammer der Roherzaufbereitungsanlage zunächst als Abraumzwischenlager benutzt wurde. Diese umfangreiche Zwischenlagerung verhinderte einen „Schutterstau“ im Untertagebereich und ermöglichte die Fortführung des Vortriebs in anderen wichtigen Prozessbereichen des Bergwerks, während die endültigen Planungen für die Roherzaufbereitungsanlage erstellt wurden.

Nach Wiederherstellung des Roherzförderbereichs im Jahre 2011 begannen die Arbeiten für die Ausbaustufe 1 mit dem Planieren und Entfernen von Abraum. Zeitgleich wurden zusätzliche Gebirgssicherungen und Lastanschlagpunkte über Kopf zur Erleichterung der Stahlbaumontage installiert.

Anschließend wurde der Einbau der Stahlkonstruktion der Ausbaustufe 1 und der Einschienenhängebahn für den 10-t-Greiferkran abgeschlossen, bevor die Arbeiten für den umfangreichen Einbau der Baustahlmatten in Angriff genommen wurden.

Nach Prüfung des Stahlbaus und der Bewehrung begann die schwierige Operation des Einschalens. Die Schalung musste speziell konstruiert werden, da es sich hier um eine „Blindbetonage“ über Kopf unter Verwendung einer Schwing-Pumpe handelte. Durch den Pumpendruck bestand ein größeres Risiko, die Schalungen wegzudrücken als bei einer konventionellen Betonage, bei dem der Beton von oben in die Schalungen fließt und nur die Betonlast und der hydrostatische Betondruck eine Rolle spielen.



Einschienenhängebahn für 10-t-Greiferkran & Bewehrungseinbau – Blickrichtung Süd

Ausbaustufe 1 wurde in zwei getrennten Einbringungsphasen betoniert. Die erste bestand im Betonieren der Nord-, Süd-, Ost- und Westwände, die etwa 3,70 m hoch waren und insgesamt 460 m<sup>3</sup> Beton erforderten. Vor der zweiten Betonage wurden Sockel für die Einschienenbahn des 2-t-Service-Krans erstellt, um die einwandfreie Einbettung in den Deckenbeton zu gewährleisten. Die zweite Betonage, die ebenfalls eine speziell konstruierte Schalung erforderte, bestand aus der „Blindbetonage“ von etwa 380 m<sup>3</sup> Beton über Kopf. Der 2-t-Einschienen-Service-Kran wurde kurz nach der Entfernung der Überkopfschalung installiert.

### ■ Ausbaustufen 2 und 3 – Bauarbeiten

Nach Fertigstellung der Baustufe 1 wurde die Betonsauberkeitsschicht in mehrere hundert, jeweils 1 m<sup>2</sup> große Quadrate zersägt und auf dem ungestörten Gestein in einer Tiefe weit unterhalb der Unterkante der Stahlbaukonstruktion von Ausbaustufe 3 gelagert. Anschließend wurde eine weitere Sauberkeitsschicht betoniert, die als Arbeitsfläche für den 15-t-Broderson-Mobilkran diente, der für den Einbau der

Aufwendige Schalung, bestehend aus Stahlbögen in Ausbaustufe 1 – Bereit zur Betonhinterfüllung





Stahlkonstruktion und der Bewehrung der Ausbaustufen 2 und 3 erforderlich war. Der Stahlbau für die Ausbaustufen 2 und 3 der Roherzförderung wurde bis zur endgültigen Tiefe eingebaut. Im Bereich des Ostflügels wurden mehrere Stahlbauteile vorerst nicht verbaut, um ausreichend Platz für die zukünftige Gleitschalung des Wasserrückgewinnungstanks zur Verfügung zu haben.

Nach Beendigung der Stahlbau- und Bewehrungsarbeiten wurden QT-100 Verschleißbleche in etwa 25 % des nördlichen und des südlichen Erzlagertanks eingebaut. Insgesamt wurden 192 Stahlbleche mit den Maßen 1/2" x 4' x 8' dicht eingeschweißt, die dazu bestimmt waren, als „Schalung“ für die Hinterfüllung des ausgebrochenen Volumens für die Stahlbauteile und die Baustahlmatten während der Bauarbeiten und als Schleißschutz für den Zweischalengreifer während der Förderung zu dienen.

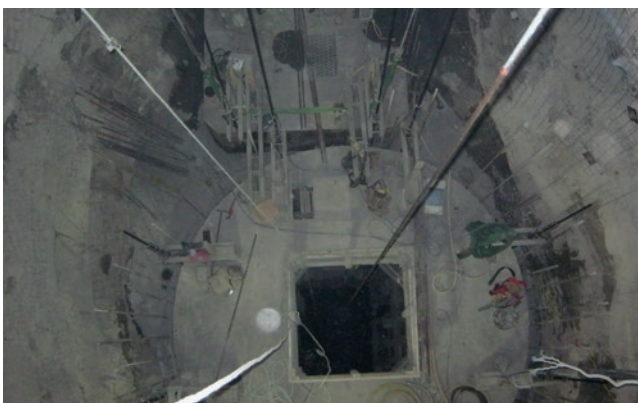
Die Betonzwischendecken wurden in mehreren Phasen betoniert. Die Decken wurden für die Auflagerung auf der Oberkante der in der Mitte der Roherzförderung stehenden Betonwände konstruiert, was für die Planung gleichzeitig ablaufender Bautätigkeiten eine echte Herausforderung bedeutete. Diese komplexen Betonagen erforderten ein aufwändig geplantes Einrücken und Einschalen sowie eine strategische Anordnungsplanung der einzubetonierenden Bauteile und Verankerungen.

Aufgrund der Lage des Wasserrückgewinnungstanks im Ostflügel wurden auf diese Weise zunächst nur der Nord-, Süd- und Westflügel betoniert. Der Ostflügel wurde nach Fertigstellung des Wasserrückgewinnungstanks betoniert.

### ■ Gleitschalung für den Wasserrückgewinnungstank

Der Wasserrückgewinnungstank hat die Funktion, die von der Hochdruckgewinnungsmaschine in die Erzlagertanks der Roherzförderung gepumpten Uranerzschlämme zu entwässern, indem sich die Feststoffe auf dem Boden der Tanks absetzen und das Wasser nach dem Passieren von Überläufen (mittels

Gleitschalung, ausblickend vom Zugang der Hängebühne



Sandabscheidern) gereinigt und für die Wiederverwendung in der Hochdruckgewinnungsmaschine zurückgewonnen wird.

Der Wasserrückgewinnungstank besteht aus den folgenden drei unterschiedlichen Abschnitten, die auf der 500 m-Sohle ihren Anfang nehmen und sich über eine Gesamthöhe von 33 m über die 480 m Sohle hinaus nach oben in einen Aufbruch erstrecken:

- Abschnitt 1: Stahltankkegel mit  $\varnothing$  0,15 m bis  $\varnothing$  5,0 m und etwa 7,0 m Höhe
- Abschnitt 2: Betontank mit  $\varnothing$  5,0 m und etwa 15,0 m Höhe
- Abschnitt 3: Stahltank mit  $\varnothing$  3,0 m und etwa 11,0 m Höhe (einschl. Übergangskegel)

Der in Gleitschalung hergestellte Abschnitt des Wasserrückgewinnungstanks wurde zuerst gebaut. Das Gleitschalungssystem besteht aus Schubstangen und Hydraulikzylindern, einem Hydraulikaggregat und einer Reihe von Heberböcken zur Verbindung der beiden Holzschalungssätze ( $\varnothing$  5,0 m kreisförmiger Tank und 3,0 m x 2,5 m rechteckiger Einstiegs- und Rohrleitungsschacht). Vor Beginn des Gleitens waren speziell konstruierte Hilfsrüstungen zur Schaffung einer Basis für das Einbetonieren des Beton/Stahlübergangs erforderlich. Die Basis musste so stabil sein, dass die Schalungen anfänglich nach oben gedrückt werden konnten, bis der Beton seine Eigentragsfähigkeit erreicht hatte. Die durchschnittliche Gleitschalungsvorschubrate pro Stunde betrug etwa 5 m bis 11 m oder etwa 0,15 m bis 0,30 m in vertikaler Richtung. Aufgrund der Art des untertätigen Gleitschalungseinsatzes erforderte das Gleitschalungssystem einen erheblichen Aufwand an Arbeitskräften, um den Projektfortschritt im Zeitplan zu halten. So waren z.B. typischerweise zwischen der Tagesoberfläche und unter Tage 20 Leute mit den Gleitschalungsarbeiten befasst einschließlich eines Vertreters der Fa. Scanada Slipform zur Beaufsichtigung der gesamten Arbeiten. Im Verlauf der Gleitschalungsarbeiten wurden etwa 30 t Bewehrung und 390 m<sup>3</sup> Beton eingebracht. Als nächster Abschnitt wurde dann der obere Stahltank installiert.

Vor dem Einbau der Tankringe mit  $\varnothing$  3,0 m wurde ein Übergangskegel (von  $\varnothing$  5,0 m auf  $\varnothing$  3,0 m) auf dem in Gleitschalung hergestellten Beton verschraubt und dann im eingebauten Zustand mit einer selbstverdichtenden Betonmischung betoniert.

Die MTM-Baustelleningenieure hatten ein Hebe- und Einbauverfahren ersonnen, das sich bei den zur Verfügung stehenden stark beengten Platzverhältnissen als äußerst erfolgreich für den Einbau des oberen Teiles des Wasserrückgewinnungstanks erwies. Die den Tank bildenden Bleche wurden unter Tage zu Ringen zusammengeschweißt, die dann auf spezielle Gleitbalken (über dem offenen Übergangskegel von  $\varnothing$  5,0 m auf  $\varnothing$  3,0 m) gesetzt und in die richtige Position geschoben wurden. Jeder Tankring wurde einzeln angehoben und an den nächsten darunter befindlichen Tankring geschweißt. Die Ar-



Erstellung des oberen Wasserrückgewinnungstanks unter Verwendung angepasster Verlagerungsträger über dem Auslauftrichter

beiten wurden auf diese Weise solange fortgeführt, bis der obere Stahltank fertig gestellt war.

Der letzte Bauabschnitt bestand aus dem unteren Stahltank und dem Kegel. Basierend auf den am oberen Stahltank gemachten Erfahrungen wurden auch die unteren Tankringe und die Kegelringe vorgeschweißt und einbaufertig nach unter Tage gefördert.

Da der untere Stahltank erheblich schwerer als der obere Stahltank war, wurde – auch unter den gegebenen beengten Platzverhältnissen – die Entwicklung eines speziellen Hebeplans zur sicheren und erfolgreichen Erstellung des Tanks erforderlich. Das Gewicht des stählernen Teils des Wasserrückgewinnungstanks (oberer und unterer Abschnitt) beträgt etwa 38 t. Das Gewicht des Wasserrückgewinnungstanks im gefüllten Zustand beträgt 480 t bei einem Volumen von 480 m<sup>3</sup>.

Da der obere Teil des Wasserrückgewinnungstanks als erster fertig gestellt war, konnte MTM die Zwischendecken im Ostflügel während der Erstellung des unteren Stahltanks und des Stahlkegels einbauen. Auch in diesem Falle wurden unter Verwendung spezieller Hilfsrüstungen für jede einzelne Betonage die Decken in drei separaten Schritten betoniert.

Nach Abschluss der Betonarbeiten im Ostflügel begann der Einbau der dort noch verbleibenden Stahlkonstruktion. Hierbei handelte es sich um Treppen, Leitern und Bühnen für den

Zugang sowohl zum Einstiegs- und Rohrschacht, als auch zu jeder Zwischendecke im zentralen Teil der Roherzförderkaverne.

### ■ Zuschlag für weitere Ausbauarbeiten

Aufgrund der sicheren, qualitativ hochwertigen und kostengünstigen Ausführung der Arbeiten durch MTM und ihre Subunternehmer für den Auftragsumfang Bautechnik/Stahlbau erhielt MTM ebenfalls den Zuschlag für den Vertragsteil Maschinenbau/Rohrleitungsbau/Elektrik/Messtechnik. Die Arbeiten dieses Teils des Vertrages beinhalteten folgende Anlagen und Ausrüstungen:

- Roherzgreiferkran und Modifikationen, Zweischalengreifer, Hängekranlaufschiene
- Versorgungs- und Personenförderkorb für die Roherzanlage
- Kegelbrecher mit Wasserspülung, Schmierung, Kühlung, Hydraulikanlage; Montagerahmen, Versorgungslaufschienen und Hebezeuge für Kegelbrecher sowie Ausgabetrichter und Schlauchleitung zur 500 m Sohle
- Sandabscheider, Speisepumpen für Sandabscheider und Sandabscheiderversorgungslaufschienen und Hebezeuge
- Transportable Sumpfpumpen und Winden (zweifach) für die Roherzförderung
- Permanente Bereichssümpfe und Sumpfpumpen (vierfach)
- Förderschnecke und Austragsmagnet der Schnecke

Bau des unteren Wasserrückgewinnungstanks







Stahlkonstruktion im Ostfeld – Sohlenzugang

- Überläufe, Sprühleisten, Greifertrichter und Schurre
- Sämtliche Rohrleitungen, Fittings und Ventile für alle dazugehörigen Ausrüstungen
- Gesamte Elektrik und Messtechnik für alle dazugehörigen Ausrüstungen

### ■ Stahlauskleidung der Erzlagertanks

Nach einem erfolglos verlaufenen Wasserdrucktest der mit Beton/Spritzbeton ausgekleideten Erzlagertanks Nord und Süd entschloss sich Cameco, die Tanks mit Stahl auszukleiden. Auch hier erhielt MTM den Zuschlag für die Arbeiten dank der bisher im Verlaufe des Projekts durchgängig an den Tag gelegten sicherheits- und qualitätsbewussten sowie kostengünstigen Arbeitsweise. Mit Ausnahme einiger kleinerer Nachbesserungen bei Rohr-, Schlosser- und Elektroarbeiten umfasste dieser Vertragsteil die letzten abzuschließenden Arbeiten vor der Inbetriebnahme der ersten Roherzanlage der Welt. Aus diesem Grund rückten Qualität und Zeitplan verstärkt ins Blickfeld aller Beteiligten, je mehr sich Cameco dem Tag der ersten geförderten Erzladung näherte.

Die Ingenieure von MTM und Affordable entwickelten für diese Bauarbeiten eine systematische Vorgehensweise, die sich in punkto Qualität und Zeitplan als äußerst erfolgreich er-

wies. So waren die Ausbesserungsraten von unter 1 % für beide Lagertanks niedrig, wenn man bedenkt, dass die Schweißtests mit 100 % Sichtprüfung, 100 % Farbeindringungsprüfung und 5% Ultraschall-Prüfung sehr streng gehandhabt wurden. Dank der auch unter Zeitdruck von MTM und Affordable perfekt ausgeführten Arbeiten konnten die Schweißarbeiten an den Erzlagertanks am 5. Oktober 2013 abgeschlossen werden.

Zur endgültigen Fertigstellung der stahlausgekleideten Erzlagertanks wurde die kleine Öffnung zwischen Stahltank und dem Spritzbeton des Ausbruchs mit selbstverdichtendem Beton zur Verstärkung der Tankkonstruktion hinterfüllt.

Am 9. Dezember 2013 wurden die fertiggestellten Arbeiten aus den Roherzförderungs-Vertragslosen Bauarbeiten/Stahlbau und Maschinenbau/Rohrleitungsbau/Elektrik/Messtechnik als Abschluss eines von allen Beteiligten hervorragend ausgeführten Projekts an Cameco übergeben. Ebenfalls von Interesse im Zusammenhang mit dem Roherzförderungs-Bauprojekt dürften noch folgende Informationen sein:

- Die Roherzanlage ist die erste untertägige Uranverarbeitungseinrichtung ihrer Art
- Die Fertigstellung sämtlicher Arbeiten des Vertragsumfangs bis zur Inbetriebnahme erforderte mehr als zwei Jahre Zeit. Geleistet wurden insgesamt mehr als 240.000 Mannstunden. Unfälle mit Ausfallzeit wurden nicht verzeichnet.
- 470 t Baustahl, 265 t Bewehrungsseisen, 3600 m<sup>3</sup> Beton, 90 m<sup>3</sup> Gatorpass Spritzbeton (wasserbeständige Spritzbetonmischung)
- Über 560 m<sup>2</sup> QT-100-Verschleißbleche und A37-Auskleidungsbleche
- Über 200 m Stahl für Einschienensysteme
- Die Kammerausdehnung beträgt 65 m (von Norden nach Süden) x 28 m (von Osten nach Westen) x 16 m (in der Höhe).

*Kayne Ulmer · kulmer@thyssenmining.com*

*Nolan Basnicki · nbasnicki@thyssenmining.com*

Stahlauskleidung des Erzlagertanks Süd – Blickrichtung Nord



Der Wartungsaufwand des Erzbunkers liegt unter 1 %





Turbinenhalle 100 MW Turbine,  
Kraftwerk Hermann Wenzel,  
ThyssenKrupp Steel Europe AG  
(TKSE)

## TS Technologie + Service GmbH: Spezialdienstleister u. a. für Montage-, Reparatur-, Kran- und Tortechnik

**Montagedienstleistung am Beispiel Kraftwerk Ruhrort:**  
Der Montage- und Servicebereich der T+S ist geprägt durch hohe Qualitätsanforderungen und Flexibilitätsansprüche seiner Kunden. Unsere langjährige Erfahrung und Flexibilität ist überall dort gefragt, wo Instandhaltungsarbeiten, Revisionen, Umbauten, Montagen und Demontagen im täglichen Geschäft der Industrie anfallen. Durch unseren Rund-um-die-Uhr-Service garantieren wir Dienstleistungen und Verfügbarkeiten auch zu Zeiten, wenn andere ihre Arbeitsleistung nicht mehr zur Verfügung stellen.

Für die Montageabteilung ist das Kraftwerk „Hermann Wenzel“ der ThyssenKrupp AG ein Beispiel für die täglich anstehenden Herausforderungen an dieses ambitionierte Anforderungspotenzial. In diesem Kraftwerk wird Kuppelgas aus der Stahlerzeugung (Hochofengas) sowie Kokereigas aus der naheliegenden Kokerei Schwelgern verbrannt. Damit wird das

Hüttenwerk von ThyssenKrupp und deren Kokerei mit Elektroenergie und Prozessdampf rund um die Uhr versorgt. Die Stromspitzen und die nicht selbst verbrauchten Strommengen – die sogenannten Elektrischen Überschüsse – werden in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Seine Gesamtleistung beträgt 344 MW.

Der Montagebereich mit dem Betriebsleiter Wilfried Meiss und seinem Standortleiter Mustafa Öztürk wird täglich neu gefordert, den wechselnden Anforderungen seines Kunden Lösungen und Antworten zu bieten. Hier ist die 365-Tage-Bereitschaft ein Standardgeschäft. Seitens des Kunden wird erwartet, dass wir auf der Grundlage guter Erreichbarkeit bei allen Anliegen qualifizierte Fachkräfte flexibel zur Verfügung stellen. Es darf zu keinem Produktionsstillstand des Kraftwerkes und damit zu einer Versorgungseinschränkung des Standortes der ThyssenKrupp kommen.





Kondensator geschlossen nach der Revision, Kraftwerk Hermann Wenzel, TKSE

### Fachkräfteprofil der etwa 20 Mitarbeiter mit z. T. Mehrfachausbildung

- Maschinenschlosser
- Schweißer mit unterschiedlichsten Zulassungen
- Industriemechaniker
- Hydrauliker
- Elektrotechniker

Der Standortleiter steuert seine Mannschaft gemäß der täglich, aber auch teilweise stündlich wechselnden Anforderungen. Gerade das zeichnet die Stärke der Abteilung aus. Mehrfach im Jahr werden geplante Revisionen an Gasleitungen, Schiebersystemen sowie Pumpen der unterschiedlichsten Dimensionen durchgeführt. Die Arbeiten finden auf sehr beengtem Raum, zusätzlich oftmals in großer Höhe statt. Die Mitarbeiter sind gefordert, bei extremen Temperaturen und gleichzeitig engen Terminfenstern zu arbeiten und die fertiggestellten Gewerke an unsere Kunden termingerecht zu übergeben. Es fallen auch regelmäßige Wartungsarbeiten an, z. B. an den Wasserkonvertern der verschiedenen Blöcke. Hier werden nach Öffnung der Gehäusedeckel Reinigungskugeln durch das Leitungssystem, bestehend aus bis zu 4000 St. Einzelrohren, mit einem Druck von etwa 10 bar geschossen. Nach



Abb. oben: Revisionsarbeiten am Kondensator im Kraftwerk Hermann Wenzel, TKSE



Abb links: Montage des HD-Außenmantels nach Revision der 180 MW Turbine, TKSE

Hinweis: Die Bilder 1 bis 4 stammen aus dem Kraftwerk Hermann Wenzel der ThyssenKrupp Steel Europe AG.

Durchführung der Arbeiten wird das System wieder verschlossen und inklusive der Dokumentation schlüsselfertig an den Kunden übergeben.

Dies sind nur zwei Beispiele für die permanent wechselnden Arbeiten, die in diesem Kraftwerk anfallen. Beinahe 10 Jahre genießt die T+S das Vertrauen des Kunden vor Ort.

### ■ Kran- und Tortechnik in der Entwicklung zum Spezialdienstleister

In den letzten beiden Jahren haben die Anforderungen des Marktes zu einer Weiterentwicklung des Bereiches der Kran- und Tortechnik mit den Sparten Tore, Anschlagmittel und technische Einrichtungen aller Art geführt. Dieser Bereich



Neumontage des 20 t Krans nach Komplettanierung

deckt heute als Systemanbieter ein großes Leistungsspektrum ab und tritt als Partner sowie Systemlöser für die Industrie auf. Kundenwünsche hinsichtlich weniger Schnittstellen und umfangreicherer Dokumentationen zur Sicherstellung der Arbeitssicherheit und Arbeitsqualität gewinnen immer mehr an Bedeutung. Insbesondere die notwendigen UVV Prüfungen für die einzelnen Arbeitsbereiche sind detailliert zu dokumentieren.

Das Portfolio umfasst heute beispielhaft:

- UVV Prüfungen gemäß ASR A 1.7 an kraftbetriebenen Tor- und Türanlagen
- Wartung und Reparatur an Kran- und Toranlagen sowie an Laderampen, Anschlagmitteln und Fördereinrichtungen
- Störungsbeseitigung, Modernisierung und Neulieferung von Tor- und Türanlagen aller gängigen Fabrikate und Hersteller
- Prüfung von Krananlagen (Containerkrane, Hallenkrane etc.) und deren Hebezeuge, wie Spreader und Anschlagmittel gemäß BGV D6
- Prüfung von Winden, Hub- und Zugeräten gemäß BGV D8
- Prüfung von Leitern und Tritten nach BGI 694
- Prüfung der Lastmittelaufnahmeeinrichtungen gemäß BGR 500 im Hebezeugbetrieb
- Prüfung von Ladebrücken und fahrbaren Rampen gemäß BGR 233
- Geräte und Anlagen zur Regalbedienung gemäß ZH 1/361
- Lagereinrichtungen und Geräte gemäß BGR 234
- Prüfung von PSA gegen Absturz gemäß BGG 906

Der Prüfservice wird durch Spezialisten, Kransachkundige und Fachpersonal auf der Basis aller gesetzlichen Anforderungen sowie Vorschriften durchgeführt und dokumentiert. Unsere Auftraggeber erhalten online am nächsten Tag alle erforderlichen Unterlagen per Scan zwecks Einpflegen in das kunden-seitige System. Hierbei werden auf Kundenwunsch komplette



Montage einer neuen Toranlage

Datenblätter mit allen technischen Merkmalen, einer Bilddokumentation sowie die Wartungsbücher für die Anlagentechnik eingereicht.

Das Team der Kran- und Tortechnik mit seinem Leiter Christoph Obermann qualifiziert sich in Sach- und Fachkunde laufend weiter. Das technische Equipment, wie eigene fahrbare Bühnen mit bis zu 21 m Verfahrweg, eigenem Fluxgerät zur Anschlagmittelprüfung und einer Vielzahl technischer Geräte, erweitern ständig den hochmodernen Maschinenpark.

Zurzeit schenken Kunden für den Service von über 100 Kran- und 1000 Toranlagen T+S das tägliche Vertrauen. Hierbei wird fast immer das komplette Dienstleistungspaket mit 365 Tagen Bereitschaft, jeweils mit einer Verfügbarkeit von täglich 24 Stunden bei sehr kurzer Reaktionszeit zur Störungsbeseitigung und Durchführung von Notreparaturen in Anspruch genommen.

## ■ Resümee

Die beiden vorgestellten Bereiche von T+S mit 365 Tagen Einsatzbereitschaft für seine Kunden spiegelt die Entwicklung der aktuellen Bedürfnisse des Marktes in den Sparten Montage-, Kran- und Tortechnik mit den weiteren Servicebereichen Reparatur, E-Technik, Schweißtechnik und Zerspanung wieder. Das ist eine große Chance, in diesem Betätigungssegment als Komplettlösungsanbieter verstärkt bei den Kunden Interesse zu wecken und zu finden. Die Anforderungen an Flexibilität und Qualität sind enorm hoch. Die Zufriedenheit und das Vertrauen der Kunden ist jedoch unsere tägliche Bestätigung, dass wir auf dem richtigen Wege sind.

Wenn diese Marktstrategie in Stahl- und Kraftwerken so gut gelingt, dann sollte es auch zukünftig auf Bergwerks-, Aufbereitungs- und Kokereianlagen funktionieren.

Gerd Hunsmann · [hunsmann.gerd@ts-gruppe.com](mailto:hunsmann.gerd@ts-gruppe.com)

Wilfried Meiss · [meiss.wilfried@ts-gruppe.com](mailto:meiss.wilfried@ts-gruppe.com)

Christoph Obermann · [obermann.christoph@ts-gruppe.com](mailto:obermann.christoph@ts-gruppe.com)





## Der neue Leitstand der EMSCHER AUFBEREITUNG GMBH – ein Umbau im laufenden Betrieb

**Im Januar 2012 wurde nach intensiven Planungen der neue Leitstand der EMSCHER AUFBEREITUNG GMBH ohne Ausfall der Staubkohleproduktion für ThyssenKrupp Steel Europe (TKSE) termingerecht in Betrieb genommen. Die Idee, den bestehenden Leitstand der Altanlage durch eine moderne und komfortable Anlagentechnik zu ersetzen, bestand schon lange. Der Leitstand war nicht mehr auf dem aktuellen Stand der Technik und räumlich zu klein geworden, zudem wirkte er in der stillgelegten Altanlage isoliert. Die Bedienbarkeit der Mahlanlagen und ebenso die Ergonomie der Arbeitsplätze mussten verbessert werden. Um diesen Leitstand zu modernisieren, wären Produktionsausfälle nicht zu vermeiden gewesen.**

Die Vorbereitungsarbeiten für den neuen Leitstand begannen im Jahr 2010 mit der Modernisierung der Netzwerkstruktur. Mehr als ein Kilometer Glasfaserkabel wurde neu verlegt sowie ein neuer Netzwerkverteiler erstellt. Vorab wurden schon die einzelnen speicherprogrammierbaren Steuerungen der Mahlanlagen erneuert und die Peripherie von Siemens S5-Steuerungen auf die modernen Siemens S7-Steuerungen umgerüstet. Der Datenaustausch zwischen dem Leitsystem

und der speicherprogrammierbaren Steuerung der Mahlanlagen erfolgt nur noch über eine Profinet-Busverbindung.

Die Aufgabe war es nun, einen neuen Leitstand ohne Produktionsausfall für TKSE zu errichten. Als Räumlichkeit wurde der große Besprechungsraum im 1. Stock des Sozialgebäudes der TKSE ausgewählt, der in einen Technikraum, einen kleineren Besprechungsraum sowie den neuen Leitstand aufgeteilt wurde. Von Vorteil sind die zentrale Lage und die kurzen Wege zu den anderen Abteilungen.

Anforderungen an die Raumgestaltung

1. Gute Zugänglichkeit zu den und innerhalb der Räume
2. Zugang für zweiten Fluchtweg über Außentreppe
3. Für die Arbeitsumgebung angepasstes Lichtkonzept
4. Ergonomische Gestaltung der Möblierung
5. Ausgewogenes Farbkonzept
6. Bestmögliche Kabelzuführung/Kabelverteilung bei guter Zugänglichkeit der Schaltschränke
7. Brandschutztechnische Auflagen
8. Energieoptimierung
9. Professionelle Kühlung des Technikraumes

Zur Verbesserung der Ergonomie am Arbeitsplatz wurden neue höhenverstellbare Leittechnikische eingesetzt und für den Arbeitsplatz des Schichtführers 24-h-Sessel angeschafft.

Die gesamte Planung, die technische Ausführung des Leitsystems, Elektroinstallationen und die Koordination der einzelnen Gewerke wurde durch die EMSCHER AUFBEREITUNG selbstständig durchgeführt. Für den Aufbau der Netzwerkstruktur wurden insgesamt 2,1 km Netzwirkabel neu verlegt.

Einige technische Verbesserungen bei der Errichtung des neuen Leitstandes sind:

- Redundante Spannungsversorgung
- Unterspannungsversorgung bei Stromausfall (USV)
- Fehlerstromüberwachung ohne Abschaltung der Rechner
- Innerer Blitzschutz, Überspannungsableitung
- Großbildleinwand
- Multiconsoling
- Modernisierung der Kameraüberwachung
- Einsatz digitaler Kameras
- Neue Brandmeldeanlage mit Anbindung an die Werksfeuerwehr
- Redundante Klimatisierung des Technikraums

Das Multiconsoling bedeutet, dass jeder Rechner an verschiedenen Arbeitsplätzen für die Mitarbeiter sichtbar gemacht werden kann; hierdurch können in weiterliegenden Büros die verschiedenen Leitbilder angewählt und sogar auf die Großbildleinwand übertragen werden. Des Weiteren befinden sich die Rechner nicht mehr am Arbeitsplatz, sondern sind in den Technikraum ausgelagert. Am Arbeitsplatz verbleiben nur Monitor, Tastatur, Maus und ein Sender, der die Signale zum Rechner in Echtzeit überträgt.

Eine weitere Aufgabe des Produktionspersonals – außer dem Bedienen und Beobachten der Mahlanlagen – ist die Auswertung der Staubproben im Labor. Im Rahmen der Qualitätssicherung müssen bestimmte Parameter kontinuierlich überprüft werden. Das Labor wurde in unmittelbarer Nähe des Leitstandes eingeplant.

Im Technikraum der Emscher Aufbereitung befinden sich u.a.:

- 2 Siemens WinCC-Server für die Leittechnik
- 8 Siemens WinCC-Clients für die einzelnen Bedien- und Beobachtungsplätze
- 1 Server für das Betriebsdatenerfassungssystem ACRON
- 1 Kameraserver
- 1 Server für das Multiconsoling
- 1 Server für die kontinuierliche Überwachung des Netzwerkes
- 2 Patchfelder
- 12 KW Unterspannungsversorgung (USV)
- 1 Firewall

Die redundante Spannungsversorgung für den neuen Leitstand sowie die Einspeisung in den Technikraum wurden im Vorfeld schon in Betrieb genommen, so dass am Tag X nur noch Restarbeiten durchgeführt werden mussten.



Labor zur Staubanalyse

Am 18. Januar 2012 wurden die Vorbereitungen mit ausgiebigen Tests für das Schwenken der Leittechnik abgeschlossen. Einen Tag später wurden innerhalb einer Schicht die letzten Steuerkabel geschwenkt und der neue Leitstand in Betrieb genommen. Über den alten Leitstand wurden die Mahlanlagen abgefahren und in einen betriebssicheren Zustand versetzt. Danach verließ der Schichtführer für immer den alten Leitstand.

Nach dem Umschluss der Kabel und den letzten Tests wurden die Mahlanlagen über den neuen Leitstand ohne Probleme angefahren und betrieben. Dies geschah ohne Produktionsausfall für TKSE. Mithilfe dieser durchgeführten Maßnahmen wird die Versorgungssicherheit für den Bedarf an Staubkohle für TKSE deutlich erhöht. Und so lange Kohle durch laufende Modernisierung der Anlagen auch als Staubkohle in der Stahlindustrie ihren Absatz findet, müssen Bergleute dafür Sorge tragen, dass diese Kohle auch zur Verfügung steht.

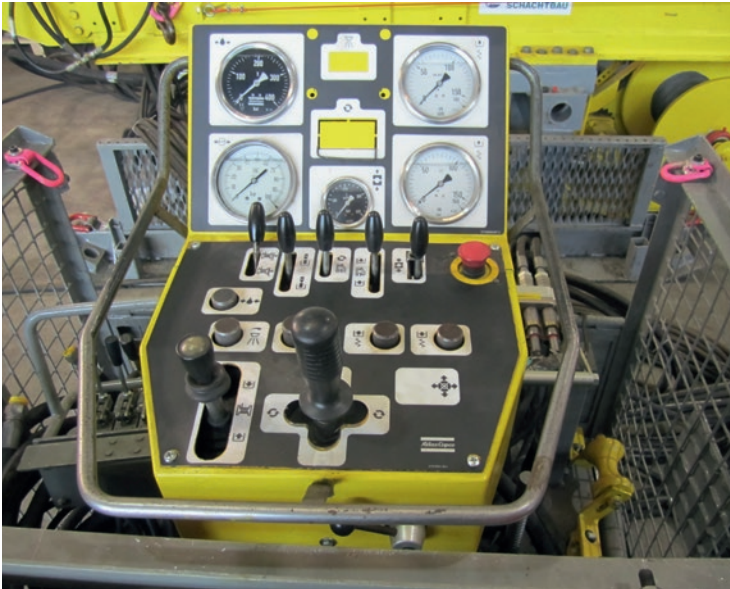
*Michael Kluger · kluger.michael@emscheraufbereitung.de*

*Martin Pfeil · pfeil.martin@emscheraufbereitung.de*

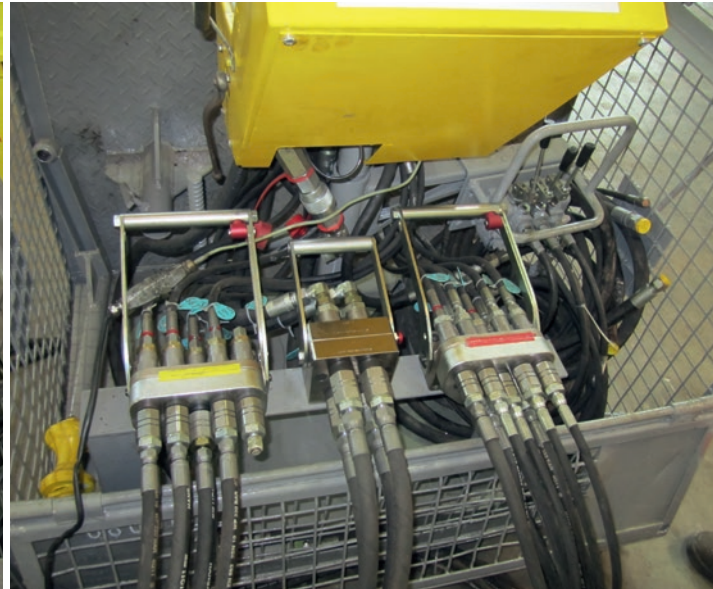
Leitstand im Wandel der Zeit  
1960 - 2000







Steuerstand AC Diamec modifiziert



Steuerstand Rückseite mit Schnell-Multikupplern

## Servicewerkstatt in Mülheim an der Sandstraße im Aufbruch

Als Teilbereich der THYSSEN SCHACHTBAU GMBH ist die Servicewerkstatt eine in Eigenverantwortung betriebene Abteilung. Ihr stehen Freiflächen und überdachte Lagermöglichkeiten zur Verfügung sowie eine Werkstatt zur Instandsetzung, Reparatur und Wartung von Maschinen, Ausrüstung und Geräten aus den Bereichen Schachtbau und Bohren sowie Bergbau.

Parallel zur Ausübung der üblichen Werkstattaufgaben hinsichtlich Reparatur, Wartung und Instandsetzung von Ausrüstungen, Bohrgeräten, Maschinen und Geräten aus dem Berg- und Schachtbau hat die Werkstatt ein neues Zuhause bezogen.

Der Werkstatt- und Lagerbereich zog aus den bisherigen Räumlichkeiten in den vorderen Bereich der ehemaligen Elektrowerkstatt, in denen zuvor u. a. die Krantechnik der TS Technologie + Service GmbH beheimatet war. Das Lager findet jetzt in den Kelleranlagen unter den neuen Hallen seinen Platz.

Ferner ist ein Teil der Großhalle – ehemals von der Abteilung Anlagenbau der TS Technologie + Service genutzt – angemietet worden. Hier können alle schweren Maschinen und Geräte gelagert und dank hoher Kranhubkapazitäten auch bewegt und repariert werden. Die neuen Arbeitsplätze ermöglichen effizienteres Arbeiten; die großen Krananlagen erleichtern die Arbeiten bei der Instandsetzung von Großmaschinen und ebenso das Be- und Entladen der Transportfahrzeuge.

Die ehemalige gemietete Lagerhalle in Duisburg ist geräumt worden. Diese logistische und personalaufwendige Herausforderung fand bei laufendem Reparaturbetrieb statt.

Atlas Ladekran 105.2 mit Unterkonstruktion





## ■ Weiterbildung Werkstattpersonal

Aufgrund der geltenden Sicherheitsrichtlinien müssen Maschinen und Geräte einer jährlichen Abnahme nach BG-Regel 500

unterzogen werden. Hierfür wurden Mitarbeiter extern weitergebildet und mit der Qualifikation zur Abnahme der Maschinen ausgestattet.



HG 160/2 nach dem Umbau





VW Crafter Servicefahrzeug

### ■ Modifikationen und Anpassungen

Um die vorhandenen Maschinen auf den Stand der Technik zu halten, werden in der Werkstatt immer wieder Modifikationen vorgenommen, die zu einem verbesserten Handling der Maschinen führen, die Sicherheit erhöhen oder die Austauschbarkeit der Komponenten fördern. So sind beispielsweise mehrere Bohrgeräte des Herstellers Atlas Copco mit Schnellverbinder-Multikupplungen ausgerüstet worden. Das erleichtert den Austausch von Komponenten, z.B. dem Hydraulikaggregat, und verkürzt und erleichtert vor allem die Auf- und Abrüstarbeiten vor Ort. Die Zeitersparnis, z.B. bei einer AC Diamec 282, beträgt ca. zwei Stunden.

Auch wurde erstmals ein elektrohydraulisch betriebener Ladekran mit Funkfernsteuerung angeschafft, der auf einem separaten Grundträger verbaut ist. Er wird dabei im Aktionsradius einer Bohrmaschine aufgestellt und mit dem Grundrahmen auf dem Bohrplatz verankert. Ziel ist es, das Bohrgestänge sicher und schnell in die Maschine einzulegen bzw. auszuheben. Zudem soll er unterstützend beim Auf- und Abbau sowie zum Transport der Gestängeboxen eingesetzt werden. Dadurch wird die Arbeitssicherheit auf den Baustellen weiter verbessert.

Verschiedene Bohrgeräte des Herstellers Wirth wurden zum Teil generalüberholt. Aus Sicherheitsgründen und auch zur Erleichterung bei der Übernahme der Stangen werden die Pipe-Loader für die Raisebohrgeräte mit einem Zusatzgelenk ausgerüstet, um auch bei geneigtem Bohren die Bohrrohre sicher in den Gestängegeber einlegen zu können. Die Maschinen sind so vorbereitet, dass sie vom Bohrloch weggezogen bzw. wieder in die Position gebracht werden können. Diese Vorgehensweise ist z.B. erforderlich, wenn ein Richtmotor zum gerichteten Bohren eingesetzt werden soll. Die Richtbohrlanze kann dadurch in einem Stück in das Bohrloch eingelassen werden.

### ■ Zusammenarbeit mit den Baustellen sowie Einkauf und Logistik

Aus stets gebotener Eile bei der Ersatzteilbeschaffung sowie dem Transport von Ersatzteilen, Maschinen und Geräten ist eine effiziente Einbindung des Einkaufes und der Logistik unumgänglich. Durch eine gute Arbeitsvorbereitung sowie erfahrenes und geschultes Werkstattpersonal ist eine professionelle Zusammenarbeit mit den Baustellen möglich. Das versetzt die Servicewerkstatt in die Lage, auftretende Schwierigkeiten schnell und unkompliziert zusammen mit der Betriebsstelle zu beheben bzw. durch fachgerechte Wartungs- und Reparaturarbeiten im Vorfeld zu verhindern.

### ■ Neuer Werkstattwagen

Um den Service bzw. die Mobilität zu erhöhen und zeitnah die Betriebsstellen bei Reparaturen unterstützen zu können, wurde ein neuer Werkstattwagen angeschafft. Damit ist die Servicewerkstatt in der Lage, erforderliche Reparaturen in kürzester Zeit auf den Betriebsstellen mit Ersatzteilen, Spezialwerkzeug und Personal durchzuführen und damit die Stillstandzeiten der Bohrgeräte und der Mannschaften vor Ort zu minimieren.

### ■ Arbeitssicherheit

Die Arbeitssicherheit hat oberste Priorität. Intensive Einweisungen in Arbeitsabläufe an Maschinen und Geräten erfolgen regelmäßig, auch für Mitarbeiter auf den Baustellen. Im Jahr 2013 waren im Werkstattbereich keine Unfälle oder Verletzungen zu verzeichnen.

### ■ Zusammenfassung

Die Servicewerkstatt der Bereiche Schachtbau und Bohren sowie Bergbau ist ein unverzichtbarer Bestandteil im Zusammenwirken der Abteilungen. Sie ist effizient in den Vorbereitungen, unterstützt die Betriebsstellen und leistet einen wichtigen Beitrag für die Erhöhung der Arbeitssicherheit vor Ort.

*Meinolf Koch · koch.meinolf@ts-gruppe.com  
Peter Tomczak · tomczak.peter@ts-gruppe.com*



## Die DIG Deutsche Innenbau GmbH stellt sich vor

Die DIG Deutsche Innenbau GmbH wurde 1968 als ein Unternehmen der THYSSEN SCHACHTBAU Gruppe für Planung und Ausführung von Putz- und Stuckarbeiten gegründet.

Im Laufe der Jahre hat die DIG mit heutigem Sitz in Hofheim (Großraum Frankfurt am Main) ihr Tätigkeitsfeld an den sich weiter entwickelnden Markt angepasst. Bereits zu Beginn der 1970er Jahre rückte der Trockenausbau – Decke, Boden, Wand – zunehmend in den Mittelpunkt und ist bis heute ein wesentlicher Teil des Tätigkeitsfeldes der DIG.

Seit Ende der 1990er Jahre hat die DIG auch dem Anspruch der Bauherren nach Komplettausbauangeboten Rechnung getragen und ist bis heute überwiegend in diesem Bereich aktiv.

Beginnend mit der Beratung bis hin zur Ausführung ist die DIG ein kompetenter Partner sowohl im standardisierten Trockenbau als auch im anspruchsvollen Komplettbau bei Großprojekten. Dazu zählen Hotels, Flughäfen, Krankenhäuser, Museen, Theater, Banken, Bürogebäude und repräsentative Einkaufszentren.

Die DIG versteht sich als technisch kreativer Partner von Architekten, Projektentwicklern und Bauherren. Die technische Beratung im Vorfeld der Projektdurchführung sichert den Kunden wirtschaftliche Vorteile. Auch für komplexe Aufgaben mit besonderen technischen Anforderungen bietet die DIG wirtschaftliche und innovative Lösungen.

Die DIG ist als Spezialist für sämtliche Aspekte des integrierten Innenbaus bundesweit tätig. Dabei steht nicht nur die

anspruchsvolle Ausführung im Mittelpunkt, sondern gerade auch das effiziente Projektmanagement für die unterschiedlichsten Gewerke.

Die DIG behält neben den technischen Erfordernissen aus Schall-, Wärme- und Brandschutzrichtlinien, DIN-Normen und statischen Notwendigkeiten auch die wirtschaftlichen Interessen der Bauherren im Blick. Die DIG steht – auch unter hohem Zeitdruck – für die termingerechte Fertigstellung bei gleichzeitiger Einhaltung höchster Qualitätsstandards.





## ■ Projekte

### 2013 Schön Klinik Bad Bramstedt – Trockenbau Wände und Decken

Auftraggeber – Wolff & Müller Spezialbau

Mit Beginn des Jahres 2013 wurde mit den Trockenbauarbeiten eines Erweiterungsbaus einer Psychosomatischen Klinik im Hamburger Norden für den Generalunternehmer Wolff & Müller Spezialbau begonnen. Es wurden sowohl Bettenzimmer als auch Behandlungsräume fertiggestellt, wobei es hier besondere Anforderungen an den baulichen Brand- und Schallschutz gab. Trotz engen Terminplans konnte das Bauvorhaben termingerecht fertig gestellt werden.

### 2013 Sumitomo Wolfsburg – Trockenbau Wände und Decken

Auftraggeber – ARGE Sumitomo Wolfsburg

Die ARGE Sumitomo, bestehend aus den Firmen Johann Bunte und Karl Schumacher, beauftragten die DIG mit der Ausführung der Trockenbauarbeiten. Besonderes Augenmerk galt hier den ablaufbedingten Schnittstellen zwischen den Gewerken „Hohlraumboden“ und dem „Trockenbau“. Durch eine intensive Arbeitsvorbereitung und enger Taktung aller Trockenbauarbeiten konnten die Folgegewerke „Hohlraumboden“ und „Estricharbeiten“ ohne Zeitverzug anschließen. Das Bauvorhaben konnte im Frühherbst erfolgreich zum Abschluss gebracht werden.

### 2013 Steigenberger Hotel Braunschweig – Trockenbau Wände und Decken

Auftraggeber – Wolff & Müller Hotelbau

Mit Beginn des Jahres 2013 erhielten wir den Zuschlag zur Ausführung der Trockenbauarbeiten. Trotz einiger Störungen im Bauablauf konnte seitens der DIG der ambitionierte Fertigstellungstermin durch besonderen Einsatz eingehalten werden.

### 2013 Verwaltung Radeberger Frankfurt – hochwertiger Innenausbau

Auftraggeber – Radeberger Gruppe

Der Auftrag der DIG umfasste nahezu den kompletten Innenausbau bei der Erstellung eines neuen Verwaltungsgebäudes für die Brauereigruppe Radeberger. Hier wurden die Architekten bereits durch intensive Beratung bei der Planung im Vorfeld zum Bauvorhaben durch die DIG unterstützt. Durch engste Abstimmung mit Architekten und Auftraggeber während der gesamten Bauphase und einige logistische Meisterleistungen (wie z.B. 120 t Glas- und Systemtrennwände innerhalb 48 Stunden per LKW anzuliefern, zu entladen und im Gebäude zu verteilen), konnte die Verwaltung trotz eines engefassten Zeitrahmens fristgerecht bezogen werden.

Weiter führt die DIG den Ausbau eines Bestandsgebäudes sowie eine Sanierung aufgrund eines großen Wasserschadens am Standort aus.



### 2013 Palais am deutschen Theater in Berlin – Hochwertige Innentüren

Auftraggeber – Transumed im Auftrag der GKV

Die neu gegründete Türenabteilung hat einen interessanten Türenauftrag am Bauvorhaben Palais am deutschen Theater in Berlin ausgeführt. Hier erfolgte der Einbau von hochwertigen Holzinnettüren des Fabrikats Schörghuber mit Schall- und Brandschutzanforderungen sowie Ganzglas-, Stahlblech- und Alu-Rohrrahmentüren. Rund 1250 Türen konnten termingerecht nahezu mangelfrei geliefert und eingebaut werden. Gerade die Innentüren erfüllen hier allerhöchste Ansprüche.

### 2013/2014 Thyssen Krupp Quartier

#### 2. Bauabschnitt – Trockenbau Wände und Decken

Auftraggeber – Bilfinger Berger

Der Trockenbau des Verwaltungs- und Bürogebäudes Q6 am Thyssen Krupp Campus in Essen wies so enorme Bauverzögerungen und Mängel in der Ausführung auf, sodass sich der Auftraggeber Bilfinger Berger nach Unterstützung suchend an die DIG wendete. Innerhalb kürzester Zeit wurde das Gebäude zu einer nahezu mangelfreien Abnahme geführt. Dem Auftraggeber konnte auch hier Qualität und termingerechte Ausführung zugesichert und bestätigt werden.

### 2013 Verwaltung mit Kindergarten an der Burg Klopp in Bingen – Innenausbau

Auftraggeber – Stadt Bingen

Für die Stadt Bingen führte die DIG bereits in den Jahren 2011 und 2012 den 1. Bauabschnitt für den Bereich Gesamtschule im Innenausbau aus. Unter anderem wurden dort Trockenbau-, Maler- und Putzarbeiten ausgeführt. Mit Beginn und Auftrag des 2. Bauabschnitts wurden diese Leistungen um die Gewerke Innentüren, Systemtrennwände sowie Einbaumöbel und Schränke noch erweitert. Mit einem höchsten Maß an Präzision ist es gelungen, die Wünsche der Planer und der Stadt Bingen termingerecht her- und fertig zu stellen.

### 2013 Klinikum Hanau – Neubau eines Herz-Katheder-Labors

Auftraggeber – Klinikum Hanau

Nachdem bereits in den Jahren 2011 bis 2012 für den Neubau eines Klinikgebäudes die kompletten Trockenbau- und Putzarbeiten sowie die Innentüren erfolgreich ausgeführt wurden, erfolgte im Anschluss der Neubau eines Herz-Katheder-Labors in einem Bestandsgebäude. Neben den hohen Anforderungen an Brand- und Schallschutz eines Krankenhauses musste hier noch zusätzlich der Strahlenschutz gewährleistet werden. Im



Frühjahr 2014 konnte auch dieser Gebäudeteil fristgerecht und mangelfrei in Betrieb gehen.

### ■ Rückblick und Vorschau

Alle Bauvorhaben in 2013 konnten erfolgreich und zufriedenstellend für die Auftraggeber durchgeführt werden. Nachdem zum Ende 2013 zahlreiche Projekte gleichzeitig fertig gestellt wurden, konnten wir im April 2014 einen weiteren großen Auftrag im schlüsselfertigen Innenausbau realisieren. Nach dem Auftragseingang für das Innenausbaupaket am Bauvorhaben Große Burstah in Hamburg und diversen Trockenbaubaustellen rund um Frankfurt blickt die DIG positiv in die Zukunft.

Zur Sicherstellung eines kontinuierlichen Wachstums auch in den nächsten Jahren ist die DIG in den Bereichen Bauleitung und Projektleitung an qualifizierter Verstärkung weiterhin stark interessiert.

Markus Gevers · [gevers.markus@ts-gruppe.com](mailto:gevers.markus@ts-gruppe.com)

Marco Malm · [malm.marco@ts-dig.com](mailto:malm.marco@ts-dig.com)





## Finanz- und Rechnungswesen, ein interner Dienstleister stellt sich vor

### ■ Keine Buchung ohne Beleg ...

... das ist das Motto des Bereiches Finanz- und Rechnungswesen und so schallt es gelegentlich von Büro zu Büro, wenn etwas nicht alltägliches verbucht werden soll. Keine Buchung ohne Beleg, der oberste Grundsatz auch heute noch in jedem modernen Rechnungswesen. Wirtschafts- oder Betriebsprüfer danken dafür, getreu dem Motto, je mehr desto besser. Diese Erfahrung machte man auch bei der Unterstützung der russischen oder kasachischen Projekte, die aus der Zentrale in Mülheim an der Ruhr begleitet werden. Äußerst umfangreiche Dokumentationen von Vorgängen sind dort an der Tagesordnung, um die steuerliche Anerkennung von Ausgaben gewährleisten zu können.

Der Bereich gliedert sich in die Abteilungen Rechnungswesen, Treasury und Steuern. Die Mannschaft unter der Leitung von Herrn Dieter Paffendorf mit einer Mitarbeiterzahl von 17 ist eine bunte Mischung aller Altersgruppen und vielfältigen Nationen aus Polen, Russland, Bosnien und Kasachstan. Durch die unterschiedlichen Sprachkenntnisse können viele Sprachbarrieren mit unseren ausländischen Betriebsstätten überwunden werden. Unter den Mitarbeitern sind sieben sogenannte Eigengewächse, die Ihre Ausbildung zwischen 1979 und 2014 bei der THYSSEN SCHACHTBAU GMBH begonnen und abgeschlossen haben. Somit ist auch ein gutes Know-how über die internen Strukturen und Abläufe vorhanden. Der Bereich versteht sich als Dienstleister sowohl für die operativen Bereiche als auch für die Tochtergesellschaften und Betriebsstätten in der THYSSEN SCHACHTBAU Gruppe, für

die die Buchhaltung, bestehend aus den Tätigkeiten Kreditoren/Rechnungsprüfung, Debitoren oder Finanzbuchhaltung, komplett abgewickelt wird.

Die Bilanzierung sowie die interne Kostenrechnung wird mit dem System SAP R/3 sichergestellt, welches bereits seit dem Jahre 1996 erfolgreich im Einsatz ist. Kurzfristige Aussagen zu Ergebnissen der jeweiligen Projekte sind so jederzeit möglich.

Die Sicherstellung der Liquidität des Konzerns erfolgt durch die Abteilung Treasury. Dort laufen alle Geldströme zusammen und anhand der Finanzplanung aller Gesellschaften erfolgt die jeweilige Kreditgestellung oder alternativ die Anlage von freier Liquidität. Alle Finanzierungsgespräche werden zentral z.B. mit Banken oder Leasinggesellschaften geführt, um eine optimale Liquiditätsausstattung für die THYSSEN SCHACHTBAU Gruppe sicherzustellen.

Die dritte Säule im Finanz- und Rechnungswesen bildet die Steuerabteilung. Unterstützt wird dieser Bereich zudem extern von einer Steuerberatungskanzlei. Am Jahresende erfolgen die entsprechenden Steuerklärungen. Weiterhin werden alle steuerlichen Anfragen intern wie extern beantwortet.

Keine Buchung ohne Beleg, so wird auch weiterhin das altbewährte Motto sein, trotz aller elektronischen Unterstützungen und Entwicklungen, die in den letzten Jahren und Jahrzehnten im Rechnungswesen bei THYSSEN SCHACHTBAU Einzug gehalten haben.

*Claudia Fazzani · fazzani.claudia@ts-gruppe.com*  
*Dieter Paffendorf · paffendorf.dieter@ts-gruppe.com*

# Die THYSSEN SCHACHTBAU Gruppe bildet auch 2014 aus

**Die THYSSEN SCHACHTBAU Gruppe bietet traditionell auch im kommenden Jahr wieder engagierten jungen Leuten einen Ausbildungsplatz an.**

Im Ausbildungsjahr 2012/13 nahmen fast 30 junge Menschen eine Ausbildung in der THYSSEN SCHACHTBAU Gruppe auf. Dabei wurde das Spektrum der Ausbildungsberufe um den Technischen Produktdesigner und den Technischen Systemplaner erweitert. Um die Bandbreite der Ausbildung erneut zu vergrößern, bietet das Unternehmen ab 2014 erstmals die Ausbildung für die Berufe Informatikkaufmann und Mechatroniker an. Im Betrachtungszeitraum haben 16 Auszubildende ihre Ausbildung mit überwiegend guten Ergebnissen abgeschlossen. Es ist uns gelungen, den größten Teil der ehemaligen Auszu-

bildenden an unsere Unternehmensgruppe zu binden. Es bleibt weiterhin ein Ziel des Unternehmens, einen möglichst großen Teil des Personalbedarfs durch selbst ausgebildete Fachkräfte zu decken.

## ■ Fachausbildung

Die Ausbildung in der THYSSEN SCHACHTBAU Gruppe ist nach wie vor sehr begehrt. Für das Ausbildungsjahr 2014 liegen uns aktuell über 600 Bewerbungen vor. Neben der erfolgreichen Vermittlung von Kenntnissen und Fertigkeiten werden in unregelmäßigen Abständen mit den Auszubildenden Workshops zum Kennenlernen und Team-Building-Maßnahmen durchgeführt.







Im Oktober 2013 war es mal wieder soweit. Die Auszubildenden der THYSSEN SCHACHTBAU Gruppe besuchten das Weltkulturerbe Zollverein in Essen. Nach der Befahrung von Deutschlands längster Rolltreppe wurde unseren Auszubildenden mit einer Führung durch die verschiedenen Zechengebäude Grundwissen über das Arbeitsleben auf einem Bergwerk vermittelt. Nach dem gemeinsamen „Buttern“ wurde das Ruhr-Museum besucht. Hier lernten unsere Auszubildenden Wissenswertes über die Entstehung der Kohle und die Einzigartigkeit des Ruhrgebiets. Die Veranstaltung wurde mit großer Begeisterung von den jungen Leuten aufgenommen. Selbst schlechtes Wetter konnte keinem die gute Laune verderben.

#### **Klassische Ausbildungsberufe**

Elektroniker/-in Betriebstechnik  
 Industriekaufmann/-frau  
 Industriemechaniker/-in  
 Betriebstechnik  
 Informatikkaufmann/-frau (ab 2014)  
 Konstruktionsmechaniker/-in  
 Technischer Produktdesigner/-in (neu)  
 Mechatroniker/-in (ab 2014)  
 Technischer Systemplaner/-in (neu)  
 Zerspanungs-mechaniker/-in

#### **Spezielle Ausbildungsberufe in unseren Baugesellschaften**

Baugeräteführer/-in  
 Berg- und Maschinenmann/-frau  
 Beton- und Stahlbetonbauer/-in  
 Bergbautechnologe/-in  
 Gleisbauer/-in  
 Kanalbauer/-in  
 Straßenbauer/-in

#### **Praktikum**

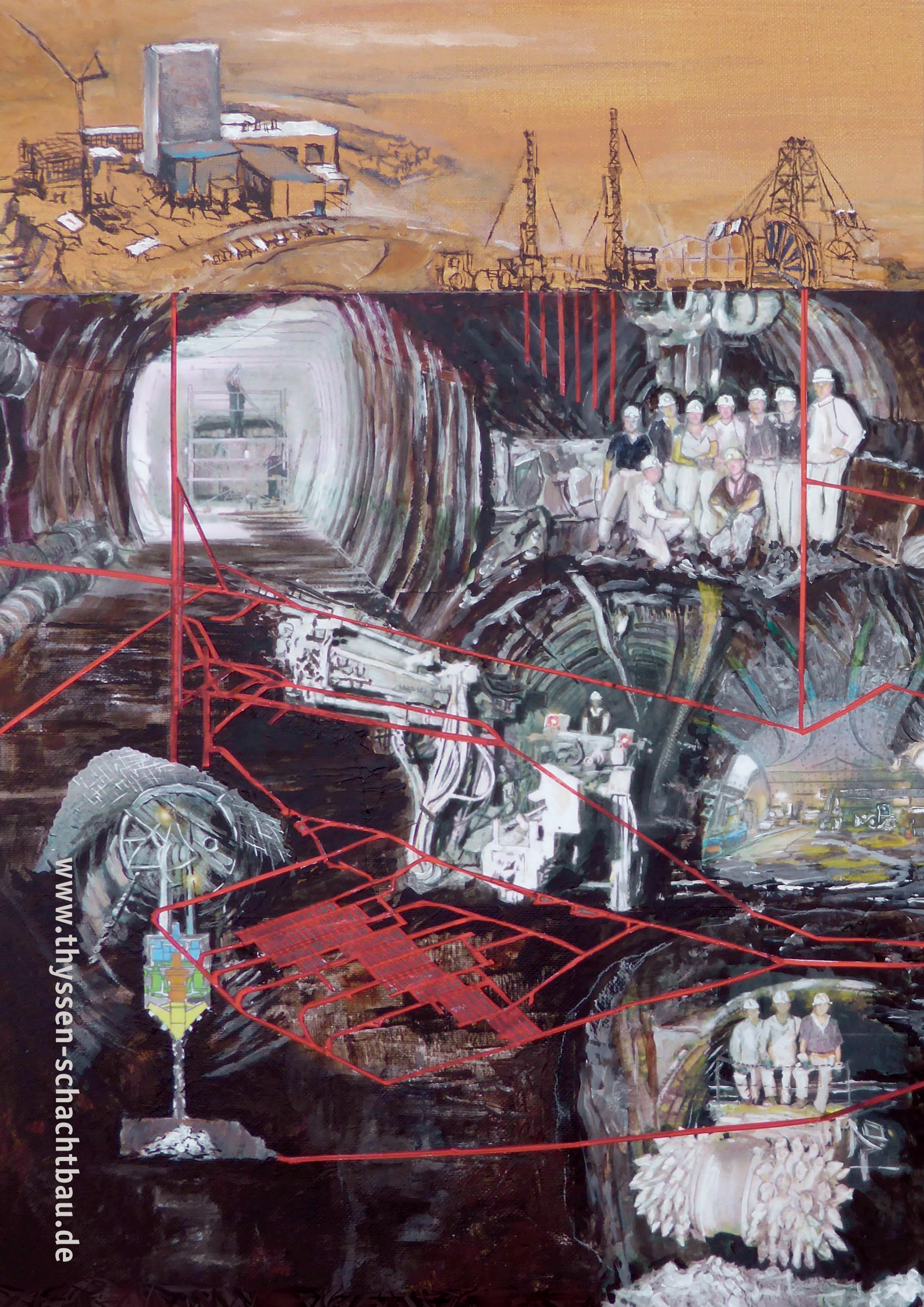
Zusätzlich zur Ausbildung von Fachkräften bietet die THYSSEN SCHACHTBAU Gruppe die Möglichkeit, das Unternehmen mit seinen vielfältigen Aufgabenbereichen im Rahmen diverser Praktika kennenzulernen. Vom zweiwöchigen Schülerpraktikum bis zum Jahrespraktikum ist das Spektrum breit gefächert und wird gerne in Anspruch genommen. Allein im Jahr 2013 lernten uns auf diese Weise fast 50 Praktikantinnen und Praktikanten kennen und schätzen; einige von ihnen fanden auf diesem Weg einen Ausbildungsplatz und andere eine Festanstellung in unserem Unternehmen.

*Ralf Herzberg · [herzberg.ralf@ts-gruppe.com](mailto:herzberg.ralf@ts-gruppe.com)*









[www.thyssen-schachtbau.de](http://www.thyssen-schachtbau.de)