

**TAGUNGSBAND
CONFERENCE TRANSCRIPT**

01. & 02. Juni 2017
Estrel Berlin

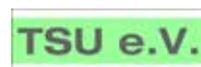
Explore your
network



Follow us on:



Partners:



Inhaltsverzeichnis/Index

Begrüßung & Eröffnung	10
Opening & Welcoming Speech	10
Begrüßung DMT GmbH & Co. KG	11
Welcome speech DMT GmbH & Co. KG	12
Begrüßung Bundesministerium für Wirtschaft und Energie	13
Welcome speech Bundesministerium für Wirtschaft und Energie	13
Begrüßung Ministerium für Wirtschaft und Energie des Landes Brandenburg	13
Welcome speech Ministerium für Wirtschaft und Energie des Landes Brandenburg	13
Begrüßung Euromines	14
Welcome speech Euromines	14
Begrüßung VDMA Mining	14
Welcome speech VDMA Mining	15
Plenarvorträge	16
Plenary Sessions	16
Der deutsche Steinkohlenbergbau - gestern - heute - morgen	17
The German coal mining industry - yesterday - today - tomorrow	18
Die bergbaulichen Aktivitäten der K+S Gruppe	20
Mining activities of the K+S Group	20
Bergbaufolge & Nachnutzung	21
Post-Mining Management & Use	21
Forschungsvorhaben für die Herausforderungen des weltweiten Nachbergbaus	22
Research activities for global post-mining challenges	23
Deponierung und Verwertung unter Tage sowie Rekultivierung von mittelgroßen Rückstandshalden im Kali- und Steinsalzbergbau	24
Underground waste disposal and recovery as well as recultivation of medium-sized tailings piles in potash and rock salt mining	26
Bergbau und Radioaktivität	27
Mining Operations and Radioactivity	28
Altbergbau in Nordrhein-Westfalen - eine Herausforderung für die Bergbehörde	30
Abandoned mine sites in NRW - A challenge for mining authorities	32
Rütteldruckverdichtung - neue Aspekte der Prozessverbesserung	33
Vibro-compaction - new Aspects of the Process Improvement	35
Kontrolle des Verdichtungserfolges im Kippenbereich mittels geophysikalischer und geotechnischer Verfahren - Fallbeispiele	37

Inhaltsverzeichnis

Index

Verification of the achieved compaction in the dump area of an opencast mine by geophysical und geotechnical methods - Case histories	39
Altbergbau und Bergbau in der Slowakischen Republik - ein potentieller Markt?	40
Mining and abandoned mines in Slovak Republic - a potential market?	41
Zur Entwicklung der bergtechnischen Erkundung und Sanierung von alt- bergbaulichen Hinterlassenschaften - Rückblick - Stand - Perspektive	42
Developing the technical investigation and rehabilitation of former mine sites - Review - Status - Outlook	44
Umsetzung der Sächsischen Rohstoffstrategie - Bund-Länder-Programm Sachsen-Mosambik	44
Implementation of the Saxonian raw material strategy - Saxony-Mozambique federal and state program	46
Exploration & Lagerstättenerkundung	48
Exploration & Developing Deposits	48
Monitoring globaler Rohstoffmärkte - ein Beitrag für die sichere Rohstoffversorgung von Zukunftstechnologien	49
Monitoring global commodity markets - contribution for a secure supply of raw materials for emerging technologies	50
Von den Erfahrungen der tiefen Geothermie in Bayern zu den Perspektiven in NRW	51
From the experiences of deep geothermal energy in Bavaria to the perspectives in NRW	51
Streckenvortriebsarbeiten in großer Teufe und unter schwieriger Geologie in einem kasachischen Chromerzbergwerk	52
Drifting works in great depths and under difficult geological conditions in a Kazakh chrome mine	54
Entwicklung eines geologischen und Rohstoffinformationssystems für den Geologischen Dienst von Tansania	56
Development of a geological and mineral information system for the Geological Survey of Tanzania	58
Sächsische Rohstoffdaten - Schätze für die Bergbauindustrie: Ergebnisse des Projektes ROHSA 3	59
Data of Saxon raw materials - treasures for mining industry: outcomes of the project ROHSA 3	60
Förderung & Transport	63
Extraction & Transport	63
Test der Software einer Sicherheitseinrichtung für Schachtförderanlagen zum Nachweis der funktionalen Sicherheit nach IEC 61508-3	64
Test of the software of a safety device for shaft hoisting systems to verify conformity of functional safety according to IEC 61508-3	65

Entwicklung und Einsatz einer zur Personenfahrgung zugelassenen Förderanlage für saigere und geneigte Schächte im Altbergbau	66
Development and use of a hoisting plant, approved to transport passengers, for vertical and inclined shafts in abandoned mines	67
Koepe-Seilkonservierungsmittel in der Kälte - Elastizität und Reibwert	68
Wire rope lubricants for Koepe-Hoists at low temperatures - elasticity and friction	70
Neuentwicklung einer Klemm- und Hubvorrichtung (CLD)	71
New Design of a Clamping and Lifting Device (CLD)	73
Engineering, Design und Lieferung von Hochleistungsfördermaschinen für ein neues Bergwerk in Kanada - Mosaic K3	75
Engineering, design and supply of high-performance hoists for a new mine in Canada - Mosaic K3	75
Innovative Transporttechnologien für die Steilförderung im Berg- und Tagebau	77
Innovative transport technologies for steep incline conveying in open pit and underground mining	79
Bergbau 4.0	81
Mining 4.0	81
Intelligente Antriebssysteme für die Bergbauindustrie	82
Intelligent Drive Systems for mining applications	82
Bergbau 4.0 aus australischer Sicht	82
Smart Mining - An Australian Perspective	83
Der Stellenwert von Telematiksoftware bei der Minimierung von Total Cost of Ownership im Bergbausektor	84
Total Cost of Ownership improvement by telematics software in the mining industry	86
Open Platform Communication (OPC UA) - Der Kommunikationsstandard für den Bergbau 4.0	87
Open Platform Communication (OPC UA) - Machine to machine communication for Mining 4.0	88
Real-Time Mining	
Ein Framework für kontinuierliche Prozessüberwachung und -optimierung	89
Real-Time Mining	
A framework for continuous process control and optimization	91
Industrie 4.0 - eine Standortbestimmung im Lausitzer Braunkohlebergbau	93
Industry 4.0 - Identifying of potential in the Lusatian lignite mining industry	94
Der virtuelle Tagebau - Basis eines zukünftigen Servicekonzeptes	95
Virtual open mining - basis of a future service concept	96
Fortschritte in der optischen Messtechnik zur berührungslosen hochgenauen Erfassung von Vibrationen	97

Inhaltsverzeichnis

Index

Latest developments in the optical measuring technique for non-contact high-resolution vibration measurements	97
Erfolgreicher Einsatz des handgeführten hydraulischen Bohrsystems HRD 100 in der Platinmine Twickenham, Südafrika	99
6 times faster penetration rate using the hydraulic rock drill HRD 100 with the pusher leg in comparison with an electric rock drill at Twickenham Mine	101
Automatisierung der Rohstoffindustrie mit Infrarottechnologie	103
Automation of Resource Extraction using Thermal Imaging	105
Internationale Bergbau Projekte	108
International Mining Projects	108
Der Dambruch von Bento Rodrigues in Brasilien - Beherrschung der Risiken: Methoden und Technologien für die Überwachung von Bergbauhalden	109
The Bento Rodrigues Dam Disaster - Managing the Risks: Methods and Technologies for Monitoring of Tailing Dams	109
Bewertung mineralischer Rohstoffe in Südafrika mit speziellem Fokus auf PGMs, Mangan, Vanadium und Zink	109
Evaluation of Mineral Resources in South Africa with focus on PGMs, Manganese, Vanadium and Zinc	110
Stand aktueller Entwicklungen zum Aufschluss untertägiger Hohlräume	111
Update of mechanized methodologies for underground mine developments	111
Die radioaktive Absetzanlage Sillamäe/Estland – Ein erfolgreich realisiertes multinationales Sanierungsprojekt	112
Radioactive tailings pond Sillamäe/Estonia – Successful realization of a multinational rehabilitation project	113
Beyondie Lake Project - Potash exploration in Salt Lakes and Hidden Rivers (Palaeochannel System)	115
Beyondie Lake Project - Potash exploration in Salt Lakes and Hidden Rivers (Palaeochannel System)	117
Maßgeschneiderte Lösungen für den Tagebau	119
Tailormade solutions for open pit mining	120
Untertagebergbau: Der Unterschied zwischen dem idealen und dem aktuellen Zustand	121
Underground Mining: The Difference Between Optimal and Real	122
Risikomanagement und Nachbergbau der RAG Aktiengesellschaft	125
Risk Management and Post-Mining Activities of the RAG Aktiengesellschaft	125
Entwicklung und Einsatz eines Kletterschalungssystems zur Herstellung einer Brunnenröhre in Schächten der RAG	126
Development and operation of a climbing formwork system for production of a well pipe in shafts from the RAG	127

Die Situation in der internationalen Rohstoffwirtschaft aus australischer Sicht	129
The situation in the global mining industry as seen from Australia	132
Forschung & Entwicklung	137
Research & Development	137
KIC Raw Materials - Forschung und Innovation in der europäischen Rohstoffbranche vorantreiben	138
KIC Raw Materials - driving research and innovation in the European raw materials sector	138
Hin zu einer nachhaltigen Zukunft für Energie- und Mineralstoffversorgung: Management von Ressourcenströmen unter Verwendung der Vereinten Nationen Rahmenklassifizierung	138
Towards a sustainable future for energy and mineral supplies: managing resource flows using the United Nations Framework Classification	139
Globale Rohstoffpotenzialanalysen der DERA & zukünftige Lieferquellen mineralischer Rohstoffe für deutsche Unternehmen	140
Evaluation of global mineral resources by DERA & future raw materials supply sources for the German industry	141
Selektive Zerkleinerung von Erzen bei Prallbeanspruchung	142
Selective Comminution of ores at impact load	144
Entwicklung eines umweltverträglichen Verfahrens zur Gewinnung und Aufbereitung seltener Erden Elemente	145
Development of an environmentally sustainable method for the extraction and processing of Rare Earth Elements (REE)	146
Untersuchung von hydraulischen und sprengtechnischen Konditionierungsmethoden zur in-situ Biolaugung im Festgestein	148
Investigation of Hydraulic and Explosive Conditioning in Hardrock for In-situ Bioleaching Purposes	149
Nutzung von künstlichen neuronalen Netzen zur qualitativen und quantitativen Prognose geologischer Ereignisse - Hintergrund, Software und Fallbeispiele	152
Application of artificial neural networks for the qualitative and quantitative prediction of geological events and phenomena - Background, software and case studies	154
Exkursion	156
Excursion	156
Exkursion CEMEX Zement GmbH	156
Excursion CEMEX Zement GmbH	156
Partners, Sponsoren & Aussteller	157
Partners, Sponsors & Exhibitors	157
Partner	157

Inhaltsverzeichnis

Index

Partners	157
DMT GmbH & Co. KG	158
DMT GmbH & Co. KG	158
EIT RawMaterials GmbH	158
EIT RawMaterials GmbH	159
Euromines	159
Euromines	159
FAB	159
FAB	160
Technische Hochschule Georg Agricola	160
Technische Hochschule Georg Agricola	161
TSU e.V.	161
TSU e.V.	162
VBGU e.V.	162
VBGU e.V.	163
VDMA Mining	163
VDMA Mining	164
Wismut GmbH	164
Wismut GmbH	164
Ausstellungsplan	166
Exhibition Plan	166
Sponsoren	167
Sponsors	167
Becorit GmbH	167
Becorit GmbH	167
ESSER-WERKE GmbH & Co. KG	167
ESSER-WERKE GmbH & Co. KG	167
NYROSTEN Korrosionsschutzmittel GmbH + Co.	168
NYROSTEN Korrosionsschutzmittel GmbH + Co.	168
Sachtleben Mining Services GmbH	168
Sachtleben Mining Services GmbH	169
Aussteller	170
Exhibitors	170
Beak Consultants GmbH	170
Beak Consultants GmbH	170
BsS Bergsicherung Sachsen GmbH	170

BsS Bergsicherung Sachsen GmbH	170
CFT GmbH Compact Filter Technic	170
CFT GmbH Compact Filter Technic	170
Deilmann-Haniel GmbH	171
Deilmann-Haniel GmbH	171
Geological Survey of Finland	171
Geological Survey of Finland	171
German Mining Network	171
German Mining Network	172
HEITKAMP Unternehmensgruppe	172
HEITKAMP Unternehmensgruppe	172
Inkonova AB	172
Inkonova AB	172
Korfmann Lufttechnik GmbH	173
Korfmann Lufttechnik GmbH	173
K-UTECH AG Salt Technologies	173
K-UTECH AG Salt Technologies	173
Medienpartner	175
Media Partners	175
GDMB Verlag GmbH	175
GDMB Verlag GmbH	175
GeoResources Verlag	175
GeoResources Verlag	176
Mining Frontier	176
Mining Frontier	176
Mining Media International Inc. (MMI)	176
Mining Media International	177
Mining Report Glückauf	177
Mining Report Glückauf	177
RDB e.V.	178
RDB e.V.	178
Verzeichnis Referenten, Moderatoren & Autoren	181
Directory Speakers, Moderators & Authors	181
Impressum	184
Imprint	184

Begrüßung & Eröffnung

Opening & Welcoming Speech



Begrüßung DMT GmbH & Co. KG

Prof. Dr. rer. nat. Eiko Räkers, Vorsitzender der Geschäftsführung, Prof. Dr.-Ing. Günther Apel, Prokurist, Dipl.-Ing. Jens-Peter Lux, Leiter Geschäftsfeld Geo Engineering & Exploration, DMT GmbH & Co. KG, Essen

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Gäste, liebe Freunde des BergbauForum,

Bergbau in Deutschland: 2017, das Jahr vor der Schließung des deutschen Steinkohlebergbaus. Angesichts der öffentlichen Meinung kann man teilweise den Eindruck gewinnen, dass die Ansicht vorherrscht, mit der Schließung des Steinkohlebergbaus würden die Bergbauaktivitäten in Deutschland insgesamt auslaufen.

Dies ist natürlich weit gefehlt. Hier ein paar Beispiele:

- Der deutsche Braunkohle-Bergbau mit den Produzenten MIBRAG, LEAG und RWE Power steht mit seiner Förderung an erster Stelle auf der Welt.
- Der deutsche Kali-Produzent K+S liegt in der weltweiten Spitzengruppe der Kalianbieter. Ein hoher Prozentsatz der Förderung kommt aus deutschen Werken.
- In der weltweiten Salzproduktion liegt K+S, auch mit deutschen Produktionsstätten, auf Platz 1.

Zahlreiche weitere Unternehmen betreiben aktiv Bergbau und viele Lagerstätten warten, je nach Preisentwicklung, auf den Start der Rohstoffgewinnung. So ist in Sachsen bereits ein neues Bergwerk in Produktion gegangen, weitere Explorations- und Bergbauvorhaben, vom klassischem Erzbergbau bis hin zur Nutzung tiefer geothermischer Energie, befinden sich in der Planung. Deutsche Bergbaukompetenz ist und bleibt weltweit geschätzt und gefragt.

Nicht unbeachtet bleiben darf, dass in Deutschland durch Bergwerksschließungen und Stilllegungen ganzer Bergwerksregionen wie beispielsweise des Uranbergbaus in Sachsen und Thüringen, in Teilen des mit-

teldeutschen Braunkohlenreviers sowie des Steinkohletiefbaus im Aachener Revier, an der Saar und zeitnah im Ruhrgebiet und in Ibbenbüren ein erhebliches, teils weltweit führendes Know-how zu Themen des Nachbergbaus vorhanden ist.

Vor diesem Hintergrund ist es erforderlich und zukunftsorientiert, die Tradition der BergbauForen mit dem 14. BergbauForum unter den Aspekten des deutschen aber auch zunehmend des internationalen Bergbaus fortzusetzen, so wie Sie und wir als Veranstalter es hier und heute tun. Eine Tradition, der sich in der Zusammenarbeit viele wichtige und wesentliche Partner angeschlossen haben:

- TSU e.V., Verein für Technische Sicherheit und Umweltschutz e.V.
- WISMUT GmbH,
- VDMA Mining, Verband Deutscher Maschinen und Anlagenbau,
- FAB, Fachvereinigung Auslandsbergbau,
- VBGU, Verband Bergbau, Geologie und Umwelt e.V.,
- Euromines, European Association of Mining Industries, Metal Ores & Industrial Minerals,
- THGA, Technische Hochschule Georg Agricola zu Bochum und
- EIT-RawMaterials, das EU-Innovations-Netzwerk.

Diese Zusammenarbeit kann als ein Zeichen gesehen werden, dass sich starke Partner und etablierte Netzwerke unter einem Veranstaltungs-Logo, nämlich dem des BergbauForum auch zukünftig engagieren, um Belange des deutschen, aber auch des europäischen und generell des internationalen Bergbaus zu behandeln, zu diskutieren und vielleicht auch zu beeinflussen.

Mit dem diesjährigen BergbauForum ist es uns wieder gelungen, zahlreiche Fachthemen des Lebenszyklus' Bergbau, von der Exploration über die Planung, die Unterstützung beim Bau und Betrieb, die wirtschaftlich/technische Prozessverbesserung bis hin zur Bergwerks-

Begrüßung & Eröffnung

Opening & Welcoming Speech

schließung und zur Nachsorge in 14 Vortragsblöcke zu fassen. Der Bergmannsabend wird zu Ihrer Erholung Abwechslung in den Tagungsablauf bringen. Exkursionsangebote am Samstag runden das Forum ab.

Zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses haben sich mehr als 300 Teilnehmer aus insgesamt 14 Nationen angemeldet. Etwa 30 Fachaussteller bieten während des Forums Möglichkeiten des Austausches über ihre Produkte und Dienstleistungen. Die Resonanz zeigt uns einmal wieder, dass das BergbauForum zu den etablierten Veranstaltungen gehört, das Veranstaltungskonzept Ihren Zuspruch findet. Wir sehen uns darin bestätigt, die Reihe der BergbauForen fortzusetzen.

Wir freuen uns darauf, mit Ihnen gemeinsam informationsreiche Tage im Rahmen der Veranstaltung zu erleben.

Zum 14. BergbauForum, dieses Mal in Berlin, begrüßen wir Sie alle ganz herzlich.

Glückauf

Welcome speech DMT GmbH & Co. KG

Prof. Dr. rer. nat. Eiko Räkers, CEO, Prof. Dr.-Ing. Günther Apel, General Manager, Dipl.-Ing. Jens-Peter Lux, Manager of Division Geo Engineering & Exploration, DMT GmbH & Co. KG

Dear ladies and gentlemen, dear guests, dear friends of the MiningForum,

Mining in Germany: 2017, the year prior to the shutdown of hard coal mining in Germany. Based on general public opinion, the prevailing view seems to be that the termination of German hard coal mining means that all mining activities in Germany will come to an end.

Of course this is far from the truth. Here are a just few examples:

- Germany is ranked number 1 in the world for lignite mining with the producers MIBRAG,

LEAG and RWE.

- The German potash producer K+S is among the world's leading potash suppliers. A high percentage of total production comes from German mines.

- In salt production, K+S is also in first place worldwide with its German production sites.

Many other companies are actively engaged in mining and numerous natural resource deposits are awaiting extraction, depending on how prices develop. Production has already begun at a new mine in Saxony and further exploration and mining projects, from classic ore mining to the exploitation of deep geothermal energy, are planned. German mining expertise is and will remain highly-valued and in demand around the globe.

We must also consider the fact that, due to the closure of mine works and the decommissioning of whole mining regions, as is the case with uranium mining in Saxony and Thuringia, lignite mining across parts of central Germany and hard coal mining in the Aachen area, the Saar area and soon also in the Ruhr valley and Ibbenbüren, Germany possesses extensive, leading know-how in matters relating to abandoned and post mining activities.

With these factors in mind, it is essential to continue the tradition of the MiningForum with a future-oriented approach and an ever-increasing international focus, just as you, and we as organizers, are doing right here and right now.

This tradition of the MiningForum is one that has gained the support of a number of vital co-operation partners:

- TSU e.V., German Association for Technical Safety and Environmental Protection
- VDMA Mining, German Mechanical Engineering Industry Association
- FAB, German Federation of International Mining and Mineral Resources
- VGBU, the German Association of Mining, Geology and Environment

- Euromines, European Association of Mining Industries, Metal Ores & Industrial Minerals,
- THGA, Georg Agricola University of Applied Sciences, Bochum and
- EIT RawMaterials, EU innovation network.

We see such cooperation as a sign that strong partners and established networks are committed to tackling, discussing and hopefully also influencing future mining issues in Germany, Europe and also at wider international level by coming together under a common logo – that of the MiningForum.

With this year's forum, we have once again managed to incorporate numerous topics from all stages of the mining life cycle, from exploration to planning, construction and operational support, technical optimisation and processes for cost-efficiency, through to mine closure and follow-up measures, in 14 presentation sessions. The miner's social evening provides an opportunity for entertainment and relaxation and the supplementary excursions on Saturday round off the event.

At the time of print more than 300 participants from 14 countries had registered their attendance, while close to 30 exhibitors had signed up to present and promote their services and products at the trade exhibition. These numbers confirm our belief that the MiningForum is a renowned and popular event in professional circles – and will remain so in the future. We look forward to spending the next days with you at what will surely be an informative and enjoyable event.

We would like to wish you all a very warm welcome to the 14th MiningForum in Berlin.

Glückauf

Begrüßung Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Staatssekretär Uwe Beckmeyer, MdB, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Ein schriftlicher Beitrag der Begrüßungsrede lag zum Redaktionsschluss nicht vor.

Welcome speech Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Staatssekretär Uwe Beckmeyer, MdB, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

The written input was not available at the time of publication.

Begrüßung Ministerium für Wirtschaft und Energie des Landes Brandenburg

Dr. Klaus Freytag, Ministerium für Wirtschaft und Energie des Landes Brandenburg

Ein schriftlicher Beitrag der Begrüßungsrede lag zum Redaktionsschluss nicht vor.

Welcome speech Ministerium für Wirtschaft und Energie des Landes Brandenburg

Dr. Klaus Freytag, Ministerium für Wirtschaft und Energie des Landes Brandenburg

The written input was not available at the time of publication.

Begrüßung Euromines

Dr. Corina Hebestreit, Euromines - European Association of Mining Industries

Ein schriftlicher Beitrag der Begrüßungsrede lag zum Redaktionsschluss nicht vor.

Welcome speech Euromines

Dr. Corina Hebestreit, Euromines - European Association of Mining Industries

The written input was not available at the time of publication.

Begrüßung VDMA Mining

Dr. Michael Schulte Strathaus, Vorsitzender des VDMA Mining

Im Namen des VDMA Mining begrüße ich Sie mit einem herzlichen Glückauf - dem traditionellen Bergmannsgruß - beim BergbauForum 2017. Ich freue mich, dass wir mit dem Konzept und den Vorträgen über 250 Teilnehmer aus 14 Ländern überzeugen konnten, nach Berlin zu kommen.

Darin sehe ich auch einen Erfolg unseres Bemühens, einer verbreiteten - aber irrigen - Annahme entgegen zu treten, dass sich Deutschland in 1 ½ Jahren mit dem Ende des Steinkohlebergbaus aus dem Kreis der Bergbauländer verabschiedet. Dass, ganz im Gegenteil, Deutschland ein Bergbau- und Rohstoffland ist, zeigt sich nicht nur an der bemerkenswerten Menge abgebauter Rohstoffe hierzulande: 2015 wurden rund 760 Millionen Tonnen aus heimischen Rohstofflagerstätten gewonnen, sondern auch in der nach wie vor technisch führenden Position der Bergbaumaschinenhersteller in Deutschland. Dies wollen wir mit unserem Engagement hier in Berlin unterstreichen und mit Beiträgen aus den Maschinenbauunternehmen belegen.

Seit vielen Jahren können wir bei einer Exportquote von über 90% mit gutem Grund sagen, dass unser Feld die Welt ist. Wir haben in den vergangenen Jahren gesehen, wie starke Absatzregionen zusammengeschmolzen sind (z.B. Russland oder China) und mit hohem Aufwand neue Regionen entdeckt und erschlossen werden mussten (z.B. in Lateinamerika oder Afrika). Vor diesem Hintergrund liegt uns besonders viel an der internationalen Ausrichtung des MiningForums. Daher freuen wir uns über die internationale Beteiligung aus 14 Ländern.

Aktuelle Trends und Entwicklungen stehen in den kommenden zwei Tagen im Mittelpunkt. Im Wettbewerb mit der internationalen Konkurrenz können wir mit unserem Preis- und Kostengefüge nur mit besserer Technik bestehen. Nach Jahren der Flaute sehen wir sehen

uns am Beginn eines neuen Aufschwungs. Es wird darauf ankommen, die Bergbauindustrie darin zu unterstützen, Rohstoffe effizient, umweltfreundlich und sicher abzubauen und aufzubereiten. Dafür sehen wir uns nach allen technischen Trends und Entwicklungen um. Aktuell steht Smart Mining oder Mining 4.0 oben auf der Agenda. Künftig könnte es vielleicht BioMining oder green mining sein, wenn Bakterien zur Gewinnung metallischer Rohstoffe eingesetzt werden und womöglich herkömmliche Bergbautechnik an Bedeutung verliert.

Allen Teilnehmern am BergbauForum 2017 wünsche ich in diesem Sinne fruchtbare Gespräche.

Welcome speech VDMA Mining

*Dr. Michael Schulte Strathaus, Chairman
VDMA Mining*

On behalf of VDMA Mining, I would like to welcome you all to the MiningForum 2017 with a very warm Glückauf – the traditional German greeting among miners. Thank you for attending the event. I am very pleased that our conference idea and its presentations have attracted more than 250 delegates from 14 different countries and convinced them to come to Berlin.

I also consider this as a great success of our endeavour to counter a widespread – but mistaken – assumption that when Germany stops producing hard coal in 18 months' time, it will no longer be among the world's mining countries. The contrary is true, and Germany is continuing to be a country with both a mining industry and raw materials. This is reflected in a number of ways – first of all, of course, in the remarkable volume of raw materials that are mined here: In 2015, Germany's raw material deposits produced around 760 million tonnes in all. And secondly, mining machine manufacturers still have a leading position in Germany. This is something we

would like to underline with our event here in Berlin, and the presentations from mechanical engineering companies will provide evidence.

For many years now, we have had an export ratio of over 90%, and so we have every reason to say that we are a truly global player. Over the past few years, we have seen the meltdown of some powerful sales regions – for instance, Russia and China – so that a major effort had to be made to discover and develop new regions, for example, in Latin America and Africa. Set against this background, we therefore believe that the international orientation of the MiningForum is extremely important, and we are pleased to see so many international delegates from 14 countries.

Over the next few days, the focus will be on the latest trends and developments. The only way we can remain internationally competitive with our price and cost structure is by delivering better technology. After several years of recession, we are now seeing the beginning of a new economic boom. It will be important to support the mining industry, so that it can be efficient, environment-friendly and safe in the production and processing of raw materials. And so we continually keep our eyes open for all the relevant technical trends and developments. Right now, Smart Mining and Mining 4.0 are at the top of the agenda. In the future, this position may well be occupied by bio-mining or green mining if bacteria can be used for the production of metallic raw materials and if conventional mining technology loses its significance.

With all this in mind, I would like to wish you all a great time at the MiningForum 2017, hoping you will have plenty of worthwhile conversations.

Plenarvorträge
Plenary Sessions



Der deutsche Steinkohlenbergbau – gestern - heute - morgen

*Bernd Tönjes, RAG Aktiengesellschaft, Herne,
Nordrhein-Westfalen*

Der deutsche Steinkohlenbergbau blickt auf eine wechselvolle Geschichte zurück, die je nach Betrachtung der einzelnen Kohlereviere über 200 Jahre zurückreicht. Mit der Entdeckung von Steinkohlevorkommen und insbesondere ihrer industriellen Förderung wuchsen Dörfer zu Städten und Hunderttausende fanden Beschäftigung in der Montanindustrie. Der Wohlstand und die wirtschaftliche Entwicklung ganzer Regionen sind diesem Prozess zu verdanken.

Zum Ende der 1950er Jahre drangen vermehrt Importkohle und billiges Erdöl auf die deutschen Energiemärkte. Damit wurde nicht nur in Deutschland, sondern im gesamten westeuropäischen Steinkohlenbergbau ein Trend eingeleitet, der zur endgültigen Abkopplung von der globalen Entwicklung der Branche führte. Absatzschwierigkeiten für die heimische Steinkohle führten zu Bergwerks-schließungen mit der Folge von Entlassungen und Kurzarbeit.

Standen damals noch über 600.000 Bergleute in Lohn und Brot, so war zur Zeit der Gründung der Ruhrkohle AG das Zechensterben bereits im vollen Gange. Die heimische Steinkohle war nicht mehr konkurrenzfähig. Obwohl sich die Gewinnung fortan auf die besten Standorte konzentrierte, war der weitere Kapazitätsabbau nicht mehr aufzuhalten.

Im Einvernehmen von Politik, Unternehmen und Mitbestimmung folgte ein beispielloser Anpassungsprozess, der den Bergleuten hohe Flexibilität und Veränderungsbereitschaft abverlangte. Dass es dabei nicht zum Kahl-schlag kam, war einerseits dem Umstand zu verdanken, dass eine gewisse Basisversorgung mit Steinkohle als wichtigem Energieträger gewährleistet sein sollte. Auf der anderen Seite gelang es gemeinsam mit dem Sozialpartner, den Rückzug sozialverträglich abzuwickeln und den tiefgreifenden Wandel in

den Bergbauregionen aktiv zu gestalten.

Die energiepolitischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ließen jedoch immer weniger Handlungsspielraum. Schließlich kam es im Februar 2007 zur politisch gewollten Entscheidung, den subventionierten deutschen Steinkohlenbergbau mit Ablauf des Jahres 2018 sozialverträglich zu beenden. Damit wird ein eindrucksvolles Kapitel deutscher Industriegeschichte abgeschlossen.

Bis zur endgültigen Einstellung der Produktion sind es jetzt nur noch eineinhalb Jahre. In dieser Zeit kommt das Unternehmen seiner Aufgabe nach, die vorgegebenen Fördermengen zu erfüllen und den Personalabbau sozialverträglich durchzuführen. Derzeit arbeiten rd. 5.500 Mitarbeiter mit hoher Motivation und Zuverlässigkeit daran, dieses Ziel zu erreichen. Dabei steht Ihnen die weltweit modernste Bergbautechnik zur Verfügung.

Der Blick ist mittlerweile weit über das Jahr 2018 hinaus nach vorn gerichtet, denn nach Stilllegung der letzten Zeche verbleibt für die RAG die Aufgabe, die spürbaren Folgen des Bergbaus in verantwortungsvoller Weise dauerhaft zu regulieren und zu mindern. Für die Gestaltung des Nachbergbaus kann die RAG auf ein breites Fundament von Erfahrungen und Know-how bauen und diese mit Partnern aus Wissenschaft, regionalen Initiativen und der Politik weiterentwickeln. Dazu zählen zum einen endliche Aufgaben wie die Beseitigung von Bergschäden und die Sicherung alter Schächte. Zum anderen geht es aber auch um das dauerhafte Management der Grubenwasserhaltung unter Tage, der Poldermaßnahmen über Tage sowie der Grundwasserreinigung. Das effiziente und umweltbewusste Bearbeiten all dieser Aufgaben wird eine Herausforderung für die RAG bleiben.

Darüber hinaus wird die RAG aufbauend auf jahrzehntelangen Erfahrungen weiterhin ehemalige Bergbauareale für Folgenutzungen entwickeln und damit zur wirtschaftlichen Entwicklung der Bergbauregionen beitragen. Neben der Gestaltung neuer Gewerbe- und Wohngebiete sowie Areale zur Naherholung

werden auch Möglichkeiten ausgeschöpft, vorhandene Bergbauressourcen nachhaltig für regenerative Energien zu nutzen. Und hier fängt das Unternehmen nicht bei null an. Es befindet sich schon überall dort in der Nachbergbau-Ära, wo Bergwerke geschlossen und Flächen einer neuen Nutzung zugeführt wurden. Für viele Kommunen ist das inzwischen Alltag – seit 2012 sogar für ein ganzes Bundesland, dem Saarland.

Auch wenn es nach 2018 keinen subventionierten deutschen Steinkohlenbergbau mehr geben wird, bleibt vieles erhalten, was der Bergbau hervorgebracht hat: von der industriellen Infrastruktur der Reviere über Technologie, Wissen und Erfahrungsschatz aus 150 Jahren Bergbaugeschichte bis zur kulturellen Prägung der Städte, Landschaften und Menschen. Mit Unterstützung der RAG-Stiftung trägt die RAG Mitverantwortung für eine lebenswerte Zukunft der Menschen in den Regionen. Das von RAG-Stiftung, RAG, Evonik und IG BCE gemeinsam initiierte Projekt „Glückauf Zukunft“ dokumentiert beispielhaft eine entsprechende Wertschätzung gegenüber den Leistungen des Steinkohlenbergbaus in den Regionen und den neuen Impulsen für einen nachhaltigen Strukturwandel.

Das Unternehmen vertraut darauf, dass sowohl die Politik als auch die Öffentlichkeit die Chancen erkennen, die in vielen der genannten Aktivitäten liegen. Beide Prozesse – Auslauf und Nachbergbau – laufen bereits seit Jahren parallel und müssen im Einklang zueinander bewältigt werden. Für die RAG vollzieht sich damit ein in der Industriegeschichte einmaliger Transformationsprozess. Die Zukunft dieser neuen RAG in der Nachbergbau-Ära hat planerisch bereits begonnen.

The German coal mining industry – yesterday - today - tomorrow

Bernd Tönjes, RAG Aktiengesellschaft, Herne, North Rhine-Westphalia

The German coal industry has had an eventful past. The history of its different coalfields can be traced back 200 years or more. The discovery of coal deposits, and more significantly the role they were to play in industrial expansion, transformed villages into towns and created an iron and coal industry that would provide employment for hundreds of thousands of people. This process was to be responsible for the wellbeing and economic development of entire regions.

By the end of the 1950s imported coal and cheap oil were increasingly making their presence felt on the German energy markets. As a result, not only the domestic mining sector, but indeed the entire coal industry of Western Europe began a slow decline that would ultimately result in the disengagement of this industry from global developments. Sales of German coal began to suffer and these difficulties led to colliery closures, layoffs and short-time working.

While more than 600,000 people were still earning their livelihoods in the mining industry, by the time Ruhrkohle AG was established the mine closure programme was already in full swing. Home-produced coal was no longer competitive. Despite efforts to concentrate coal production at the best locations it proved impossible to stem the tide and capacity cutbacks continued.

An agreement drawn up by government representatives, business interests and co-determination committees resulted in an unprecedented process of adaptation that called for flexibility and openness to change on the part of the mining workforce. The fact that the mining industry was not eradicated completely can be attributed to the fact that coal, as a key fuel, should be maintained at a basic supply level. In other respects the two sides of industry were able to work together

to manage the downsizing process in a socially responsible way and to play an active role in shaping the far-reaching changes that were to impact on the coalfield communities.

However, energy policy decisions and economic developments were leaving less room for scope of action as the days went by. Finally, in February 2007 the policy makers of the day decided that Germany's subsidised coal industry would be closed down by the end of 2018. This date will mark the conclusion of a hugely impressive chapter in the industrial history of Germany.

There are now just one and a half years left until coal production comes to an end. During these remaining months the company will meet its obligations by supplying fuel in line with agreements and by reducing its manning levels in a responsible way. At present, approximately 5,500 highly motivated and reliable employees are engaged in delivering these objectives. And they are being supported in their efforts by the world's most up-to-date mining technology.

Plans are now being laid for the years well beyond 2018. After closing the last mine, RAG will be responsible for implementing long-term measures aimed at regulating and mitigating the after-effects of the loss of coal mining industry. As it sets about shaping the post-mining era RAG can build on a broad base of know-how and experience and this expertise can be further developed in association with partners from the political and scientific arena and representatives of regional enterprise. While the activities in question include finite tasks such as tackling mining-induced subsidence and stabilising disused mine shafts, they will also entail long-term measures such as mine dewatering, polder drainage and ground-water purification. Dealing with these issues in an efficient and environmentally acceptable way will be one of the challenges facing RAG.

The company will also be drawing on decades of experience as it continues to develop and reclaim disused coal-industry land for

after-use projects, thereby contributing to the economic development of the former coalfield areas. As well as creating new business parks, residential areas and leisure and recreational facilities these initiatives will seek to exploit every opportunity to develop sustainable renewable-energy projects on existing mining sites. And here the company will not be starting from scratch, for it has already been making its presence felt throughout the post-mining communities where mines have been closed and mining land earmarked for new uses. For many of these communities this regeneration has now become a routine affair. For example in Saarland, where the transformation began back in 2012, the entire region has already been involved in such projects.

Even though subsidised coal production will cease after 2018 a great deal of what was created by Germany's mining industry will still survive: from the industrial infrastructure of the coalfields, and the technology, knowledge and valuable experience acquired over 150 years of mining history, to the cultural imprint that has been left on towns, landscape and people. RAG is now taking joint responsibility with the RAG Foundation to ensure a decent future for the people of the affected regions. The Glückauf Zukunft project is a joint initiative involving the RAG Foundation, RAG, Evonik and the IG BCE that seeks to record for posterity the achievements of the mining industry in all the coalfield regions and to give fresh impetus to sustainable structural change.

The company is confident that policymakers and the general public will recognize the opportunities that exist in many of the aforementioned activities and initiatives. Downsizing the coal industry and planning for the post-mining era are tasks that have been running in parallel for a number of years. These processes go hand in hand and must be tackled as such. For RAG this will mean engaging in a process of transformation the like of which has never been seen in industrial history. And the future of the new RAG has already begun in the plans

that are being laid for the post-mining era.

Die bergbaulichen Aktivitäten der K+S Gruppe

Gerd Kübler, K+S Aktiengesellschaft

Ein schriftlicher Beitrag der Begrüßungsrede lag zum Redaktionsschluss nicht vor.

Mining activities of the K+S Group

Gerd Kübler, K+S Aktiengesellschaft

The written input was not available at the time of publication.

Bergbaufolge & Nachnutzung
Post-Mining Management & Use



Forschungsvorhaben für die Herausforderungen des weltweiten Nachbergbaus

Prof. Dr. Christian Melchers, Technische Hochschule Georg Agricola Bochum

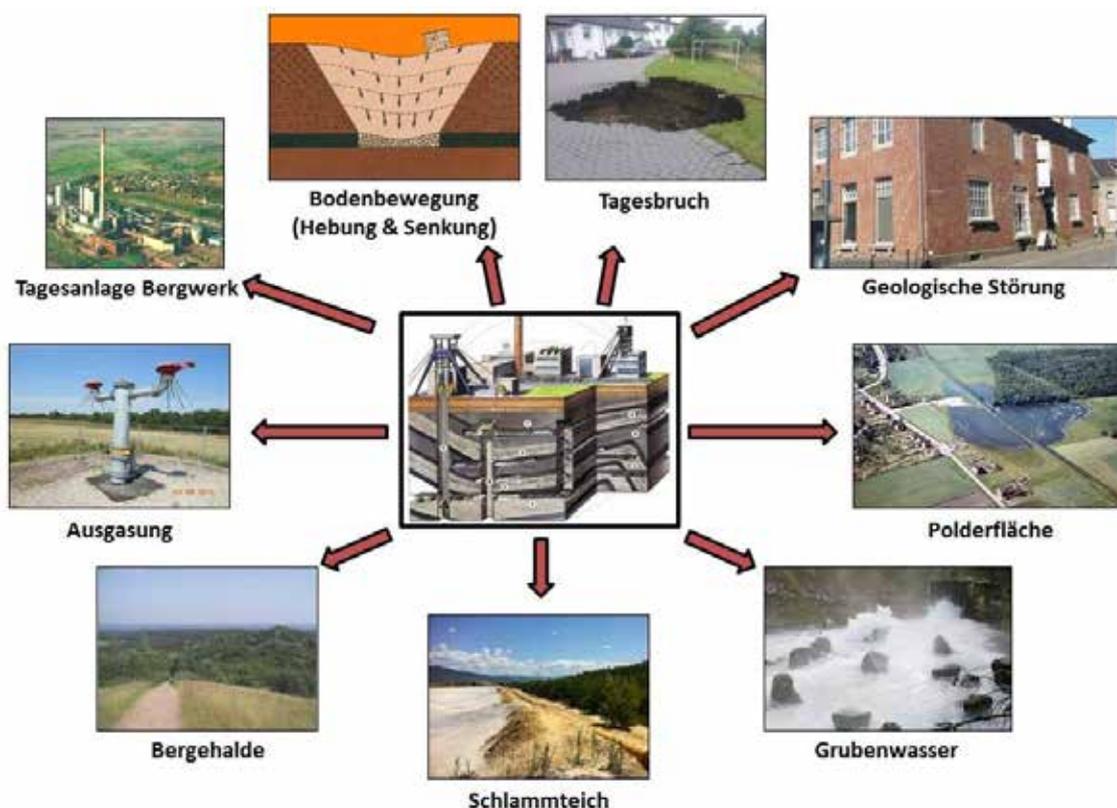
Mit der Zunahme der Weltbevölkerung und globalen technologischen Trends, wie Industrie 4.0, ist ein wachsender Rohstoffbedarf verbunden. Dieser wird überwiegend durch bergbauliche Aktivitäten gedeckt. Der bergbauliche Lebenszyklus weist die drei Phasen Exploration, Gewinnung und Nachbergbau auf. Ein zukunftsorientierter Bergbau muss von Beginn an die Nachbergbau-Phase in die Planung einbeziehen. Den Herausforderungen des (Nach-)Bergbaus darf aus wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Aspekten nicht erst in der Phase nach der Stilllegung begegnet werden.

Dies setzt ein möglichst umfassendes Verständnis der Prozesse hinsichtlich des bergbaulichen Einflusses auf die Umwelt

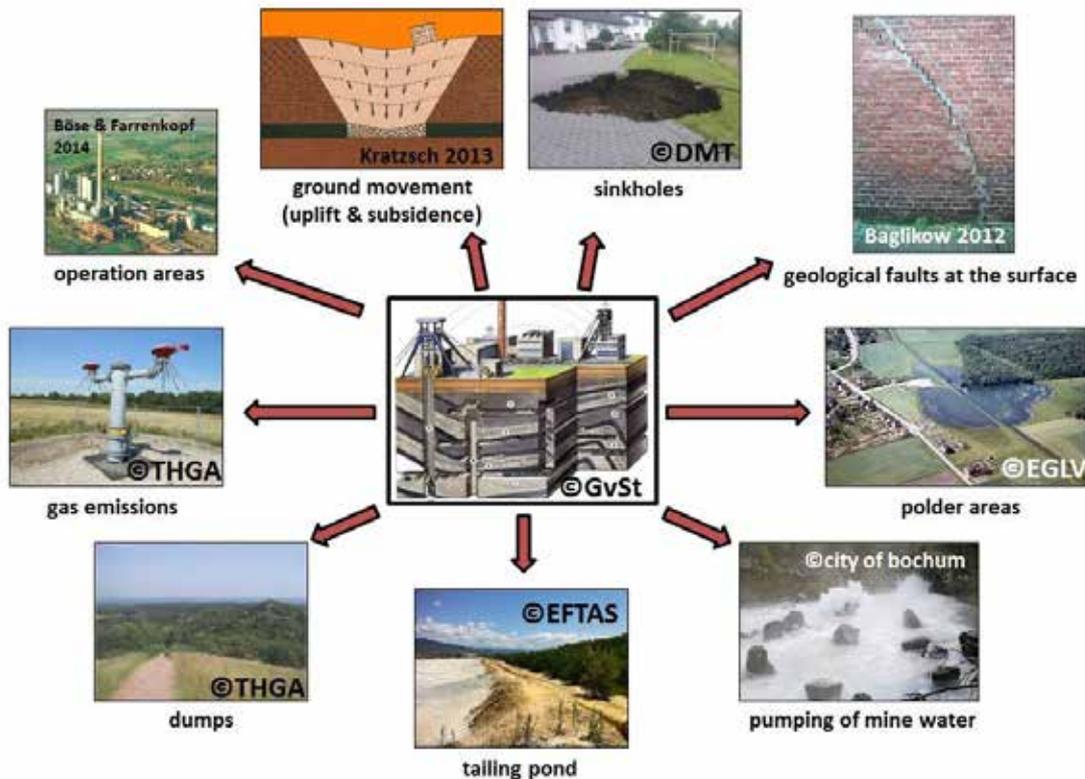
voraus. Hierin besteht eine wesentliche Basis des bergbaulichen Risikomanagements, in dem ein angepasstes Monitoring unerlässlich ist. Um eine breite Akzeptanz für Maßnahmen in der Rohstoffgewinnung zu schaffen, müssen nachbergbauliche Entwicklungen mit der größtmöglichen Transparenz vermittelt werden.

In diesen Kontext sind die Arbeiten des Forschungszentrums Nachbergbau an der Technischen Hochschule Georg Agricola (THGA) eingebunden. Zentrales Thema ist die Entwicklung von Überwachungsstrategien, etwa zum geplanten Grubenwasseranstieg in den Steinkohlenrevieren in NRW und im Saarland. Es werden satellitengestützte Fernerkundungsdaten genutzt, um daraus innovative Monitoring-Verfahren im Alt- und Nachbergbau zu entwickeln. Auch ein Frühwarnsystem für Bergbaufolgen ist dadurch langfristig möglich.

Eine besondere Bedeutung kommt dem strukturierten Wissensmanagement zu. Neben



Aufgabenbereiche des Nachbergbaus (im Uhrzeigersinn von unten links): 1.) THGA, 2.) THGA, 3.) Boese & Farrenkopf, 4.) Kratzsch, 5.) DMT, 6.) Baglikow, 7.) EGLV, 8.) city of Bochum, 9.) GvSt, 10.) EFTAS



dem Aufbau einer umfassenden Literaturdatenbank werden Sachinformationen mit Raum- und Zeitbezug abgelegt, um langfristig schnell und zuverlässig in Entscheidungsprozesse einbezogen werden zu können.

Research activities for global post-mining challenges

Prof. Dr. Christian Melchers, Technische Hochschule Georg Agricola Bochum

With the increase in the world's population and global technological trends, such as Industry 4.0, there is a growing demand for raw materials. This is mainly covered by mining activities. The mining cycle can be divided into the three phases of exploration, the actual mining period and post-mining stage. Future-orientated mining needs to include the post-mining stage from the outset. The challenges of (post-) mining in terms of economic, environmental or social aspects must not be postponed to the phase after the mine closure.

This requires a comprehensive understanding of the processes with regard to the impact of mining on the environment. This is an essential basis for risk management, in which adapted monitoring is indispensable. In order to achieve broad acceptance for measures in raw material production, post-mining developments must be communicated with the greatest possible transparency.

In this context, the work of the Research Institute of Post-Mining is integrated at the Technische Hochschule Georg Agricola (THGA). The central theme is the development of monitoring strategies, such as the planned mine water rebound in the coal mining districts in NRW and in Saarland. Satellite-based remote sensing data are being used to develop innovative monitoring processes in the old and post-mining industries. An early warning system for mining impacts is also possible.

Structured knowledge management is particularly important. In addition to the development of a comprehensive literature database, information on the subject with space and time reference is stored, in order to be able to

be involved quickly and reliably in decision-making processes in the long term.

Deponierung und Verwertung unter Tage sowie Rekultivierung von mittelgroßen Rückstandshalden im Kali- und Steinsalzbergbau

*Dipl.- Ing. Jörg Glienke, Dr. Frauke Bretthauer,
Dr. Franz X. Spachtholz, K+S Entsorgung
GmbH, Kassel, Deutschland*

Am Anfang stand die Idee, für die Beseitigung und Verwertung gefährlicher Abfälle bessere Konzepte zu entwickeln und langfristige Kapazitäten zu bieten. Heute ist die K+S Entsorgung GmbH als 100-prozentige Tochter der K+S Aktiengesellschaft europaweit führend in der untertägigen Entsorgung – mit den meisten Untertage-Standorten, längsten Reichweiten und umfassendsten Systemlösungen.

Bei der Entsorgung von festen Abfällen mit gefährlichen Eigenschaften in geeigneten Kali- und Steinsalzbergwerken werden die Schadstoffe der Biosphäre dauerhaft entzogen. Die K+S Entsorgung GmbH betreibt in Deutschland die beiden Untertagedeponien



Abb. 1: Anlieferung von Abfallbehältnissen in einer Untertagedeponie (Foto: K+S)

Fig. 1: Delivery of waste containers in the underground waste disposal (Image: K+S)



Abb. 2: Verwertung von Rauchgasreinigungsrückständen in Big-Bags in einer Untertageverwertungsanlage (hier Verschleudern der Hohlräume mit Steinsalz) (Foto: K+S)

Fig. 2: Backfilling of flue gas cleaning residue in Big-Bags in an underground waste recovery plant, any gaps are filled with salt (Image: K+S)



Abb. 3: Rekultivierung einer mittelgroßen Rückstandshalde des Kali- und Steinsalzbergbaus (Foto: K+S)

Fig. 3: Recultivation of a middle-sized waste heap of potash mining (Image: K+S)

Herfa-Neurode und Zielitz sowie die fünf Verwertungsstandorte Wintershall, Hattorf, Unterbreizbach, Bernburg und Zielitz.

Bei der Untertagedeponierung steht die langzeitsichere Beseitigung der Abfälle im Vordergrund (Abb.1). Bei der Untertageverwertung werden die stofflichen Eigenschaften von weniger kontaminierten Abfällen genutzt, um die bergrechtlich bestehenden Versatzpflichten für ausgewählte Bereiche der Grube zu erfüllen (Abb. 2). Der Artikel gibt einen kurzen Einblick in die Entstehung von Kali- und Steinsalzlagern.

Ausführlich werden die Unterschiede zwischen der Beseitigung von Abfällen in Untertagedeponien und der Verwertung in Untertageverwertungsanlagen erläutert.

Die Beschreibung der Möglichkeiten mittelgroße Rückstandshalden des Kalibergbaus abzudecken bildet einen weiteren Schwerpunkt innerhalb des Artikels (Abb.3). Es werden zwei unterschiedliche, aktuell in Anwendung befindliche Abdeckverfahren vorgestellt. Die Halden werden mit geeigneten Stoffen abgedeckt und anschließend begrünt. Dabei werden die durch Niederschläge anfallenden salzhaltigen Wässer in den jeweiligen Gruben im Rahmen der Flutung umweltverträglich entsorgt. Nach erfolgreicher Rekultivierung fällt kein umweltbelastendes Wasser mehr an.

Underground waste disposal and recovery as well as recultivation of medium-sized tailings piles in potash and rock salt mining

Dipl.-Berging. Jörg Glienke, Dr. Frauke Brettbauer, Dr. Franz X. Spachholz, K+S Entsorgung GmbH, Kassel, Germany

The initial idea was to develop better concepts for the disposal and recovery of hazardous wastes and to provide long-term capacities for this purpose. As a wholly-owned subsidiary of K+S Aktiengesellschaft, K+S Entsorgung is the European market leader in

underground waste disposal with the most underground facilities, longest ranges and most comprehensive system solutions.

Appropriate potash- and rock salt-mines assure that solid wastes with hazardous substances are sustainably kept from leaking into the biosphere. K+S Entsorgung GmbH operates in Germany the two underground disposal plants Herfa-Neurode and Zielitz as well as the five underground recovery plants Wintershall, Hattorf, Unterbreizbach, Bernburg and Zielitz.

Underground waste disposal is mainly designated to eliminate wastes safely on a long-term basis (Fig. 1), whereas underground waste recovery uses the materials properties of less contaminated wastes in order to fulfill the backfilling obligation of selected cavities imposed by the mining law (Fig. 2).

The article provides an insight into the emergence of potash- and rock salt-deposits and treats in detail the differences between underground waste elimination and underground waste recovery.

The description of the possibilities of covering middle-sized waste heaps of potash mining is another main theme of the article (Fig. 3). Two different currently practiced methods will be presented here. The heaps are covered with suitable materials and revegetated afterwards. The saline water produced by rainfall is disposed of in an environmentally friendly way through the flooding in the mines underground. After a successful recultivation no environmentally harmful water will be released anymore.

Bergbau und Radioaktivität

Peter Schmidt, Wismut GmbH, Chemnitz

Einleitung

Unter Radioaktivität wird die Eigenschaft instabiler Atomkerne (Radionuklide) verstanden, sich unter Aussendung ionisierender Teilchen- oder Photonenstrahlung in einen anderen Kern umzuwandeln. Radioaktivität in der Erdkruste ist naturgegeben. Ursache ist die extrem lange Halbwertszeit der Mutternuklide U-238, U-235 und Th-232 der beiden Uran- und der Thoriumzerfallsreihe(n). Aber auch Einzelnuklide, sogenannte primordiale Nuklide, mit extrem langer Halbwertszeit werden in der Erdkruste angetroffen. Bekannt sind das Kaliumisotop K-40 und das Rubidiumisotop Rb-87. Untertage werden besonders in den Wettern natürliche Radionuklide in Konzentrationen angetroffen, die für die menschliche Gesundheit schädlich sind. Zur Tagesoberfläche gelangt natürliche Radioaktivität durch die Förderung von festen Rohstoffen aus Gruben und im Tagebau, aber auch durch die Hebung von flüssigen und gasförmigen Stoffen (Wasser, Erdöl, Erdgas). Infolge der Verarbeitung von Rohstoffen, der Aufbereitung von Flüssigkeiten und Gasen sowie durch natürlich stattfindende geo- und hydrochemische Prozesse kann es zur Aufkonzentration von Radioaktivität und damit verbunden zu erhöhten Strahlenexpositionen der Menschen und der Umwelt kommen.

Vorkommen erhöhter Radioaktivität im Bergbau

In erster Linie wird der Bergbau und die Verarbeitung von uranhaltigen Erzen mit Radioaktivität und hohen radiologischen Belastungen der Bergarbeiter und der Bevölkerung assoziiert. Der Fluch der Radioaktivität begegnet noch heute den Sanierern der Wismut GmbH bei der Überwindung der Hinterlassenschaften von mehr als 40 Jahren intensiven Uranbergbaus in Sachsen und Thüringen. Das radioaktive Edelgas Radon (Rn-222), ein Tochternuklid des Radiumisotops Ra-226 in der Zerfallsreihe des U-238, dominiert die Strah-

lenexposition an den Sanierungsstandorten. Weniger bekannt ist jedoch, dass auch der Kohlebergbau, die Förderung und Verarbeitung seltener Erden, vor allem aber die Erdöl- und Erdgasindustrie und neuerdings auch die Tiefengeothermie radiologisch relevant sein können. Entscheidend für die radiologische Relevanz ist immer die Aktivitätskonzentration in der geologischen Formation, aus der die Stoffe zutage gebracht werden.

Im Strahlenschutz haben seit Ende der Achtziger Jahre die Begriffe NORM bzw. (TE)NORM Einzug gehalten ((TE)NORM = (Technically Enhanced) Naturally Occurring Radioactive Materials). Es existieren in den einschlägigen Regelwerken zum Strahlenschutz Positivlisten für Industrien, bei denen mit erhöhtem Vorkommen von NORM zu rechnen ist. Die derzeit noch geltende deutsche Strahlenschutzverordnung listet in Anlage XII als Arbeitsfelder, bei denen erheblich erhöhte Expositionen durch natürliche terrestrische Strahlungsquellen auftreten können, u. a. auf:

- Arbeiten in untertägigen Bergwerken
- die Gewinnung, Verwendung und Verarbeitung von Polychlorerzen
- die Verwendung und Verarbeitung von Schlacke aus der Verhüttung von Kupferschiefererzen.

Als überwachungsbedürftige Rückstände im Sinne des Strahlenschutzes werden in der Strahlenschutzverordnung u. a.:

- Schlämme und Ablagerungen aus der Gewinnung, Verarbeitung und Aufbereitung von Erdöl und Erdgas
- nicht aufbereitete Phosphorgipse, Schlämme aus deren Aufbereitung sowie Stäube und Schlacken aus der Verarbeitung von Rohphosphat (Phosphorit)
- Nebengestein, Schlämme, Sande, Schlacken und Stäube
 - aus der Gewinnung und Aufbereitung von Bauxit, Columbit, Pyrochlor, Mikrolyth, Euxenit, Kupferschiefer-, Zinn-, Seltene-Erden- und Uranerzen

- aus der Weiterverarbeitung von Konzentraten und Rückständen, die bei der Gewinnung und Aufbereitung dieser Erze und Mineralien anfallen

sowie

- Stäube und Schlämme aus der Rauchgasreinigung bei der Primärverhüttung in der Roheisen- und Nichteisenmetallurgie

genannt.

Strahlenschutz im Bergbau

Arbeitsplätze mit erhöhten Strahlenexpositionen der Arbeitnehmer sind im Bergbau in erster Linie in den zuvor genannten Arbeitsfeldern bzw. beim Umgang mit überwachungsbedürftigen Rückständen zu finden. Untertage und in geschlossenen Räumen ist die Gewährleistung einer ausreichenden Bewetterung der Schlüssel zur Einhaltung und Unterbietung von Strahlenschutzgrenzwerten. Im Ergebnis wird die Exposition durch die Inhalation von Radon, Thoron (Rn-220) und deren Zerfallsprodukten sowie die Inhalation von radioaktiven Stäuben minimiert. Übertägig im Freien können ebenfalls Stäube zur Exposition beitragen. Die externe Gammastrahlung wird immer dann expositionsbestimmend, wenn die Radiumisotope Ra-226 und Ra-228 sowie K-40 prozesstechnisch akkumuliert werden. Typisches Beispiel sind Scale (Ablagerungen) in Steigrohren und technischen Anlagen der Erdöl-/Erdgasindustrie. Die spezifischen Aktivitäten der Scale können etliche hundert Bq/g für Ra-226 und Ra-228 erreichen, - also Werte des Hundert- bis Tausendfachen der natürlichen Hintergrundkonzentration. Maßnahmen zum Schutz vor externer Strahlung sind entsprechende Abschirmungen und die Minimierung der Aufenthaltszeit in der Nähe der Strahlenquellen.

Der Bergbaubetreiber, in dessen Verantwortungsbereich Arbeiten in den genannten Arbeitsfeldern oder mit einem Umgang mit überwachungsbedürftigen Rückständen stattfinden, ist entsprechend der Strahlenschutzverordnung für Maßnahmen zum Schutz der Arbeitnehmer, der Bevölkerung

und der Umwelt verantwortlich. Die potentielle Exposition der Arbeitnehmer ist abzuschätzen und gegebenenfalls weiter zu überwachen. Zur Minimierung von Umweltbelastungen sind überwachungsbedürftige Rückstände sachgerecht zu verwerten oder sicher zu verwahren. Vor der Ableitung von Bergbauwässern in die Umwelt ist erforderlichenfalls eine Wasserbehandlung durchzuführen.

Mining Operations and Radioactivity

Peter Schmidt, Wismut GmbH, Chemnitz

Introduction

Radioactivity is defined as the property of unstable atomic nuclei (radionuclides) to transform into new stable nuclei by spontaneously emitting ionising particle or photon radiation. The presence of radioactivity in the Earth's crust is a fact of nature. The root cause of this phenomenon is the extremely long half-lives of the parent nuclides U-238, U-235 and Th-232 of the Uranium and Thorium decay series. The same applies to the presence in the Earth's crust of individual nuclides known as primordial nuclides that have extremely long half-lives such as the K-40 isotope of Potassium and the Rb-87 isotope of Rubidium. Naturally occurring radionuclides, in particular in mine air may reach levels harmful to human health. Natural radionuclides reach the surface due to the exploitation of solid raw materials from underground and open-cast mines as well as by the recovery of liquids and gases (water, oil, natural gas). In addition to natural geochemical and hydrochemical processes, the processing of raw materials as well as the treatment of liquids and gases are likely to enhance radioactivity levels and, as a consequence, expose humans and the environment to higher levels of radiation.

Occurrences of Increased Radioactivity in Mining

Elevated radiological exposure of miners and members of the public is first and foremost associated with the mining and processing of uranium-bearing ores. To this very day, reclamationists working at Wismut GmbH to overcome the legacies left behind by more than 40 years of intense Uranium mining in Saxony and Thuringia encounter the curse of radioactivity. Radiation exposure at the sites under remediation is dominated by the radioactive inert gas Radon (Rn-222), a daughter nuclide of the Radium isotope Ra-226 in the U-238 decay chain. However, lesser known is the potential radiological relevance of coal mining, of the extraction and processing of rare earths, but principally of the oil and gas industries and, more recently, of the deep geothermic energy as well. The radiological relevance is primarily determined by the activity concentration prevailing in the geological formation from where the materials are brought to the surface.

Starting in the late 1980s, the terms NORM and TENORM ((Technologically Enhanced) Naturally Occurring Radioactive Materials) found their way into radiation protection legislation. Relevant regulations for protection against radiation contain positive lists applicable to industries where an enhanced occurrence of NORM is to be expected. Annex XI of the currently applicable German Radiation Protection Ordinance lists work activities with the potential to significantly increase the exposure to natural radiation sources of terrestrial origin, inter alia:

- Working in underground mines
- Extraction, usage and processing of pyrochlore ores
- Usage and processing of slag from the smelting of copper shale ores.

Annex XII of the German Radiation Protection Ordinance specifies residues in need of surveillance to ensure protection against radiation, such as:

- Sludges and scales generated by the extraction, processing and refining of oil and natural gas
- Unconditioned Phosphogypsums, sludges from their treatment as well as dusts and slags generated by the processing of rock Phosphate (Phosphorite)
- Host rock, sludges, sands, slags and dusts
 - from the extraction and processing of Bauxite, Columbite, Pyrochlore, Microlite, Euxenite, Copper shale, Tin, rare earths and Uranium ores
 - from the further processing of concentrates and residues generated by the extraction and processing of these ores and minerals

as well as

- Dusts and sludges generated by flue gas cleaning from the primary production in the pig iron and nonferrous metallurgies Host rock, sludges, sands, slags and dusts.

Radiation Protection in the Mining Industry

In the mining industry, workplaces subjecting workers to increased exposure are ubiquitous in the aforementioned work activities and in handling residues requiring surveillance. Ensuring adequate ventilation is the key to complying with dose limits or keeping exposure below dose limits both in underground mines and indoors. As a result, exposure by the inhalation of Radon, Thoron (Rn-220) and of their progeny as well as of radioactive dusts is being minimised. Dusts may also contribute to exposures under outdoor above ground conditions. Whenever an accumulation of the isotopes of Radium Ra-226 and Ra-228 as well of Potassium K-40 occurs due to process conditions, exposure will be dominated by external gamma radiation. Scale (depositions) in production tubings and technical installations of the oil and gas industry are a case in point. Specific activities of scales may amount to several hundreds of Bq/g for Ra-226 und Ra-228, - i.e. levels a hundredfold

to a thousandfold in excess of the natural background concentration. Measures to protect against external radiation include shielding and the minimisation of residence times / occupancy hours in the proximity of radioactive sources.

In compliance with the Radiation Protection Ordinance mine operators shall be responsible for the implementation of measures aimed at protecting workers, members of the public and the environment when operations are carried out in the said work activities or when residues requiring surveillance are managed in their sphere of responsibility. Potential exposure of workers has to be assessed and the assessment may need to be reviewed. Residues requiring surveillance have to be properly managed or safely disposed of in order to minimise environmental pollution. Prior to their discharge into the environment, mine waters may be required to undergo treatment for compliance.

Altbergbau in Nordrhein-Westfalen – eine Herausforderung für die Berg- behörde

Leitender Bergvermessungsdirektor Andreas Welz, Bezirksregierung Arnsberg, Abteilung Bergbau und Energie in NRW, Dortmund, Deutschland

Altbergbau in Nordrhein-Westfalen

Das Land Nordrhein-Westfalen ist geprägt durch intensive bergbauliche Aktivitäten, die bis in die Römerzeit und darüber hinaus zurückreichen. Ausgerichtet waren diese Aktivitäten auf die Gewinnung unterschiedlichster Bodenschätze, vor allem jedoch auf die Gewinnung von Erzen, Steinkohle, Braunkohle und Salz aber auch auf die Gewinnung von weiteren als Baustoffe oder als Industrieminerale verwertbaren Bodenschätzen. Innerhalb der heutigen Landesfläche Nordrhein-Westfalens wurden seither mehrere tausend Groß-, Klein- und Kleinstbergwerke für die untertägige Gewinnung von Bodenschätzen betrieben. Der größte Teil dieser Bergwerke ist inzwischen in Folge der Erschöpfung der Lagerstätten, auf Grund besonderer Ereignisse (z.B. hohe Wasserzuflüsse oder Grubenbrände) oder wegen veränderter wirtschaftlicher Rahmenbedingungen aufgegeben worden. Die nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick über die von Altbergbau betroffenen Gebiete in Nordrhein-Westfalen.

Im Rahmen der Auswertung der bei der Bergbehörde vorhandenen Unterlagen konnten für die Landesfläche Nordrhein-Westfalen bisher ca. 30000 verlassene Tagesöffnungen des Bergbaus (Stollen- und Schachtmundlöcher) ermittelt werden. Die Summe aller Flächen, welche von Einwirkungen des tages- und oberflächennahen Bergbaus betroffen sein können, beträgt gegenwärtig ca. 600 km². Außerdem sind seit Mitte der sechziger Jahre ca. 3300 Tagesbrüche in der Landesfläche bekannt geworden. Über den dokumentierten Bergbau hinaus ist im Land Nordrhein-Westfalen weiterer Bergbau betrieben worden, dessen Umfang und Ausdehnung wegen fehlender oder unzureichender Dokumenta-



Abb. 1: Altbergbaugebiete in Nordrhein-Westfalen

Fig. 1: Abandoned mining areas in NRW

tionen entweder kaum oder gar nicht bekannt ist. Hierzu gehören vor allem der so genannte „Uraltbergbau“ (Bergbau vor Anlegung von Grubenbildern) oder der in Notzeiten geführte widerrechtliche Abbau Dritter.

Abwehr von Gefahren aus verlassenen Grubenbauen

Zuständig für Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren aus verlassenen Grubenbauen, die nicht mehr der Bergaufsicht unterliegen, ist in Nordrhein-Westfalen gemäß § 48 Abs. 3 Ordnungsbehördengesetz NRW (OBG NRW) die Bergbehörde. Voraussetzung für ein ordnungsbehördliches Tätigwerden ist das Vorliegen einer konkreten oder gegenwärtigen Gefahr für die öffentliche Sicherheit und Ordnung. Verantwortlich für die Sicherung verlassener Grubenbaue ist zunächst der Bergwerkseigentümer, dem durch die Bergbehörde entsprechende Maßnahmen auferlegt werden.

Für zahlreiche verlassene Schächte und tagesnahe Grubenbaue existieren keine

Bergwerkseigentümer bzw. ehemalige Bergbautreibende oder deren Rechtsnachfolger, die ordnungsrechtlich für die Durchführung von Sicherungsmaßnahmen herangezogen werden können. In diesen Fällen obliegt der Bezirksregierung Arnsberg als Bergbehörde des Landes Nordrhein-Westfalen die Durchführung von Sicherungsmaßnahmen. Vor diesem Hintergrund hat das Land Nordrhein-Westfalen veranlasst, für potenziell tagesbruchgefährdende Hinterlassenschaften des Bergbaus, die im Verantwortungsbereich des Landes liegen, ein Risikomanagementsystem aufzubauen. Ziel ist es, durch präventive Maßnahmen Tagesbruchereignisse mit Personenschäden und teilweise erheblichen Sachschäden zu vermeiden und für die Menschen in Nordrhein-Westfalen die größtmögliche Sicherheit vor Gefahren aus verlassenen Grubenbauen zu gewährleisten.

Zurzeit umfasst die Umsetzung der Maßgaben des Risikomanagements der Bergbehörde NRW rd. 2500 Schächte, die im Ruhrrevier oder Oberbergischen Revier liegen. Seit

dem Beginn der auf das Risikomanagement gestützten operativen Maßnahmen im Jahr 2011 wurden 130 Schächte in der Örtlichkeit erkundet und 95 abschließend gesichert. Bei rd. 75 % der Schächte konnte eine konkrete Gefahr für die öffentliche Sicherheit und Ordnung nachgewiesen werden. Für die Durchführung von Untersuchungs- und Sicherungsmaßnahmen hat das Land Nordrhein-Westfalen bisher Steuermittel in Höhe von rd. 16 Mio. Euro aufgewendet.

Ausblick

In den kommenden Jahren wird die Bergbehörde NRW das Risikomanagement durch die systematische Erfassung der im Verantwortungsbereich des Landes Nordrhein-Westfalen gelegenen Schächte schrittweise auf die ganze Landesfläche NRW ausdehnen. Parallel hierzu ist eine Ausweitung des Risikomanagements auf möglicherweise unzureichend gesicherte tagesnahe bergbauliche Hohlräume vorgesehen, von denen statistisch gesehen eine weitaus größere Tagesbruchgefährdung ausgeht als von verlassenen Tagesöffnungen des Bergbaus.

Abandoned mine sites in NRW – A Challenge for mining authorities

Ltd. Bergvermessungsdirektor Andreas Welz, Arnsberg District Government, Department for Mining and Energy NRW, Dortmund, Germany

Abandoned Mines in North Rhine-Westphalia

North Rhine-Westphalia is affected by intense mining activities dating back to the Roman times and beyond. The aim of these activities was mining of natural resources, especially the extraction of ores, stone coal, lignite and salt, as well as other exploitable natural resources like building materials and industry minerals. From that time onwards several thousands of big and small mines practiced underground mining of natural resources within the present territory of North

Rhine-Westphalia. Meanwhile the majority of the mines closed due to depletion of deposits, special events (for example high water intakes or mine fires) or due to changed economic conditions. The following figure gives an overview of the areas in North Rhine-Westphalia affected by abandoned mines.

By analyzing the documentation available for the Mines Inspectorate approx. 30,000 abandon mine openings (shafts and adit entrances) could be determined in the area of North Rhine-Westphalia until today. The sum of all areas potentially affected by effects of the surface near mining currently constitutes approx. 600 km². Furthermore approx. 3,300 mining related sinkholes and surface collapses could be identified within the area since mid of 1960. In addition to the documented mining in North Rhine-Westphalia, there existed further mining of which the extent and dimension is not or barely known due to missing or insufficient documentation. This includes especially the so called "Ur-activities" (mining before the establishment of mine maps and plans) or the illegal carried out mining during times of crisis and adversity.

Avoidance of Hazards posed by Abandoned Mines

Pursuant to § 48 Section 3 of the Regulatory Authorities Act of North Rhine-Westphalia (OBG NRW) the Mines Inspectorate of North Rhine-Westphalia is responsible for the protection against hazards posed by abandoned mine workings. The requirement for a mandate of the Mines Inspectorate is the existence of a concrete and present danger for the breach of peace. For the security of abandoned mines the mine owner, imposed with accordant measures by the Mines Inspectorate, is responsible initially. For numerous abandon shafts and surface-near mines owners, former miners or successors in interest that could be consulted for the execution of safety measures do not exist anymore. In these cases the execution of security measures falls to the Arnsberg District Government represented by the Mines Inspectorate of

North Rhine-Westphalia. Against this background North Rhine-Westphalia induced building up a risk management system for legacies of mining located in the responsibility area of the district that bear the potential risk of surface collapses. The aim is to avoid events of sink-holes and ground collapses causing personal injury and damaging property considerably as well as to guarantee the highest possible safety for the people in North Rhine-Westphalia with regard to the hazards caused by abandoned mines. Currently the execution of the measures by the risk management of the Mines Inspectorate NRW comprises approx. 2,500 shafts located in the Ruhr and Oberbergish Land area. Since the beginning of the operative measures supported by the risk management in 2011, 130 mine shafts have been explored and 95 secured completely. For approx. 75 % of the mine shafts a precise hazard for the breach of peace could be proven. North Rhine-Westphalia spent tax money of approx. 16 Million Euro for the execution of investigation and security measures so far.

Prospects

In the next years the Mines Inspectorate of NRW intends to extend the risk management continuously by registering systematically all mine shafts located in the responsibility area of North Rhine-Westphalia. Besides that it is planned to extend the risk management to potentially insufficient secured and surface-near cavities which represent a higher danger causing sink-holes and ground collapses than abandoned mine openings from statistical point of view.

Rütteldruckverdichtung – neue Aspekte der Prozessverbesserung

Dr. Charles-Andre Uhlig, GMB GmbH, Senftenberg, Deutschland

Dr. Jens Kardel, Dr. Antje Schreyer, GMB GmbH, Senftenberg, Deutschland

Zusammenfassung

Die Rütteldruckverdichtung (RDV) wurde im vergangenen Jahrhundert als Methode zur Baugrundverbesserung eingeführt. Sie gilt heute als Standardverfahren und hat in den vergangenen Jahrzehnten wenige grundsätzliche technische Veränderungen bzw. Verbesserungen erfahren. Im Lausitzer Revier sind in den nächsten Jahren bzw. Jahrzehnten zur Herstellung der sicheren Bergbaufolgelandschaft umfangreiche Maßnahmen zur Bodenverbesserung mittels der RDV erforderlich. Es werden neue technische und organisatorische Möglichkeiten zur Verbesserung der Arbeitsprozesse und der Qualität vorgestellt. Die sich aus diesen Verbesserungen ergebenden möglichen wirtschaftlichen und qualitativen Vorteile werden umrissen.

Einsatz eines sensorbestückten Versuchsrüttlers

Der Bereich Bergbau Services der GMB GmbH (GMB) führt unter anderem im Auftrag der Muttergesellschaft Lausitz Energie Bergbau AG (LEAG) Arbeiten zur Kippenverdichtung im Lausitzer Braunkohlerevier aus. In den aktiven Tagebauen der LEAG erfolgt eine laufende Kippenerkundung. Darüber hinaus erfolgen in den Bereichen, in denen ggf. Tiefenverdichtungsmaßnahmen erforderlich sind, umfangreiche und aufwendige Kippenerkundungsmaßnahmen. Für die Vorerkundung, die baubegleitenden Untersuchungen und die Untersuchungen zum Verdichtungsnachweis kommt eine bewährte Kombination aus geophysikalischen und geotechnischen Feld-/ Laboruntersuchungen zum Einsatz. In der Vorerkundung liefern die Ergebnisse geoelektrischer Messungen eine Differenzierung des Materials und bilden eine Grundlage zur Festlegung der Ansatzpunkte für Sondie-

rungen und Bohrungen. Erfolgen gravimetrische Messungen vor und nach der Verdichtungsmaßnahme, kann das im Ergebnis erhaltene Differenzbild die flächenhaften Verdichtungsergebnisse zeigen und erlaubt die gezielte Festlegung von Ansatzpunkten der Nachsondierung. Weiterhin kommen neben Drucksondierungen radiometrische Kombinationsdrucksondierungen (KDS) zum Einsatz. Die Messungen der klassischen Drucksondierung werden bei diesem Verfahren ergänzt durch eine γ , eine $\gamma\gamma$ und eine nn-Messung im selben Sondierloch. Mit den vorliegenden Kalibrierbeziehungen für Lausitzer Kippensande sind somit Aussagen zum Feinkornanteil, der Dichte/Trockendichte, dem Porenanteil, dem Wassergehalt und der Sättigungszahl möglich. Im Labor werden Proben aus Linerbohrungen und Schürfen hinsichtlich ihrer material- und zustandsbeschreibenden Kennzahlen sowie der Berechnungskennzahlen untersucht. In speziellen Versuchsreihen an strukturgestörten Proben wird das Setzungs-, Sackungs-, Wasserdurchlässigkeits- und Restfestigkeitsverhalten in Abhängigkeit von Porenanteil, Spannung und Sättigungszahl untersucht. Eine komplexe Verknüpfung der Ergebnisse aus den KDS und diesen Kennlinien des Materialverhaltens erlaubt es mit patentierten Verfahren schichtweise statistische Kennwerte zu bestimmen. Anhand der so bestimmten Kennwerte kann der Geotechniker einen ggf. mittels RDV herzustellenden Stützkörper hinsichtlich Breite und Teufe dimensionieren sowie ein zu erreichendes Verdichtungsziel definieren. Technologische Vorgaben für den RDV-Prozess wie Rüttelraster oder Rüttlerparameter (Verweildauer, Hubhöhe, Wasserzugabe, etc. variable Schlagkraft, Amplitude etc.) können durch den Geotechniker nicht berechnet werden. Diese Vorgaben erfolgen aufgrund von Erfahrungswerten bzw. werden bei neuen Objekten durch Testfelder optimiert. Aufgrund der Inhomogenität der Kippen hinsichtlich Material- und Dichteverteilung können insbesondere Aussagen zu Kennwerten nur statistisch bzw. bereichsweise getroffen werden. Auf Grundlage der geophysikalischen und

geotechnischen Felderkundung sowie durch entsprechende geotechnische Laboruntersuchungen ist es nicht möglich, direkt an jedem einzelnen Rüttelansatzpunkt eine sichere Aussage zu den Lagerungsverhältnissen hinsichtlich Material- und Dichteverteilung zu gewährleisten. Dies gilt analog für den Nachweis des Erreichens des Verdichtungsziels. Diese fehlenden Kenntnisse zum Aufbau des Untergrundes resultieren zum Teil in erheblichen Zusatzkosten bei Herstellung der Verdichtungskörper. Durch verbesserte Kenntnisse über die tatsächlichen in-situ Verhältnisse am Leistungsort des Rüttlers können vielfältige technische Verbesserungen erreicht werden. Dafür ist die Erfassung zusätzlicher Daten und weiterer Information im Einwirkungsbereich des Werkzeuges (Rüttler) notwendig. Die Interaktion Rüttler und umgebender Boden, der Boden selbst und der Momentanzustand des Rüttlers als Arbeitsmaschine sind dabei zu beschreiben. Die technisch-physikalisch anspruchsvolle Umgebung (hohe Beschleunigungen, Wärme, elektrische Felder, etc.) erfordert eine robuste Sensorik. GMB und LEAG entwickelten in Zusammenarbeit mit der TU Dresden einen Sensorbestückten Rüttler, um dieses Ziel zu erreichen. Der mit komplexer Sensorik ausgestattete Rüttler ermöglicht die Bereitstellung von zusätzlichen Prozessinformationen in Echtzeit. Durch die mit dem Rüttler mögliche Online-Datenerfassung wird sowohl aus bodenmechanischer als auch aus prozesstechnischer Sicht ein stark verbessertes Verständnis des RDV-Prozesses möglich. Es wird erwartet, dass der Einsatz einer ‚Online-Verdichtungskontrolle‘ in einer größeren Effizienz bei gleichmäßiger optimaler Qualität im Verdichtungskörper sowie geringeren spezifischen Kosten resultiert. Auf Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse wird durch GMB und LEAG die Entwicklung des „Intelligenten Rüttlers“ mit dem Ziel des routinemäßigen Einsatzes von sensorbestückten Rüttlern als Voraussetzung für einen effektiveren Verdichtungsprozess in Bergbaukippen angestrebt. Welche Potenziale ergeben sich aus einer Maschine, die Online-Informationen zum jeweils aktuellen Zustand der Kippe lie-

fert? Zum einen besteht die Möglichkeit den Verdichtungsprozess zeitlich zu optimieren. Es gilt der Grundsatz: Soviel wie nötig und nicht so viel wie möglich Energie in den zu verdichtenden Boden eintragen. Es besteht die Erwartung, dass ein signifikantes Potenzial zur Effizienzsteigerung durch Optimierung der Verdichtungszeiten besteht. Des Weiteren wird es durch die umfangreichen Echtzeitinformationen möglich, den Einfahrvorgang den jeweiligen Verhältnissen im Untergrund besser anzupassen. Durch Bereitstellung von ausgewählten Maschinen- und Prozessdaten wird es dem Gerätefahrer besser ermöglicht, den jeweils vorhandenen örtlichen Gegebenheiten besser, schneller und materialschonender Rechnung zu tragen. Während nach dem gegenwärtigen Stand der Technik alle Prozessparameter am Trägergerät bzw. an den peripheren Anlagen erfasst werden, ergibt sich zukünftig die Möglichkeit, zeitlich und örtlich exakte Prozessparameter zu erfassen, mit denen die direkte Interaktion Werkzeug – Boden überwacht werden könnte. Qualitätssicherung im Prozess, optimierte Fahrweise und eine weitere Erhöhung des Automatisierungsgrades durch Digitalisierung des Prozesses werden ermöglicht. Weiterhin ergeben sich völlig neue Aspekte der Prozessüberwachung sowie der Auswertung durch die am Projekt beteiligten Fachingenieure, Gutachter und Sachverständigen. Eine sehr zeitnahe Kontrolle und Anpassung der gewählten Technologie sowie eine Überwachung des Zustandes des Rüttlerwerkzeuges mit dem Ziel einer präventiven Instandhaltung vor Ausfall des Rüttlers werden möglich. Durch Definition sinnvoller Parameterkonfigurationen und weiterer wichtiger Kontrollgrößen wird eine Verbesserung der Schnittstelle Mensch-Maschine mit dem Ziel einer weiteren Qualifizierung der Fahrweise durch den Anlagenfahrer ermöglicht.

Vibro-compaction – new Aspects of the Process Improvement

Dr. Charles-Andre Uhlig, GMB GmbH, Senftenberg, Germany

Dr. Jens Kardel, Dr. Antje Schreyer, GMB GmbH, Senftenberg, Germany

Summary

Vibrocompaction (VC) was introduced as a method to improve the subsoil in the last century. Since then it has become a standard procedure with very few technical modifications or improvements being added. For many years to come, comprehensive measures will be necessary using VC for soil improvement to secure a safe postmining landscape in the Lusatian mining area. Some new technical and organisational options to improve working processes and the quality are presented and the resulting improvements will be outlined with possible economic and qualitative advantages'.

The employment of a trial vibrator fitted with a sensor

GMB GmbH (GMB) business field of mining services carries out compacting work of mine dumps in the Lusatian mining area for the parent company, Lausitz Energie Bergbau AG (LEAG). In the current active open cast mines continuous dump exploration is done. Complex extensive ground investigations are carried out in the active opencast mines of LEAG when necessary. A proven combination of geophysical and geotechnical field and laboratory tests are used for the pre-investigation, construction accompanying pre-analysis and verifying the results of the compaction. The geoelectric measurements deliver results to distinguish dump materials and provide the basis for setting the points for testing and drilling. By using gravimetric measurements before and after the vibro compaction, the areal visualisation of the compaction results allows a precise definition of the post-exploration points. Besides cone penetration tests (CPT) radiometric penetration tests (RPT) are used. The measurement results

of the CPTs are complemented by applying γ , a $\gamma\gamma$ and a nn -measurement in the same test bore. With the calibration relationship, established for Lusatian dumped sands, the range of the proportion of fines, the density/dry density, soil porosity, water content and degree of saturation is determined. Samples from liner drill holes and dug-out material are investigated in a laboratory as to their material and the characteristic parameters, as well as their computation index (parameter). In special series of tests, investigations are carried out of structurally disturbed samples the settling, slumping, water permeability, and residual strength performance dependency to the porosity, tension and degree of saturation. A complex link to the RPT findings and its characteristic curve of the material behaviour enables the determination of statistical characteristics mean values layer by layer with a patented method. By means of the characteristic parameters calculated as described, the geotechnical engineers can calculate the width and depth of the supporting body to be produced using VC and define the compaction target to be reached. Technical specifications for the RDV-process such as grid or vibro-parameters (dwell time, lifting height, quantity of water, variable impact rates, amplitude etc.) cannot be calculated by the geotechnical engineers. The specifications come from experience values and will be optimized with test fields at new sites. Due to the inhomogeneity of the dumps in terms of materials and density distribution, definitive statements based on characteristic values are mainly of statistical value. It is not possible to make definitive conclusions on bedding conditions and density for each penetration point based on geophysical and geotechnical field investigations or using suitable laboratory tests. This also applies to verifiability of an achieved compaction target. The absence in being able to make fixed conclusions in this regard can lead to a considerable cost increase when producing a supporting body. With a more known of the actual in-situ conditions at the vibrator, several technical improvements could be made. For this more data capture

and additional information in the tools sphere of influence is necessary.

The interaction of the vibrator and the surrounding soil thereof, the soil itself and the momentary condition of the vibrator as a power-driven machine should be described in detail.

The technically and physical unfavourable conditions (high acceleration, heat, electric fields, etc.) require robust sensors. GMB and LEAG in collaboration with TU Dresden have developed a vibrator fitted with sensors to achieve this goal. The vibrator fitted with a complex sensor system provides additional real-time process information. With the online data capture from the tool the understanding of the VC process from a soil mechanical and the technical process point of view is increased considerably. It is expected that with a deployment of an online compaction control, the efficiency will increase thereby optimizing a uniform quality within the compacted body and resulting in lower specific costs. With the insight gained from GMB und LEAG's development of the "intelligent vibrator" it has been envisioned that vibrators fitted with sensors will be a pre-requirement for an effective compaction of dump areas in Lusatia. This may lead to the question. What can be potentially gained from a machine that delivers online information on the respective conditions in the dump? One advantage, the compaction time can be reduced. The principle is: Use as much energy for compaction as necessary and as little as possible. There is a great potential, to increase the efficiency by reducing compaction times. Further, with comprehensive real-time information that is captured, the moving down procedure can be targeted better to adapt to the respective sub-soil conditions. With the selected machine and process data available, the operator can work more site-specific and thus increase the efficiency and reduce the resource use.

At this technological development stage, all process parameters on the carrier vehicle or on the peripheral facilities are captured. There

are however, future possibilities to capture the exact process parameters in terms of time and location, with which the direct interactive tool will be able to monitor the soil conditions. Quality control, optimised mode of operations and raising the level of automation by digitalising the process will be possible. Further new aspects result from monitoring the process as well as increased assessing possibilities by the engineers, experts and specialists involved in the project. Prompt checking and adapting of the chosen technology and monitoring the condition of the vibrator enable preventive maintenance to avoid breakdowns of the equipment.

With a definition of appropriate sets of parameters and additional reference values improvements for the operator at the man-machine interface can be achieved to facilitate a more qualified mode of operation.

Kontrolle des Verdichtungserfolges im Kippenbereich mittels geophysikalischer und geotechnischer Verfahren - Fallbeispiele

Thomas Hohlfeld, Dr. Andreas Schuck, GGL Geophysik und Geotechnik Leipzig GmbH; Thomas Schütze, Lausitz Energie Bergbau AG, Cottbus; Dr. Antje Schreyer, GMB GmbH, Senftenberg

Einleitung

Zur Stabilisierung von aus verflüssigungsempfindlichen Lockergesteinsgemischen aufgebauten Kippen in Braunkohletagebauen des Lausitzer Reviers werden sogenannte „versteckte“ Dämme als Stützkörper hergestellt. Häufig werden dafür die Rütteldruckverdichtung (RDV) und die Fallgewichtsverdichtung (FGV) eingesetzt. Diese Stützkörper können eine Tiefenerstreckung bis zum Tagebauliegenden aufweisen und haben in den vorgestellten Beispielen Tiefen bis zu 60 m und Breiten bis zu 170 m. Für diese Stützkörper muss ein Verdichtungsnachweis erbracht werden, mit dem das Erreichen des Verdichtungsziels und damit die Standsicherheit belegt wird. Dieser Nachweis beinhaltet eine bewährte Verfahrenskombination aus geophysikalischen und geotechnischen Methoden.

Methode

Beide Verdichtungsverfahren, RDV und FGV, haben die Erhöhung der Trockendichte bzw. der Scherfestigkeit des Untergrundes zum Ziel. Dabei sind ihre Wirkungstiefen jedoch unterschiedlich. Während durch die RDV der Stützkörper in seiner Tiefenerstreckung erzeugt wird, erfolgt mit der FGV eine intensivere Verdichtung des oberflächennahen Bereiches bis in Tiefen von maximal 15 m. Am beispielhaft gewählten Standort wurde durch diese Maßnahmen eine Erhöhung der Trockendichte um etwa $0,2 - 0,3 \text{ g/cm}^3$ erreicht. Für den flächenhaften Verdichtungsnachweis kommen die geophysikalischen Verfahren der Gravimetrie und der seismischen Tauchwellentomographie zum Einsatz. Parallel, sowie vor- und nachfolgend werden zur

Bergbaufolge & Nachnutzung

Post-Mining Management & Use

Kalibrierung der geophysikalischen Messungen und zur Bestimmung bodenmechanischer Kennwerte geotechnische Feld- und Laboruntersuchungen durchgeführt. Insbesondere die Ansatzpunkte für Drucksondierungen, radio-metrische Kombinationsdrucksondierungen sowie Bohrungen können auf Grundlage der geophysikalischen Messergebnisse gezielt festgelegt werden.

Die gravimetrischen Messungen erfolgen flächenhaft in einem dichten Messraster auf dem erzeugten Stützkörper. Die Abbildung 1 zeigt als Ergebnis der gravimetrischen Messungen die BOUGUER-Schwere vor und nach den Verdichtungsmaßnahmen. Es ergibt sich insgesamt eine relativ gleichmäßige Schwerezunahme, die auf eine Zunahme der Dichte schließen lässt. Auflockerungszonen oder unzureichend verdichtete Bereiche würden sich durch lokale (negative) Anomalien in der Differenz der BOUGUER-Schweren abbilden. Gut zu erkennen sind auch die Südwest-Nordost verlaufenden Kippenstrossen.

Die seismische Tauchwellentomographie wird auf den Untersuchungsflächen profilweise durchgeführt. Dabei werden mit einem beschleunigten Fallgewicht Kompressions- und vertikal polarisierte Scherwellen angeregt und mittels Vertikal- und Horizontalgeophonen

registriert (Abbildung 2). Die tomographische Inversion der gemessenen Laufzeiten ergibt separate Tiefenschnitte für die Kompressions- und Scherwellengeschwindigkeiten. Am beispielhaft gewählten Standort ergibt sich aus der Differenz der Scherwellengeschwindigkeiten vor und nach den Verdichtungsmaßnahmen innerhalb des Stützkörpers eine Geschwindigkeitszunahme um ca. 20 %, die in Kombination mit der Dichtezunahme auf eine Erhöhung der Scherfestigkeit schließen lässt.

Damit stellen die geophysikalischen Messungen eine sinnvolle und nützliche Ergänzung der geotechnischen Feld- und Laboruntersuchungen zum Verdichtungsnachweis dar. Der Beleg, dass die Verdichtungsvorgabe erreicht wurde, erfolgt im Verdichtungsnachweis unter Nutzung der Ergebnisse der geotechnischen Feld- und Laborversuche.

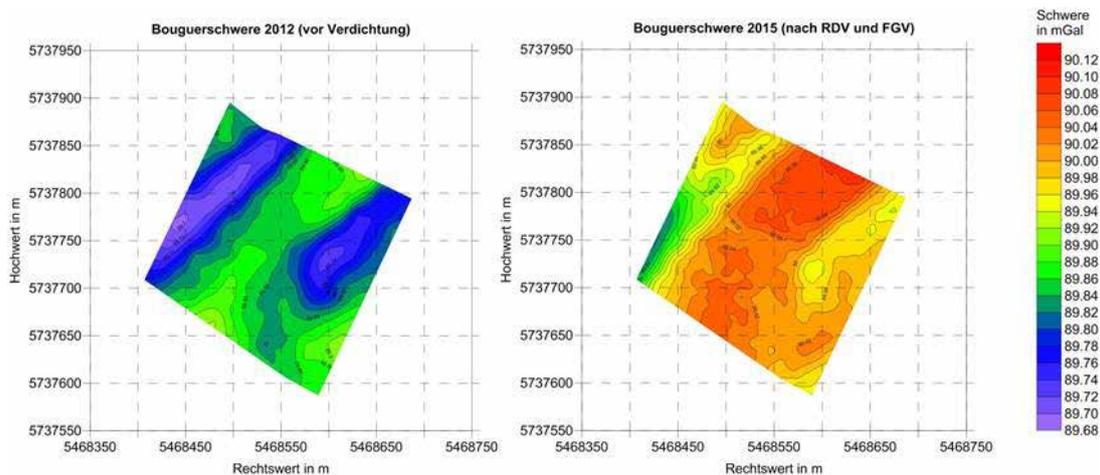


Abb. 1: BOUGUER-Schwere vor der Verdichtung (Messung 2012, links) und nach den Verdichtungsmaßnahmen RDV und FGV (Messung 2015, rechts).

Fig. 1: Bouguer gravity before compaction (gravity survey 2012, left) and after vibroflotation and dynamic compaction (gravity survey 2015, right).

Verification of the achieved compaction in the dump area of an opencast mine by geophysical und geotechnical methods – Case histories

Thomas Hohlfeld, Dr. Andreas Schuck, GGL Geophysik und Geotechnik Leipzig GmbH; Thomas Schütze, Lausitz Energie Bergbau AG, Cottbus; Dr. Antje Schreyer, GMB GmbH, Senftenberg

Introduction

The dumps of the opencast mines in the Lausitz lignite district are built-up by a mixture of loose rocks, which could be quite sensitive to liquefaction. In order to stabilize these dumps so-called hidden dams were produced by vibroflotation and dynamic compaction. These hidden dams can have a depth extension up to the bottom of the former opencast mine. In the presented case histories the dimension of the dams are up to 60 m in depth and up to 170 m in width. The achieved compaction of the hidden dams must be verified in order to proof the soil improvement and the final bearing capacity. This verification process includes a proven combination of geophysical and geotechnical methods.

Methods

The objective of vibroflotation as well as dynamic compaction is to increase the dry density and the shear strength of the ground.

However, the depth ranges affected by the methods are quite different. While vibroflotation is used to build-up the dam in its whole depth extension, the dynamic compaction results into a more intensive compaction of the near surface ground up to depths of 15 m. At the sites selected for the case histories these methods of compaction achieved an increase of the dry density of about 0.2 - 0.3 g/cm³. The geophysical methods gravimetry and seismic refraction tomography are applied to support the areal verification of the achieved compaction. Simultaneously as well as before and after the compaction procedures, geotechnical field and laboratory tests are carried out to calibrate the geophysical measurements and to determine soil mechanical parameters. In particular, the locations for cone penetration tests (CPT), for CPTs combined with radiometric probes and for drillings can be explicitly specified based on the geophysical results.

The gravity survey takes place in a dense areal grid on the hidden dam. Figure 1 shows, as a result of the gravity survey, the Bouguer gravity before and after the measures for compaction. Overall, a relatively uniform increase of gravity is observed, suggesting also an increase of density. Loosening zones or insufficiently compacted areas would be indicated by local (negative) anomalies in the difference of the Bouguer gravities. The



Abb. 2: Seismische Messung auf Kippengelände.

Fig. 2: Seismic survey on the dump of a former opencast mine.

southeast-northeast running slopes of the dump can also be clearly delineated.

The seismic refraction tomography is performed on individual profiles in the survey area on the dump. With an accelerated weight drop compression waves and vertically polarized shear waves are excited and were recorded by vertical and horizontal geophones located on the surface (Figure 2). The tomographic inversion of the measured travel times results into separate depth sections for the compression and shear wave velocities. At the selected site, the shear wave velocities within the dam have risen about 20 %, when comparing the velocities before and after the measures of compaction. In combination with the increase of density, this suggests also an increase in the shear strength.

Thus the geophysical surveys represent very worthwhile and useful supplements to the geotechnical field and laboratory tests in order to verify the achieved compaction. The final evidence that the demanded compaction has been achieved is done by proving the soil improvement and the bearing capacity using the results of the geotechnical field and laboratory tests.

Altbergbau und Bergbau in der Slowakischen Republik – ein potentieller Markt?

Jitka Kadlčáková, Immobilien Freistaat Bayern, München

Die Slowakische Republik besitzt eine reiche bergbauliche Geschichte. Die ältesten Nachweise gehen auf keltische Tätigkeiten im 4. Jahrhundert v.Chr zurück. Eine intensive bergbauliche Entwicklung gab es im 12. Jahrhundert. Im Jahre 1735 wurde die erste Bergbauschule in der slowakischen Stadt Banská Štiavnica (Schemnitz) gegründet, die im Jahr 1763 von der Wiener Hofkammer zur "Bergbauakademie" erhoben wurde.

Altbergbau in der Slowakei

Die Sicherung und Sanierung altbergbaulicher Standorte erfolgte in der Slowakei in den folgenden Schritten:

- Bestandaufnahme der altbergbaulichen Standorte und ihrer umweltrelevanten Einwirkung, die im Jahr 1997 abgeschlossen war: insgesamt 18 610 altbergbauliche Standorte.
- Bewertung der altbergbaulichen Objekte seit 1998: bei 15 621 Standorten ist nach derzeitigem Stand kein Handlungsbedarf.

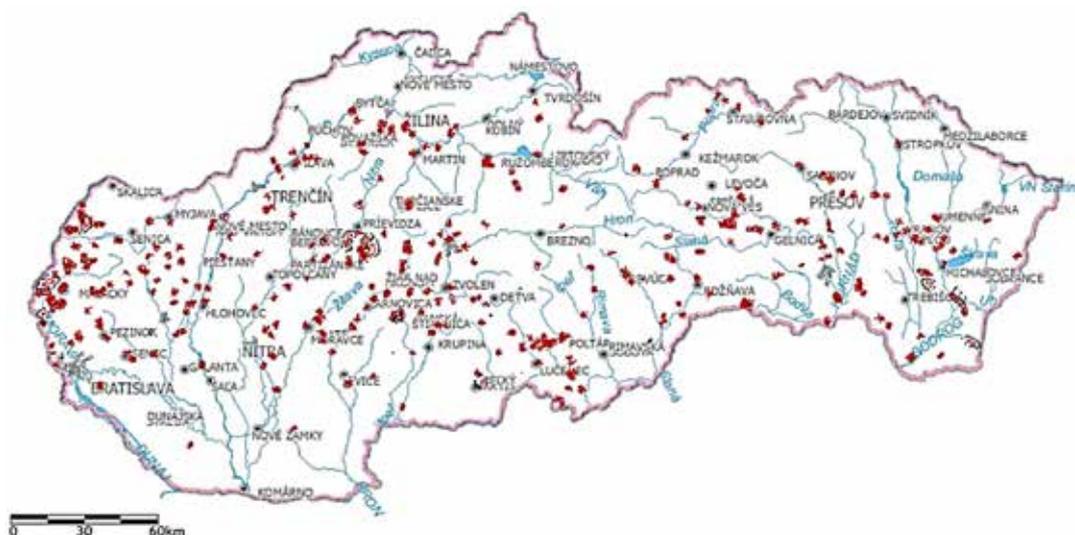


Abb. 1: Altbergbauliche Standorte (<http://apl.geology.sk/mapportal/#/aplikacia/40>, 25.03.2017)

Fig. 1: Abandoned and recent mines marked in red colours (<http://apl.geology.sk/mapportal/#/aplikacia/40>, 25.03.2017)

- Monitoring der gefährlichsten Standorte (Priorisierung der 'hot spots')

Aktueller Bergbau in der Slowakei

Die Slowakei ist langfristig vom Import von Erdöl und Ergas abhängig. Aktuelle Konzessionen bestehen für Förderung von u.a. Gold, Silber, SEE, Uran, Talk, Zeolithe usw.. Die Produktion von Industriemineralen (Magnesit, Kalkstein, Dolomit, Gips, Bentonit, Barit) deckt den nationalen Rohstoffbedarf ab.

Mining and abandoned mines in Slovak Republic – a potential market?

Jitka Kadlčáková, Immobilien Freistaat Bayern, Munich

The Slovak mining industry has a rich historical background. The oldest mining evidence dates back to the Celtic era of the 4th century B.C.. An intensive development of mining activities started in 12th century. In 1735 the first mining school was founded in the Slovak town Banská Štiavnica (Schemnitz). In 1763, the Hofkammer in Vienna transformed the school into the the 'Academy of Mining'.

Abandoned mines

Remediation of damages caused by old mining activities is solved in Slovakia in several steps:

- Complex inventory of abandoned mine sites and their impacts on the environment, which was finished in 1997: in total 18 610 localities.
- Evaluation of all mine sites since 1998: no remediation is necessary at 15 621 localities.
- Monitoring of the most risky localities (ranking of 'hot spots')

Recent mining in Slovakia

The Slovak Republic is long-term dependent on import of mineral fuels, especially crude oil and natural gas, according to the amount of reserves and capacity of exploitation. There are valid claims for gold, gold-silver ores, base metals ores, REE, uranium ores, talc, precious metal ore, etc.. Production of industrial minerals (magnesite, limestone, dolomite, gypsum, bentonite, barite) covers the domestic consumption.

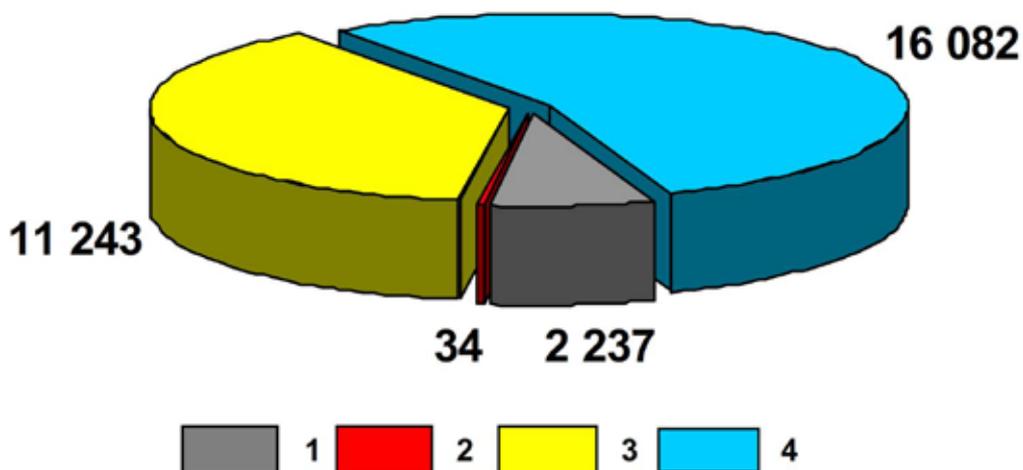


Abb. 2: Bergbauliche Produktion im Jahr 2011 in Rohstoffgruppen unterteilt [in tausend Tonnen] (1- fossile Brennstoffe, 2 – Metal, 3- Industrieminerale, 4 – Baustoffe). (<http://www.geology.sk/new/sk/node/1218>)

Fig. 2: Mining output in 2011 by mineral groups [in thousand tons] (1- mineral fuels, 2 – metals, 3- industrial minerals, 4 – construction materials). (<http://www.geology.sk/new/sk/node/1218>)

Zur Entwicklung der bergtechnischen Erkundung und Sanierung von altbergbaulichen Hinterlassenschaften – Rückblick - Stand - Perspektive

Dr.-Ing. habil. Günter Meier, Ingenieurbüro Dr. G. Meier GmbH, 09600 Oberschöna, Deutschland

Die bergtechnische Erkundung und Sanierung von altbergbaulichen Hinterlassenschaften im Über- und Untertagebereich ist das Kernstück einer verhältnismäßig jungen Fachdisziplin. Sie hat sich aus der Notwendigkeit heraus entwickelt, mögliche Risiko- bzw. Gefahrensituationen an der genutzten Tagesoberfläche aber auch im Untertagebereich bedingt durch instabilen tages- und oberflächennahen Altbergbau zu reduzieren bzw. abzuwehren. Die Grundlage dieser bergtechnischen Arbeiten bildet die geotechnisch-markscheiderische Analyse der alten Grubenbaue.

Bis ins 19. Jahrhundert blieben auflässige Bergwerke in den zahlreichen Bergbaurevieren weitestgehend ohne Sicherungsmaßnahmen. Es bestand die bergamtliche Forderung Grubenbaue, ob Schächte, Stollen oder Abbaue, unverfüllt zu hinterlassen. Begründet wurde dies durch die ungehinderte Zugänglichkeit der aufgeschlossenen Lagerstätte für weitere Bergbauaktivitäten. Auch die bergamtliche Zuständigkeit und Aufsicht für die verschiedenen Mineralien, Erze, Salze und Kohlen hat sich im Laufe der Zeit teils erheblich verschoben.

Der rasch zunehmende Bedarf an Energie und Rohstoffen nach 1800 in Sachsen führte zu einem extensiven Bergbau insbesondere auf Stein- und Braunkohle. Die Prospektion nach diesen Rohstoffen und Energieträgern äußerte sich in einer flächendeckenden geologisch-lagerstättenkundlichen Exploration.

Bereits im ausgehenden 19. Jahrhundert kam es vermehrt zu Stilllegungen von Zechen. Durch die Einführung des Goldstandards am 4. Dezember 1871 im Deutschen Reich verfiel der Silberpreis rapide und zahlreiche Gruben konnten nicht mehr wirtschaftlich betrieben

werden. Ein typisches Beispiel dafür ist das Revier Freiberg, wo von 1903 bis 1913 der staatliche Bergbau endgültig eingestellt wurde. Viele kleine Gruben waren ausgeerzt oder unrentabel. Am Ende dieser montanwirtschaftlichen Entwicklung überlebten vor allem nur Zechen und Hüttenbetriebe, die in die Kriegsvorbereitungen eingebunden waren.

Parallel zu dieser Entwicklung erkannte man aber auch, dass sich zwischen den auflässigen, tages- und oberflächennahen Bergbaulikten und dem aktiven Bergbau zunehmend eine Schere auftat. Seitens der Bergämter stand deshalb der Forderung nach der Herstellung der dauerhaften Sicherheit an der Tagesoberfläche insbesondere nach dem Bergbauende. Abbauverfahren mit Versatz, Verfüllungen von Schächten und Tagesüberbauen wurden seitens der Bergämter zunehmend gefordert. Im Rahmen von Abschlussbetriebsplänen wurden die notwendigen Festlegungen eingebunden. Es war zu beobachten, dass zu dieser Stilllegungszeit auch die Vorrichtung von tagesnahen Grubenbauen zu Besucherbergwerken als Nachnutzungsform zunehmendes Interesse erlangte. In Sachsen erhielt die Grube Herkules Frisch Glück bei Schwarzenberg als erstes auflässiges Bergwerk am 26.4.1926 eine bergamtliche Zulassung. Zum Vergleich werden nach den Mitteilungen des Sächsischen Oberbergamtes Freiberg momentan 54 Besucherbergwerke registriert.

Der Begriff „Verwahrung“ wird im Buch „Anleitung zur Grubenmauerung“ von M. F. GAETZSCHMANN aus dem Jahr 1831 für den sächsischen Raum mehrfach in Zusammenhang mit Grubenmauerungen genannt. Nach GAETZSCHMANN lag der Beginn der sächsischen Grubenmauerung bereits im Jahr 1563 in Schneeberg, wo im Fürstenstollen „gewölbt“ wurde. Vom Rammelsberg wird 1565 berichtet, dass die Alten „große und hohe Gewölbe mauern lassen“ haben.

Mit der Erfindung des modernen Zementes und seiner massenhaften Herstellung stand ein geeignetes Bindemittel im ausgehen-

den 19. Jahrhundert zur Verfügung. Mit der zunehmenden Forderung nach einer sicheren Nutzung der Tagesoberfläche wurden etwa um 1885 auch die ersten Schachtverwahrungen in Form von Gewölbemauerungen im Freiburger Revier ausgeführt. Einen wesentlichen Impuls gaben dafür auch die jahrelangen Erfahrungen mit z. T. „kunstvollen, akkuraten Gewölbemauerungen“ in den sächsischen Grubenbauen aus Natur- sowie Ziegelsteinen. Eine breite Anwendung fand die Grubenmauerung vor allem in den Wasserlösestollen in fast allen sächsischen Revieren. Im Steinkohlenbergbau wurde aus Sicherheitsgründen in dieser Zeit planmäßig Bergeversatz und Spülversatz eingeführt, was wesentlich zur Erhöhung der Sicherheit für die Bergleute beitrug. Im Anhang zum Allgemeinen Berggesetz für das Königreich Sachsen waren die Allgemeinen Bergpolizei-Vorschriften vom 02.01.1901 nebst Nachtrag vom 23.11.1908 gültig. Im Abschnitt I. wird unter „Schutz der Oberfläche“ u.a. vermerkt: „Eingetretene Tagesbrüche sind vom Bergwerksbesitzer dauernd sicher **zu verwahren.**“

Anhand der aufgeführten berggesetzlichen Festlegungen insbesondere des 18. und 19. Jahrhunderts lässt sich nach dem heutigen Sprachgebrauch feststellen, dass das Wort „Verwahrung“ gleichzusetzen ist mit „Sicherheit“ bzw. „dauerhafte Sicherheit“. Die Anfänge der planmäßigen Sanierung der bergbaulichen Hinterlassenschaften liegen somit am Ende des 19. Jahrhunderts, insbesondere bei der Stilllegung des Freiburger Silberbergbaues.

Mit den teils flächendeckenden Stilllegungen von Tage- und Tiefbauen sowie ganzer Reviere in den 50er Jahren und insbesondere nach der „Wende“ ergab sich zunehmend die Notwendigkeit, die Hinterlassenschaften dieser Bergbauepochen zu erfassen, zu dokumentieren und bei Bedarf zu sanieren. Der Begriff Verwahrung taucht erst 1971 wieder auf. Auf der Basis des Berggesetzes der ehemaligen DDR tritt die Anordnung über die Verwahrung unterirdischer bergbaulicher Anlagen - Verwahrungsanordnung - am 19.10.1971 in Kraft.

Die **Verwahrung** ist die Gesamtheit aller Maßnahmen zur dauerhaften Abwehr von Schäden oder nachteiligen Einwirkungen auf die Tagesoberfläche. Das Bearbeitungsobjekt wird dabei in der Regel wesentlich verändert oder beseitigt. Der Umfang und die Art der Maßnahmen basieren auf einem hinreichend genauen geotechnischen sowie hydrogeologischen Erkenntnisstand zum Objekt. Die Maßnahmen sind der derzeitigen oder geplanten Nutzung der Tagesoberfläche anzupassen und nach dem jeweiligen Stand der Technik wartungs- sowie überwachungsfrei auszuführen (siehe DIN 21 913, Teil 6). Die volle Funktionalität der Maßnahmen soll > 100 Jahre betragen.

Eine weitere Sanierungsmöglichkeit von unter- und übertägigen altbergbaulichen Hinterlassenschaften ist durch eine **dauerhafte Sicherung** möglich, deren Haltbarkeit geringer ausfällt und immer an ein Monitoring gebunden ist.

Eine wichtige Grundlage zur Verwahrung von Tagesschächten im Festgestein stellt u.a. die Richtlinie des IfB Leipzig von 1976 dar. Forschungsbezogene Parallelarbeiten zu dieser Thematik wurden etwa zeitgleich durch HOLLMANN im Ruhrgebiet durchgeführt. Ausführende Spezialbetriebe (Bergsicherungen) wurden ab 1957 und insbesondere ab 1971 auf der Basis der Verwahrungsanordnung gegründet.

Neuentwicklungen stellen u.a. Systemverwahrungen nach MEIER und der Einsatz von neuen Baustoffen sowie von Geokunststoffen dar. Grundsätzlich lässt sich jedoch einschätzen, dass auf diesem Gebiet erheblicher Forschungsbedarf besteht und der Abstand zur aktuellen Industrie 4.0 sehr groß ist.

Developing the technical investigation and rehabilitation of former mine sites – Review - Status - Outlook

Dr.-Ing. habil. Günter Meier, Ingenieurbüro Dr. G. Meier GmbH, 09600 Oberschöna, Germany

Technical investigation and rehabilitation of former mine sites, both opencast and underground, is the heart of a comparatively young discipline.

It has evolved from the necessity to reduce or to avert risk factors and hazardous situations on earth's surface provoked by instable former near-surface mine sites.

Until well into the 19th century abandoned mine sites have remained largely without any redevelopment. At that times the local mining authorities demanded leaving the mine structures unfulfilled. The prime reason for that was the preservation of an easy and unobstructed accessibility for future prospects in the mine.

At the close of the 19th century the sector of silver and coal mining was on a radical change. Many small mines were exploited or unprofitable. Since then the demands of the local mining authorities have changed. Now the focus is on recreating a lasting safety on the surface. Around the year 1885 the first abandoned shafts were secured by vaulting archs in the Freiberg silver mining district (Erzgebirge Mountains). At the same time instead well-planned backfilling mining has been increasingly applied in the coal-mining district of Ruhr region.

In the 19th century the german terms "Verwahrung" and "Sicherung" are equated, based on legal requirements of German mining law. Nowadays the two rehabilitation options are differentiated. The term "Verwahrung" means that the still existing mining object is substantially changed or even eliminated for total damage prevention, whereas the term "Sicherung" means that the object is saved only, but remains in place and further monitoring is required.

Umsetzung der Sächsischen Rohstoffstrategie – Bund-Länder-Programm Sachsen-Mosambik

Holger Heymann, Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr

Einleitung

Mosambik ist einer der aufstrebenden Staaten im Süden Afrikas. Basierend auf einer relativen politischen Stabilität, sehr großer entdeckter und noch vermuteter Erdgas-/ Erdöl-/ Kohle-, Erz- und Mineralvorkommen sowie einer leistungsstarken Aluminiumverhüttung realisierte Mosambik seit mehreren Jahren hohe Wachstumsraten (2013 7,4 % BIP). Es wird intensiv in die Infrastruktur (Straßen, Telekommunikation, Tourismus, Landwirtschaft) investiert. Viele Staaten bemühen sich, von diesen Milliardeninvestitionen für ihre Unternehmen zu profitieren. Es bestehen deshalb über den Bergbau und die Rohstoffwirtschaft hinaus, gute Geschäftsmöglichkeiten für den sächsischen/deutschen Mittelstand.

Sachstand

Mosambik weist im Rohstoffsektor ein enormes Entwicklungspotenzial auf. Allerdings verfügt die mosambikanische Regierung noch nicht über ausreichende Planungs- und Steuerungskapazitäten, um den Rohstoffsektor als Motor für eine eigenverantwortliche nachhaltige Entwicklung zu nutzen. Um dieses Potenzial nutzbar zu machen, müssen die rechtlichen und institutionellen Rahmenbedingungen für eine entwicklungsorientierte Rohstoffförderung verbessert werden. Dazu gehört auch der Aufbau einer hochqualifizierten, leistungsstarken Bergaufsicht zur Verbesserung der Bergbausicherheit, des Gesundheits-, Arbeits- und Umweltschutzes sowie ausreichender Kontroll- und Sanktionsmaßnahmen.

Das Interesse ausländischer Investoren an den mineralischen und energetischen Rohstoffen Mosambiks ist in den vergangenen Jahren jedoch stark gestiegen. Das bietet dem Land die Möglichkeit, seine Steuereinnahmen zu erhöhen und damit Entwicklungs-

prozesse für ein breitenwirksames Wachstum anzustoßen. Gleichzeitig stellt es die Regierung Mosambiks jedoch auch vor neue Management- und Steuerungsaufgaben, für die bislang häufig noch die staatlichen Kapazitäten fehlen (Kernproblem).

Eine unverzichtbare Grundlage für nachhaltigen Bergbau in der Größe und Vielschichtigkeit Mosambiks ist eine qualifizierte, leistungsstarke Bergaufsicht. Gegenwärtig entspricht die personelle, fachliche und technische Ausstattung der staatlichen Bergaufsicht Mosambiks nicht den Erfordernissen der quantitativen und qualitativen Entwicklung des Bergbausektors. Damit besteht die Gefahr, dass es zu massiven Problemen bei der Bergbausicherheit, im Gesundheits- und Arbeitsschutz sowie zu Umweltkonflikten kommt, was wiederum auch zu wesentlichen Einbußen bei den Staatseinnahmen aus dem Bergbausektor führen kann.

Das Sächsische Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (SMWA) beteiligt

sich seit 2016 mit einem Projekt an der Umsetzung eines Pilotprogramms des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) mit dem Ziel, die Kompetenzen und Erfahrungen der Bundesländer besser für die Entwicklungspolitik zu nutzen. Dadurch soll die Wirksamkeit der deutschen Entwicklungszusammenarbeit gesteigert, aber auch die internationalen wirtschaftlichen Beziehungen der Bundesländer weiter ausgebaut und vertieft werden.

Ausblick

Das von Sachsen und dem BMZ gemeinsam finanzierte Kooperationsprojekt unterstützt die Zusammenarbeit des Freistaats mit dem Partnerland Mosambik im Bereich der Bergbausicherheit. Hauptinhalt ist ein Weiterbildungsprogramm für Führungskräfte und Multiplikatoren des Ministeriums für Bergbau und Energie (MIREME) und der Generalinspektion Bergbau (IGREME) in Mosambik.

Das Projekt knüpft an die langjährige Zusammenarbeit Sachsens mit Mosambik, z.B. in

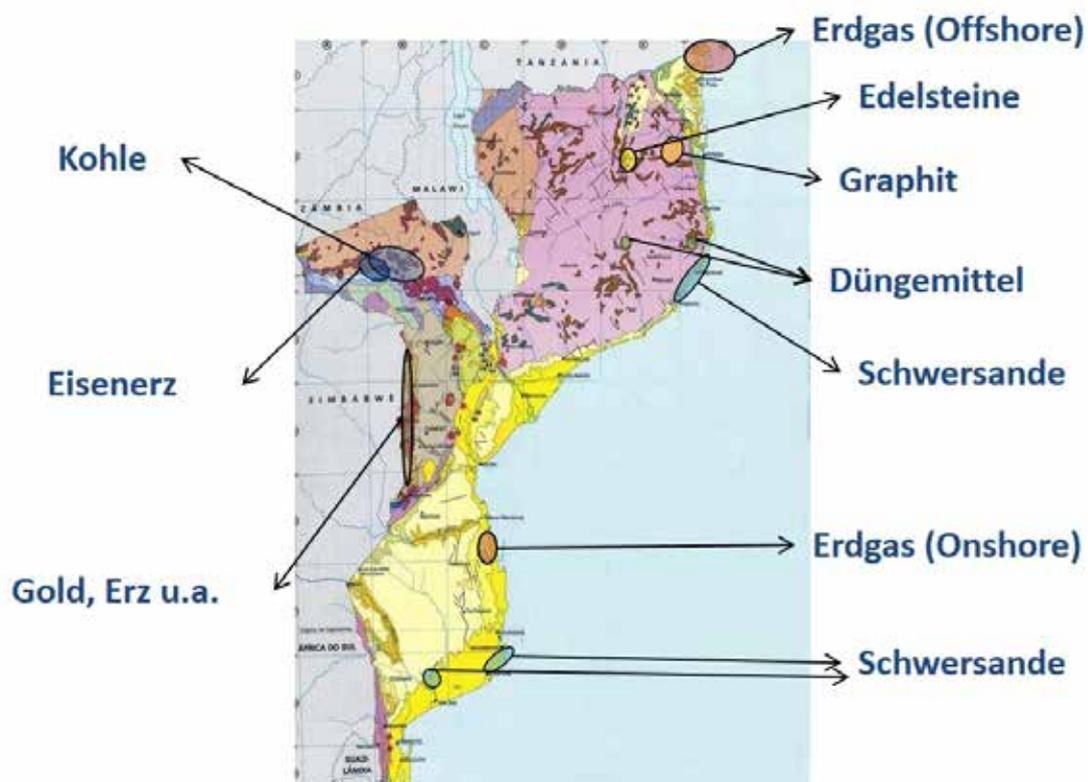


Abb. 1: Regionale Lage und Bergbauaktivitäten in Mosambik.

Fi. 1: Regional location and mining activities in Mozambique.w

der Studentenausbildung, der Unterstützung des Steinkohlebergbaus in Moatize, der Entwicklung der Landwirtschaft und anderen an. Seit 2012 wurde diese Zusammenarbeit wieder neu belebt. An diesen neuen Aktivitäten sind das Geokompetenzzentrum Freiberg e.V. (GKZ) und das SMWA maßgeblich beteiligt.

Konkret werden mit dem Projekt die im Jahr 2014 im Rahmen des EZ-Programms „Verbesserung der Rohstoffgovernance in Mosambik“ im Auftrag der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH in Mosambik begonnenen Unterstützungsmaßnahmen aufgegriffen und fortgesetzt. So konnte beispielsweise in den vergangenen Jahren die Generalinspektion Bergbau in Mosambik mit sächsischer Expertise unter Leitung des Sächsischen Oberberghauptmannes erfolgreich weiter entwickelt werden, wobei die Strukturen, Aufgaben, Erfahrungen, des Sächsischen Oberbergamtes Pate standen. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für die vorgesehenen Kooperationsmaßnahmen.

Das sächsisch-mosambikanische Kooperationsprojekt umfasst ein individuelles Lern- und Trainingsprogramm für die Führungskräfte und Multiplikatoren der Generalinspektion Bergbau Mosambik, welches in drei Weiterbildungsmaßnahmen im Zeitraum Juli bis November 2016 in Sachsen und Mosambik umgesetzt wurde. Damit werden Fach- und Managementkompetenzen in der mosambikanischen Bergbauverwaltung weiterentwickelt, die Kooperation mit sächsischen Unternehmen und Fachnetzwerken gestärkt und dadurch die Bergbausicherheit in Mosambik insgesamt verbessert.

Die bereits durchgeführten Maßnahmen (Struktur der Behörde, Ermittlung des Bedarfs an Fachkräften, Gefährdungsanalysen, Havarieprophylaxe und -bekämpfung) haben eine wichtige Grundlage für die Fortsetzung des Projekts in den Jahren 2017/18 gelegt.

Die Vorbereitungen zum Aufbau des neu zu etablierenden **Zentrums für Bergbausicherheit und Grubenrettungs- Gasschutzwesen (ZBGG) Mosambiks** werden in diesem Jahr

weiter vorangetrieben. Dabei engagiert sich die Dräger Safety AG & Co. KGaA in Form einer öffentlich-privaten Partnerschaft (ÖPP).

Implementation of the Saxonian raw material strategy – Saxony-Mozambique federal and state program

Holger Heymann, Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr

Introduction

Mozambique is one of the emerging countries in southern Africa. Based on a relative political stability, very large exploited and still suspected natural gas / petroleum / coal, ore and mineral resources as well as a highly efficient industry of the smelting of aluminum, Mozambique's economy has for several years achieved high growth rates (2013: 7.4% GDP). Profound investments were made in infrastructure such as transport, telecommunications, tourism and agriculture. Many countries are seeking to benefit from these billion-dollar investments for their businesses. Therefore, there are good business opportunities for Saxon / German SMEs beyond mining and raw materials.

Current situation

Mozambique has an enormous potential for development in the raw material sector. However, the Mozambican government does not yet have sufficient planning and management capacity to use the raw material sector as a driving force for a responsible and sustainable development. To make this potential usable, the legal and institutional framework for a development-oriented raw material extraction has to be improved. This also includes setting up highly qualified, high-performance mining control authorities to improve mining safety, health, labor and environmental protection as well as adequate controls and sanctions.

Mozambique is not a traditional mountainous country. However, the interest of foreign

investors in Mozambique's mineral and energy resources has risen sharply in recent years. This provides the country with the opportunity to increase its tax revenues and thereby stimulate processes of growth with broad impact. At the same time, however, the government of Mozambique is also facing new management and controlling tasks for which up to now often the public capacities are lacking (core problem).

An indispensable base for sustainable mining in the size and complexity of Mozambique is a qualified, high-performance mining authority. At present, the personnel, the professional and the technical equipment of the Mozambique State Mining Authority does not meet the requirements necessary for a quantitative and qualitative development of the mining sector. There is therefore a risk that there will be massive problems with regard to mining safety, health protection and safety at work as well as environmental conflicts, which in turn can lead to substantial losses of state revenues in the field of the mining industry.

Since 2016, the Saxon State Ministry of Economic Affairs, Labor and Transport (SMWA) has been involved in the implementation of a pilot program of the German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ) with the aim of making better use of the competences and experiences of the German federal states in development policy. This way it is intended to increase the effectiveness of German development cooperation, but also to further expand and deepen the international economic relations of the federal states.

The cooperation project funded jointly by Saxony and the BMZ supports the collaboration of the Free State of Saxony with their partner country Mozambique in the area of mining safety. The main focus lies on a training program for managers and multipliers of the Ministry of Mining and Energy (MIREME) and the General Inspectorate of Mining (IGREME) in Mozambique. As a result, specialist and management competences will further be

developed in the Mozambican mining industry, and the cooperation with Saxon companies and technical networks will be strengthened, thereby improving overall mining safety in Mozambique.

Outlook

All this is built on the long-standing cooperation between Saxony and Mozambique, visible in the training of students and the development and qualification of the Mozambican mining administration, in which the Saxon Ministry of Economic Affairs and the Geokompetenzzentrum Freiberg were also decisively involved. In concrete terms, the project will continue support measures which were started in Mozambique in 2014 under the auspices of the Development Cooperation Program (GIZ) in Mozambique. For example, in the last few years, the General Inspectorate of Mining in Mozambique was successfully restructured with Saxonian expertise. It now follows the administrative structures and procedures of the Saxon Oberbergamt. This is an important prerequisite for the intended further cooperation measures.

The preparations for the establishment of the planned center for mining safety and mine rescue gas protection (ZBGG) of Mozambique will be further advanced this year. The German company Dräger Safety AG & Co. KGaA is involved in the form of a public-private partnership (PPP).

The Saxon-Mozambican cooperation project includes an individual learning and training program for the executives and multipliers of the General Inspectorate of Mining of Mozambique. Thus the Free State of Saxony makes an important contribution to improving the security of the mining industry in Mozambique and the workers there.

Exploration & Lagerstätten erkundung
Exploration & Developing Deposits



Monitoring globaler Rohstoffmärkte – ein Beitrag für die sichere Rohstoffversorgung von Zukunftstechnologien

Dr. Volker Steinbach, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover

Mineralische Rohstoffe stehen am Anfang der industriellen Wertschöpfung. Sie sind das Fundament der modernen industriellen Produktion, von der Grundstoff- bis zur Hightechindustrie. Gerade durch die Weiterentwicklung und Marktdurchdringung von Zukunftstechnologien, beispielsweise im Bereich der Elektromobilität und des Leichtbaus oder Maßnahmen zum Ausbau der Erneuerbaren Energien, ergeben sich neue Veränderungen in der Rohstoffnachfrage. So wird der Wandel im Bereich der Mobilität die globale Rohstoffnachfrage nach Lithium, Kobalt und Graphit massiv verändern. Vorbote dieses Wandels ist der starke Preisanstieg bei Lithium und Kobalt seit Dezember 2016. Auch der Ausbau der Windkraftanlagen zur Erzeugung von Elektrizität wird die spezifische Rohstoffnachfrage stark verändern. Szenarien, die das Fraunhofer Institut für Innovations- und Systemforschung im Auftrag der DERA berechnet hat, zeigen, dass durch den geplanten Ausbau der Windkraftanlagen die Nachfrage insbesondere nach Seltenen Erden bis 2035 wieder stark zunehmen wird. Seltene Erden werden aufgrund ihrer Materialeigenschaften beispielsweise in den Permanentmagneten

des Generators eingesetzt.

Die sichere und nachhaltige Bereitstellung der benötigten Rohstoffe ist daher von essenzieller Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit des Industrie- und Technologiestandortes Deutschland. Als Beitrag zu einer sicheren Rohstoffversorgung wurde die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie beauftragt, ein Monitoring kritischer Rohstoffe aufzubauen. Das Ziel des DERA-Rohstoffmonitorings besteht darin, der deutschen Wirtschaft und der Politik regelmäßig Informationen über Preis-, Angebots- und Nachfragetrends für mineralische Rohstoffe und Zwischenprodukte der ersten Wertschöpfungsstufen bereitzustellen, um kritische Entwicklungen auf den internationalen Rohstoffmärkten frühzeitig zu identifizieren. In einem ersten Screening werden wichtige Marktparameter auf Schwachstellen in der Rohstoffversorgung untersucht. In einem zweiten Schritt werden dann Rohstoffe, die erhöhte Preis- und Lieferrisiken aufweisen, in großer Detailtiefe analysiert. Mit dem im Rahmen des DERA-Rohstoffmonitorings bereitgestellten Beratungsangebot werden Unternehmen dabei unterstützt, ihre Strategien für die sichere und planbare Rohstoffbeschaffung zu verbessern. Es dient zugleich als Anregung tiefergehende Marktanalysen zu einzelnen Rohstoffen durchzuführen, um geeignete



Exploration & Lagerstätten erkundung

Exploration & Developing Deposits

Ausweich- und Diversifizierungsstrategien für die Rohstoffsicherung zu entwickeln.

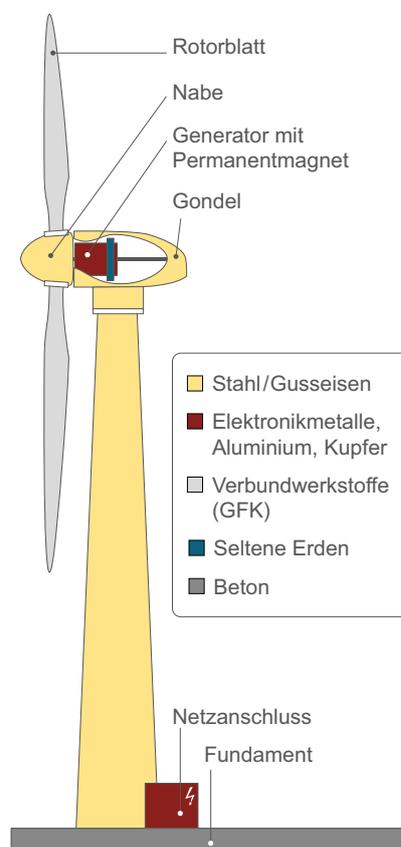
Monitoring global commodity markets – contribution for a secure supply of raw materials for emerging technologies

Dr. Volker Steinbach, Federal Institute for Geosciences and Natural Resources, Hannover

Raw materials are the basis of all industrial value chains. They are fundamental for modern industrial production, from basic industry up to the high-tech-industry. Specifically the future market penetration of emerging technologies such as E-mobility, lightweight industry or renewable energy industry, will have a huge impact on the demand of certain raw materials. For instance, the technological changes in the area of mobility will change the global demand on lithium, cobalt and graphite. Harbinger of this change has been the price rally of lithium and cobalt since December 2016. The expansion of wind power systems will also have an impact on the specific demand on raw materials. Based on the analysis of the market penetration, Fraunhofer ISI, commissioned by DERA, developed scenarios for the raw material demand for wind power systems in the year 2035. These scenarios show that the demand of rare earths will increase, as they are used in permanent magnets utilized in generators of modern wind power systems.

The secure supply of raw materials needed for emerging technologies is of crucial importance for the competitiveness of Germany as a globally leading industry and technology forerunner. Therefore, the Ministry of Economic Affairs and Energy mandated the German Mineral Resources Agency (DERA) to establish a monitoring system on critical raw materials. Main task of this monitoring system is to provide information on the availability of raw materials and intermediate products on a regular basis in order to identify potential

purchasing risks. In a first screening, supply, demand and price trends are being analyzed. Once bottlenecks in the value chain have been identified in this screening, those markets will be highlighted in detailed reports in a second step. All information provided within DERA's monitoring system shall support German companies to develop mitigation strategies for a secure and competitive supply of raw materials.



Von den Erfahrungen der tiefen Geothermie in Bayern zu den Perspektiven in NRW

Prof. Dr. Rolf Bracke, International Geothermal Centre (GZB), Bochum; Prof. Dr. Inga Moeck, Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG), Hannover

Deutschland blickt auf ca. 35 Jahre geothermischer Energienutzung zurück. Die meisten Anlagen waren zunächst oberflächennahe Systeme. Erst seit gut 10 Jahren setzen sich tiefe Geothermische Systeme mit Nutztiefen von 1000-5000m zur Strom- und insbesondere zur Fernwärmenutzung immer mehr durch. Die Stadt München und ihr Umland gelten nach einem langjährigen Explorationsvorlauf als Vorreiter dieser Entwicklung. Die in den vergangenen 20 Jahren entwickelten Werkzeuge zur Untersuchung und Charakterisierung von hydrothermalen Karbonatgesteinen können nunmehr auf andere Metropolregionen übertragen werden.

Aufbauend auf den großindustriellen Entwicklungen im Montan- und Energiesektor ist in den letzten Jahrzehnten in der Rhein-Ruhr Region ein weltweit einzigartiges Wärmeverbundsystem entstanden. Alleine das Fernwärmenetz Ruhr liefert 6.500 GWh/a bei einer installierten Leistung von 2.310 MWth und einer Länge von >2.000 km. Die Konversion der Fernwärme an Rhein und Ruhr zielt dabei auf:

- Ersatz von älteren fossilen Kraftwerken durch neue, effiziente EE-Anlagen
- Schrittweise Absenkung der Vorlauftemperatur bzw. Rückbau der Dampfnetze
- Saisonale Wärmespeicher (u.a. untertägige Bergbauinfrastruktur).

Das theoretisch erschließbare geothermische Gesamtpotenzial der geologischen Formationen im Ruhrgebiet beträgt zusammen genommen ca. 92.300 GWh/a (davon Massenkalk Devon: 59200; Kulm / Kohlenkalk Unterkarbon: 10400; Grauwacken Namur B / Oberkarbon: 22700 GWh/a). Damit überschreitet

das Potenzial die benötigte Wärmemenge im Fernwärmenetz Ruhr je nach Ausbauszenario um das 20-38 fache. Sehr überschlägig kalkuliert wären damit theoretisch 115 bis 230 geothermische Heizwerke mit einem Investitionsvolumen von 2,8 – 5,6 Mrd. EUR zur Bereitstellung der Wärme erforderlich.

From the experiences of deep geothermal energy in Bavaria to the perspectives in NRW

Prof. Dr. Rolf Bracke, International Geothermal Centre (GZB), Bochum; Prof. Dr. Inga Moeck, Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG), Hannover

Germany is looking back on approximately 35 years of geothermal energy usage. Most of the applications have been related to shallow geothermal systems for space heating and cooling based on heat pump technologies. Since 10 years deep geothermal systems from 1.000 m to 5.000 m depth for power generation and for district heating become more and more popular, leading to holistic energy systems transition processes like the conversion of the district heating network of the City of Munich and its surrounding region towards geothermal. This was a result of more than 20 years of exploration activities. However, the tools for investigation and characterisation tools for hydrothermal carbonate rocks can now be transferred to other metropolitan areas. Due to the industrial developments on the mining- and energy sector in the Rhine-/ Ruhr Region during the last decades, a globally unique district heating system has been constructed. Just the district heating system of the Ruhr Area produces 6500 GW/a with more than 2300 MWth peak load and a length of over 2000 km. The conversion of this district heating system focuses on:

- replacement of fossil-fired power plants (mainly coal);
- lowering the temperature of the grid from

>160°C to 110 °C;

- seasonal heat storage (e.g. in subsurface mining infrastructures / galleries).

In theory the geothermal potential from the hydrothermal geological formations in the Ruhr Valley Region ranges at ca. 92.300 GWh/a (with Devonian Carbonates: 59200; Carboniferous Carbonates (Kulm / Kohlenkalk): 10400; Graywackes Upper Carboniferous: 22700 GWh/a). Thus, in total the theoretical potential exceeds the heat demand by a factor of 20-38. A very rough estimation sums up at 115 to 230 geothermal heating plants and an investment of 2.8 – 5.6 Billion EUR for the transformation process.

Streckenvortriebsarbeiten in großer Tiefe und unter schwieriger Geologie in einem kasachischen Chromerzbergwerk

Dipl.-Berging. Michael Seifert, SCHACHTBAU NORDHAUSEN GmbH, Nordhausen, Deutschland; Dipl.-Ing. Eduard Dorn, THYSSEN SCHACHTBAU GMBH, Mülheim an der Ruhr, Deutschland

Einleitung

Die kasachischen Chromerzlagerstätten zählen zu den größten und reichhaltigsten Lagerstätten weltweit. Schwierige geologische Bedingungen und fortschreitende Teufenlagen erfordern für die Aus- und Vorrichtungsarbeiten die Auswahl geeigneter Vortriebstechnologien und Ausbausysteme, welche hohe Vortriebsleistungen einerseits und wirksame sowie nachhaltige Ausbaumittel andererseits gewährleisten.

Für das Projekt -Herstellen einer Strecke auf der Sohle -480m auf dem Bergwerk „10. Jahrestag der Unabhängigkeit Kasachstans“- gründeten die SCHACHTBAU NORDHAUSEN GmbH und die THYSSEN SCHACHTBAU GMBH im Jahr 2011 das Gemeinschaftsunternehmen TOO SCHACHTBAU KASACHSTAN. Dieses Unternehmen ist auf komplexe bergmännische Planungsleistungen, das Teufen von Schächten sowie auf Aus- und Vorrichtungsarbeiten unter schwierigen geologischen Bedingungen spezialisiert.

Gebirgsverhältnisse

Die Chromitlagerstätten von Chromtau befinden sich am südlichen Saum der Ural-Gebirgskette. Dominierende Gesteine sind Gabbro-Amphibolite und serpentinisierte Peridotite. Störungs- und Kluftflächen sind stark ausgeprägt. Ein Großteil der zukünftig aufzufahrenden Aus- und Vorrichtungsgrubenbaue befindet sich in diesen mittel- bis starkklüftigen Serpentinittgesteinen, die durch ihre serizitischen Kluftfüllungen eine sehr geringe Gebirgsfestigkeit aufweisen. Besonders in Verbindung mit Wasser löst sich der Gebirgsverband schnell auf und neigt zu

Nachbrüchen. Das Beherrschen der daraus resultierenden Konvergenzen erfordert neue bzw. bisher im kasachischen Erzbergbau nicht angewendete Auffahrungstechnologien und Sicherungssysteme. Der klassische Stahlbogenausbau mit Handsteinverzug bietet hierfür nur bedingt den erforderlichen Ausbauwiderstand.

Projektrealisierung

Während der Planungsphase galt ein besonderes Augenmerk dem auszuwählenden Ausbausicherungskonzept. Dieses bildete dann die Basis für die Auswahl der Maschinenteknik. Da diese Maschinenteknik eine kontinuierliche Vortriebsleistung von 100 m/ Monat ermöglichen sollte, war eine Vergrößerung des ursprünglich geplanten Streckenquerschnittes von 11 m² auf nunmehr 15 m² erforderlich. Der für diesen Streckenquerschnitt auszuwählende und zu dimensionierende Ausbau wurde Mithilfe eines Modells nach der Finite-Elemente-Methode bestimmt. In diesem Modell wurden folgende Phasen erfasst:

- Primärzustand des Gebirges
- Vorentspannung im Ausbruchsbereich
- Zustand nach Erstsicherung
- Zustand nach Einbringen des endgültigen Ausbaus

Als tragende Ausbauelemente wurden Stahlfaserspritzbeton und radial eingebaute Anker berücksichtigt. Weitere Ausbauelemente, wie Gitterbögen oder Stahlbögen, können je nach Gebirgsverhältnissen ausgewählt werden und erhöhen die Sicherheit in der Bauphase.

Die Forderung nach hohen Vortriebsleistungen in Verbindung mit maximalem Sicherheitsstandard konnte nur durch die Auswahl einer innovativen Vortriebstechnologie bei gleichzeitigem Einsatz eines hochmechanisierten, gleisgebundenen Bohr- und Sprengvortriebskomplexes erfüllt werden. Diese Kombination bietet die Möglichkeit, durch Anpassungen am Maschinen- und Sicherungskonzept, jederzeit auf etwaige

Veränderungen der geologischen Verhältnisse reagieren zu können. Grundgedanke des Sicherungskonzeptes ist die unmittelbar dem Ausbruch folgende Erstsicherung des Gebirges mit stahlfaserbewährtem Spritzbeton. Dieser Spritzbeton wird in einer eigens dafür errichteten übertägigen Betonmischanlage hergestellt und in Betonnachmischern nach untertage verbracht.

Je nach Gebirgsverhältnissen werden die bis zu 2,5 m langen Abschlüge mit einem 2-armigen Bohrwagen abgebohrt. Die installierte Luft-Wasser-Spülung schont den Gebirgsverband und gewährleistet saubere Arbeitsbedingungen vor Ort. Die für unterschiedliche Gebirgsverhältnisse definierten Vortriebsklassen haben sowohl unterschiedliche Abschlagslängen als auch jeweils angepasste Bohr- und Sprengschemata. Das nach der Sprengung angefallene Haufwerk wird mit einem Tunnel- und Ladebagger in 4,5 m³ große Bergewagen geladen. Für die sich anschließende Erstsicherung kommen sowohl die 3,2 m³ fassenden Betonnachmischer als auch der Spritzmanipulatorkomplex zum Einsatz. Der bis zu 4 m teleskopierbare Spritzarm erlaubt bei schlechten Gebirgsverhältnissen das Einbringen der Erstsicherung noch vor den Ladearbeiten. So kann jederzeit gewährleistet werden, dass sich kein Mitarbeiter in einem ungesicherten Bereich aufhalten muss. Ein enormer Sicherheitsgewinn. Nach den erfolgten Ladearbeiten und Erstsicherungsmaßnahmen werden je nach Erfordernis die Gitter- bzw. Stahlausbaubögen gestellt und der endgültige Stahlfaserspritzbeton profilgerecht eingebaut. Es folgen die notwendigen Ankerarbeiten, ehe mit dem Bohren des nächsten Abschlages begonnen werden kann.

Der hochmechanisierte Vortriebskomplex, beengte Platzverhältnisse und das Vorhandensein nur eines Vortriebsgleises stellen an die logistischen Abläufe und Gerätewechsel vor Ort höchste Anforderungen. Dank einer Schleppweiche können die Lademaschine nachgeführt und Zugverbände mit bis zu 7 Förderwagen in kürzester Zeit rangiert werden. Diese Weiche mit einem Abstand von



max. 50 m bis vor Ort wird ständig nachgeführt und ist wesentliche Voraussetzung für die Erreichung hoher Vortriebsleistungen.

Diese betragen nach über 3 Jahren Projektlaufzeit durchschnittlich 125 m im Monat.

Fazit

Eine hochspezialisierte Vortriebsmannschaft und das ausgewählte Vortriebs- und Sicherungskonzept haben sich unter den schwierigen geologischen Verhältnissen vollumfänglich bewährt. Seit dem Herbst 2013 konnten über 3.800 m Strecke aufgefahren und sicher ausgebaut werden. Dank der konstruktiven Zusammenarbeit mit dem Bergwerksbetreiber Donskoy-GoK werden mit der ausgewählten, an die Neue Österreichische Tunnelbaumethode NÖT angelehnten, Vortriebstechnologie zukünftig noch viele Aus- und Vorrichtungsstrecken für die Chromerzlagstätten Kasachstans aufgefahren.

Drifting works in great depths and under difficult geological conditions in a Kazakh chrome mine

*Dipl.-Berging. Michael Seifert, SCHACHTBAU NORDHAUSEN GmbH, Nordhausen, Germany;
Dipl.-Ing. Eduard Dorn, THYSSEN SCHACHTBAU GMBH, Mülheim an der Ruhr, Germany*

Introduction

Kazakh chrome deposits are numbered among the largest and richest in the world. Difficult geological conditions and progressive depths demand the selection of suitable mining technologies and types of support. These have to guarantee a high rate of advance as well as sustained building materials. The project was named "building a drift on level 480m in the mine "10. anniversary of Kazakh independence" ". In 2011 the joint venture TOO SCHACHTBAU KASACHSTAN was founded by the SCHACHTBAU NORDHAUSEN GmbH and the THYSSEN SCHACHTBAU GmbH for its realization. This company is specialized in complex mine planning services, sinking of shafts, development and preparatory works under difficult geological conditions.

Rock conditions

The chrome deposits of Chromtau are situated at the southern margin of the Ural Mountains. Dominating rock types in this area are Gabbro – Amphibolites and serpentized Peridotites. Interference and gap areas are very common. A majority of the planned preparatory and development drifts are situated in these fragmented serpentine stones. These display little rock solidity because of sericitized gap fillings. Especially in connection with water the rock stability tends to dissolve. Con-

trolling the resulting convergences demands mining technologies and safety systems that have never been applied before in Kazakh ore mining. The established steel arch building systems with hand packing does not offer the needed stability.

Project realization

During the planning phase special emphasis lay on choosing an appropriate development safety concept. This was the basis for selecting suitable machines and technologies. The machines should allow a constant rate of advance of 100m per month. Therefore it became necessary to extend the planned drift cross section from 11m² to 15m². The dimensioning support needed for this cross section was ascertained with the help of a model by the finite element method. The following phases were included in this model:

- primary condition of the rock
- load relief in outbreak area
- condition after securing
- condition after building support

Steel fiber reinforced concrete and radially installed bolts were used as load bearing components. Other components like latticed support bows or steel archs were chosen according to rock conditions. They increased safety during the building phase. The project demanded a high rate of advance combined with maximum safety standards. This was realized by the selection of an innovative advance technology in connection with the use of a highly mechanized, rail-mounted blasting heading. This combination offered the possibility to react to changes in the geological conditions by adapting the technology and safety concept. The basic principle of the safety concept was the initial securing of the rock with reinforced shotcrete. This shotcrete was produced overground in a concrete mixing plant and was brought underground in a concrete mixer.

Depending on the rock conditions an advance of up to 2,5m per round could be reached with

a 2-armed drilling carriage. The air-water-circulation ensured clean working conditions. Different drifting classes were defined for the different rock conditions. They varied in advance per round and ways of drilling and blasting. After the blasting the broken rock was loaded into a 4,5m³ big waste handling car. For the primal securing the concrete mixers with 3,2m³ capacity and a gunning manipulator were used. The extendible gunning arm allowed the securing of dangerous area even before loading. So it was ensured that no employee stayed in an unsecured area, which was an enormous improvement in points of safety.

After loading and primal securing the latticed support bows or steel archs were put in place. Subsequently the steel fiber reinforced shotcrete was applied. Afterwards the bolts were installed.

This project was characterized by the highly mechanized drifting process, tight space as well as the presence of only one rail. With the help of a towing turnout the loading machine was repositioned and trains with up to 7 cars were ranked within short time. This turnout had a maximal distance of 50m to the drifting area and was permanently relocated. This was an essential precondition for the high rate of advance which amounted after more than 3 years project time to 125m per month.

Conclusion

A specialized drifting team and a carefully chosen support and safety concept have proven successful under difficult geological conditions. Since autumn 2013 3.800m of drift were built and secured. Thanks to the constructive cooperation with the mine operator Donskoy-GoK we will build more development and preparatory drifts in the chrome ore deposits in Kazakhstan in the future. To do this we will use a mining technology based on the new Austrian tunnel construction method called NÖT.

Entwicklung eines geologischen und Rohstoffinformationssystems für den Geologischen Dienst von Tansania

Perspektiven für die Entwicklung des Rohstoffsektors

Dr. Andreas Barth, Dr. Claus Legler, Andreas Knobloch, Ellen Dickmayer, Steffen Schmidt, Beak Consultants GmbH, Freiberg, Deutschland; Abdulkarim Mruma, Yokbeth Myumbilwa, Geologischer Dienst von Tansania, Dodoma, Tansania

Zusammenfassung

Der Mineralreichtum von Tansania beruht vor allem auf wertvollen Rohstoffen wie Diamant, Gold, Kupfer, Edelsteinen, Kohle und nicht metallischen Mineralien. Vor allem seit Beginn der umfangreichen Erkundung und Entwicklung der großen Goldvorkommen des Lake Victoria Gold Field in den 1990er Jahren wurde das Potenzial des Rohstoffsektors, zur wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung des Landes beizutragen, offensichtlich. Infolgedessen hat die Regierung von Tansania den Rohstoffsektor als einen der Schlüsselfaktoren für ein weiteres Wachstum identifiziert. Im Jahr 2014 trug der Bergbausek-

tor 3,7% zum BIP bei. In ihrer „Entwicklungsvision 2025“ plant die tansanische Regierung eine Steigerung des Beitrages des Sektors zum BIP bis auf 10% als Ziel für das Jahr 2025. Aus diesem Grund ist die Überprüfung, Systematisierung und Veröffentlichung von Daten zu Geologie und Rohstoffen eine strategische Aufgabe, um sowohl den staatlichen als auch den privaten Rohstoffsektor bei der Suche nach neuen Rohstoffvorkommen zu unterstützen und die Investitionen und Unterstützung nationaler Planungsaktivitäten zu verbessern.

Als Teil des von der Weltbank geförderten Projektes zur nachhaltigen Verwaltung der Rohstoffvorkommen haben der Geologische Dienst von Tansania (GST) und die Beak Consultants GmbH von 2013 bis 2015 ein modernes Geologie- und Mineralinformationssystem (GMIS) entwickelt. Das System ist so konzipiert, dass es die wichtigsten geowissenschaftlichen Informationen über das Territorium Tansanias, wie etwa geowissenschaftliche Karten, Rohstoffvorkommen, Bohrlochinformationen, geochemische und geophysikalische Daten, verwaltet und diese Informationen dem staatlichen und privaten Wirtschaftssektor des Landes zur

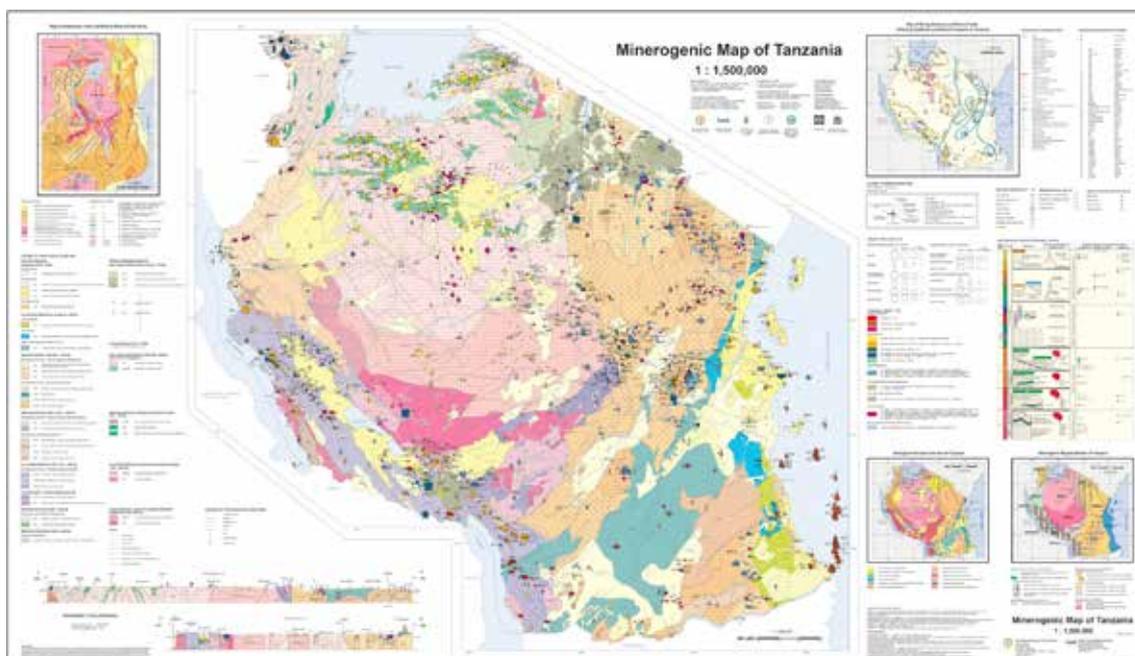


Abb. 1: Minerogenetische Karte von Tansania

Fig 1: Minerogenic Map of Tanzania

Verfügung stellt.

Die Informationen der GMIS-Datenbank wurden sorgfältig überprüft, aktualisiert und korrigiert. Feldarbeiten wurden durchgeführt, um wichtige Daten vor Ort im Gelände zu überprüfen. Unter anderem beinhaltet jeder Datensatz eines Rohstoffvorkommens Informationen wie den Namen der Lagerstätte / des Vorkommens, den genetischen Typ, die Rohstoffklasse, den Rohstoff an sich, die Größe und Morphologie der Lagerstätte, das Mineralisationsalter, den aktuellen Status der Erkundung bzw. des Bergbaus und eine verbale Beschreibung. Ein wichtiger Teil des Projektes war die Integration der verschiedenen mineralischen und geologischen Daten und die darauf aufbauende Erzeugung von minerogenen Modellen. Diese sind in der neu erschienenen Minerogenetischen Karte von Tansania (MMT) im Maßstab 1: 1.500.000 dargestellt (Abb. 1) und dienen als Basis für die Auswahl von prospektiven Gebieten für weitere Erkundungen.

Die auf den Softwaretechnologien der Marktführer Microsoft und Esri basierenden advanceo® Software-Produkte von Beak wurden speziell auf die tansanischen Datenbankanforderungen angepasst (Abb. 2). Das geologische und Rohstoffinformationssystem (GMIS) besteht aus 20 verschiedenen technischen Modulen zur Speicherung der Daten und Metadaten, z.B. Daten der Rohstoffvorkommen, geologische Legenden, Feldarbeitsdaten, Archiv- und Bibliotheksdaten, Erkundungs- und Bergbaulizenzen und einen umfassenden GIS. Daten werden in öffentliche und vertrauliche Daten unterteilt und dementsprechende Nutzerrechte können personenbezogen gesetzt werden. In den dazugehörigen Webportalen werden wichtige öffentliche Daten entweder kostenlos (www.gmis-tanzania.com) oder zu erschwinglichen Preisen (www.gst-datashop.com) zur Verfügung gestellt. Das Webportal wird täglich von über 100 Benutzern besucht und der Datenverkaufsprozess ist erfolgreich.

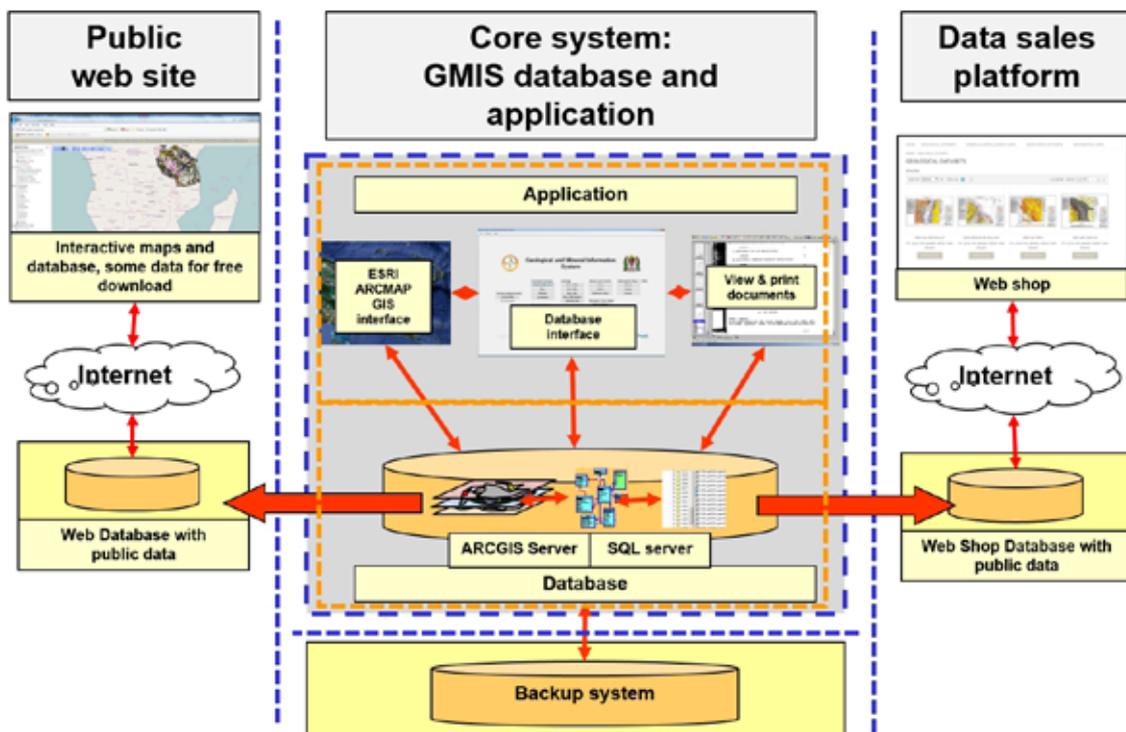


Abb. 2: Softwarearchitektur des GMIS Tansania

Fig. 2: Software architecture of the GMIS Tansania

Development of a geological and mineral information system for the Geological Survey of Tanzania

Perspectives for the development of the mineral sector

Dr Andreas Barth, Dr Claus Legler, Andreas Knobloch, Ellen Dickmayer, Steffen Schmidt, Beak Consultants GmbH, Freiberg, Germany; Abdulkarim Mruma, Yokbeth Myumbilwa, Geological Survey of Tanzania, Dodoma, United Republic of Tanzania

Abstract

The mineral wealth of Tanzania comprises many valuables such as diamond, gold, copper, gemstones, coal, and non-metallic minerals. Especially since the massive development of large gold deposits of the Lake Victoria Gold Field, starting in the late 1990s, the potential of the mineral sector to contribute to the economic and social development of the country became obvious. Consequently, the Government of Tanzania has identified the mineral sector as one of the key factors to contribute to further growth. In 2014, the Mining Sector GDP contribution reached 3.7 %. In its "Development Vision 2025", the Tanzanian Government plans a 10 % GDP mining sector contribution as the target for the year 2025. In this sense, the review, systematisation and publication of mineral and geological data is a strategic task to guide both the state and private mineral sectors to new discoveries, enhance investment and support national planning activities.

As a part of World Bank funded "Sustainable Management of Mineral Resources Project" project, the Geological Survey of Tanzania (GST) and Beak Consultants GmbH developed a modern Geological and Mineral Information System (GMIS) between 2013 and 2015. The system is designed to host and manage the principle geo-scientific information about the territory of Tanzania, such as geo-scientific maps, mineral occurrence, borehole, geo-chemical and geophysical data, and to provide this information to the state and private

sector of the country's economy and society.

The information of the GMIS database was carefully reviewed, upgraded and corrected, where necessary. Field work was carried out to review important mineral deposit data. Among others, each mineral occurrence record carries information like name of mineral deposit / occurrence, genetic type, commodity group, commodity, deposit size, deposit morphology, mineralisation age, mining / exploration status, and verbal description. An important part of the project was the integration of the mineral and geological data focusing on the generation of minerogenic models and their presentation in the newly published Minerogenic Map of Tanzania (MMT) at a scale of 1:1,500,000 (Fig. 1) - as the base for targeting mineral potential.

Based on Microsoft and ESRI market leader technologies, Beak's advangeo® software products have been customised to the Tanzanian environment. The Geological and Mineral Information System (GMIS) consists of 20 technical modules for storage of the data and metadata, e.g. mineral occurrence database, geological legends, field work data, archive and library data, mineral licenses and a comprehensive GIS. Data is divided into public and confidential, user rights can be set on a personal basis. In the web portals, important public data is made available either for free (www.gmis-tanzania.com) or for affordable prices (www.gst-datashop.com). Over 100 users visit the web-portal daily and the data selling process is succeeding.

Sächsische Rohstoffdaten – Schätze für die Bergbauindustrie: Ergebnisse des Projektes ROHSA 3

Katrin Kleeberg, Prof. Dr. Bernhard Cramer, Sächsisches Oberbergamt, Freiberg, Sachsen, Deutschland; Daniel Franke, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Freiberg, Sachsen, Deutschland

Rohstoffvorkommen und deren Gewinnung besitzen in Sachsen seit Jahrhunderten eine große Bedeutung, begründete doch vor allem der Bergbau auf Silber den Reichtum des Landes. Die Aufgabe, das Wissen über Bodenschätze und Bergbau zu sammeln und zu erhalten, wird im Freistaat Sachsen von verschiedenen Institutionen wahrgenommen, z.B. vom Staatlichen Geologischen Dienst Sachsen (Abteilung Geologie des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie), vom Sächsischen Oberbergamt und vom Sächsischen Bergarchiv.

Im Zuge der politischen Wende erfolgte bis 1992 die Schließung aller produzierenden Erz- und Spat-Bergwerke in Sachsen. Mit dem Anstieg der Rohstoffpreise rückten die sächsischen Erz- und Spatvorkommen aber für Unternehmen und Investoren auch international wieder in den Fokus. Seit 2006 wurden in Sachsen rund 50 Bergbauberechtigungen für Erz- und Spatlagerstätten vergeben. Damit wurden auch fundierte Informationen, Daten, Bohrkerne und Proben zu den Bodenschätzen wieder verstärkt nachgefragt.

Die Bergbauunternehmer mit Engagement im Erz- und Spatbergbau treffen am GeoMontan-Standort Freiberg auf vielfältige Expertise beim Geologischen Dienst, beim Sächsischen Oberbergamt, bei der TU Bergakademie Freiberg und bei den vielen Ingenieurbüros. Im Zuge der neuen Projekte wurde schnell der enorme Nutzen der unterschiedlichen Altdaten hinsichtlich Datenmenge, Datendichte und Qualität sowie der sehr guten Vergleichs- und



Abb. 1: Sachsen hebt seine Schätze – In-Wert-Setzung von Rohstoff- und Geo-Daten für Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung

Fig. 1: Saxony digs up its treasures - adding value of raw material and geo data to business, science and administration.

Exploration & Lagerstättenerkundung

Exploration & Developing Deposits

Reproduzierbarkeit mit neuen Daten erkannt. Bei vielen neuen Explorationsvorhaben konnten durch die Nutzung der Altdaten in erheblichem Maß Bohr- und Analysenkosten eingespart werden. Zahlreiche Altdaten wurden auch für eine Zertifizierung nach internationalen Standards (z.B. JORC) genutzt.

Nach ersten Kompilationen der vorhandenen Daten und Informationen in Form von Steckbriefen zu Erz- und Spatvorkommen und in Form eines Rohstoffkatasters wurde deutlich, dass für den dringend geforderten, zeitgemäßen Zugang eine sehr viel umfassendere Erschließung der vorhandenen Altdaten erforderlich ist. Daraus entwickelte sich nach einer Initiative des Geokompetenzzentrums Freiberg e.V. das Projekt ROHSA 3 (Rohstoffdaten Sachsens), das in einem Zeitraum von 10 Jahren sächsische Rohstoffinformationen wie z.B. Bohrungen, Analysendaten, Karten und Berichte umfänglich sichern, erschließen und digital verfügbar machen soll. Ziel des Projektes ROHSA 3 ist die In-Wert-Setzung sächsischer Rohstoffdaten für Wirtschaft, Wissenschaft und Fachverwaltung (Abb. 1).

2013 startete das Pilotprojekt ROHSA 3.1 als Schlüsselprojekt der Sächsischen Rohstoffstrategie. Mit Ressourcen des Freistaates Sachsen wurden durch ein Projektteam des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie und des Sächsischen Oberbergamtes bis Ende 2016 alle verfügbaren Rohstoffdaten in einem ca. 740 km² großen Gebiet im Erzgebirge erschlossen. Die Recherche, Bewertung und Digitalisierung der Unterlagen und Daten erfolgte sowohl in sächsischen als auch bundesweiten Archiven. Bisher wurden rund 40.000 Dokumentationen mit ca. 2,5 Mio. Seiten digitalisiert, über 200 Bohrungen der Wismut GmbH erstmalig erschlossen und zehntausende geophysikalische und geochemische Daten datenbanktechnisch erfasst. Zum Nachweis des Projektnutzens wurden ein lagerstättengeologisches 3D-Modell der Projektregion sowie eine Lagerstättenprognose erstellt. Begleitet wird das Projekt ROHSA 3 durch einen Projektbeirat, in dem neben Vertretern der Verwaltung Partner

aus Wirtschaft und universitärer Forschung insbesondere die Datenverfügbarkeit und die Nutzungsmöglichkeiten für das Projekt aktiv mitgestalten.

Für den öffentlichen Zugang zu Metadaten von Dokumenten und Karten, zu Bohrungsdaten und Fachinformationen zu Vorkommen und Gewinnungsbetrieben wurde im Internet im Dezember 2016 eine Metasuchmaschine unter <https://www.rohsa.sachsen.de/suche> freigeschaltet. Hier sind auch zahlreiche bislang unveröffentlichte, für den Bergbau relevante Informationen zugänglich.

Das Projekt ROHSA 3 erfährt bundesweit enormes Interesse. Nach dem erfolgreichen Abschluss des Pilotprojektes ROHSA 3.1 Ende 2016 setzt Sachsen die Erhebung weiterer Datensätze fort. Das Folge-Vorhaben ROHSA 3.2 ist mit einer Laufzeit von zwei Jahren (2017-2018) konzipiert und startete mit Beginn des Jahres 2017. In diesem Teilprojekt werden Rohstoffdaten auf einer weiteren Fläche des Freistaates Sachsen von 2.100 km² für eine digitale Nutzung verfügbar gemacht.

Data of saxon raw materials – treasuries for mining industry: outcomes of the project ROHSA 3

Katrin Kleeberg, Prof. Dr. Bernhard Cramer, Saxon State Mining Authority, Freiberg, Saxony, Germany; Daniel Franke, Saxon State Office for Environment, Agriculture and Geology, Freiberg, Saxony, Germany

Since centuries raw materials and their extraction are of great importance for Saxony. In particular, mining of silver established the country's wealth. In the Free State of Saxony various institutions are engaged in collecting and preserving the knowledge about mineral resources and the skill of mining, e.g. the Saxon Geological Survey (Department of Geology of the Saxon State Office for Environment, Agriculture and Geology), the State Mining Authority and the State Mining Archive of Saxony.

Until 1992 all producing ore and spar mines in Saxony have been closed in the course of the economic change. However, with the increase of the raw material prices ore and spar deposits in Saxony attracted companies and investors also from abroad again. Since 2006 in Saxony about 50 mining licenses have been granted for ore and spar deposits. In consequence, the demand for sound information and data, drill cores and samples of mineral resources accelerated significantly.

In Freiberg as the central GeoMining site of Saxony ore and spar mining companies have access to a wide range of expertise in the Saxon Geological Survey, the State Mining Authority, the Technical University and Mining Academy of Freiberg and in many geo consultants. With the new mining projects the enormous value of the wide variety of old data regarding data volume, density, and quality was obvious. It was proven, that old data match well and show a good reproducibility compared to new data. In a couple of new exploration projects these old data saved a considerable amount of drilling costs and expenses for analytics. Numerous old data have also been used for certification procedures according to international mining standards (e.g. JORC).

First compilations of existing data and information were performed as fact sheets of ore and spar deposits and as a raw material register. Nevertheless, for a comprehensive up-to-date access a much more comprehensive exploitation of the existing old data was required. In consequence, the project ROHSA 3 (Raw Material Data of Saxony) was initiated, based on an initiative of the Geokompetenzzentrum Freiberg e.V. (GKZ). The project intends to save, to exploit, to digitize and to make available raw material information and data like well data, analysis data, maps, and technical reports. With the availability of these raw material data the project ROHSA 3 aims to create a high value for the economy, for science, and for the technical administration (Figure 1).

In 2013 the pilot project ROHSA 3.1 started as

a key project of the Raw Material Strategy of Saxony and is financed and implemented by the Free State of Saxony. By the end of 2016 the project team with the Saxon State Office for Environment, Agriculture and Geology and the State Mining Authority of Saxony opened up raw material data from an area in the Ore Mountains of approx. 740 km². The investigation, evaluation, and digitisation of documents and data took place in archives in Saxony and other German States. So far, approximately 40,000 documentations have been digitised with approximately 2.5 million pages. More than 200 boreholes from Wismut GmbH were opened up for the first time, and tens of thousands of geophysical and geochemical data have been collected in the database. A 3D-model of the project region as well as a resource prediction model were developed to demonstrate the projects added value. ROHSA 3 is accompanied by a project advisory board with members from the administration, from the economy, and scientific partners. In particular, the board advises the project in how to make the data base available and in defining applications for the products.

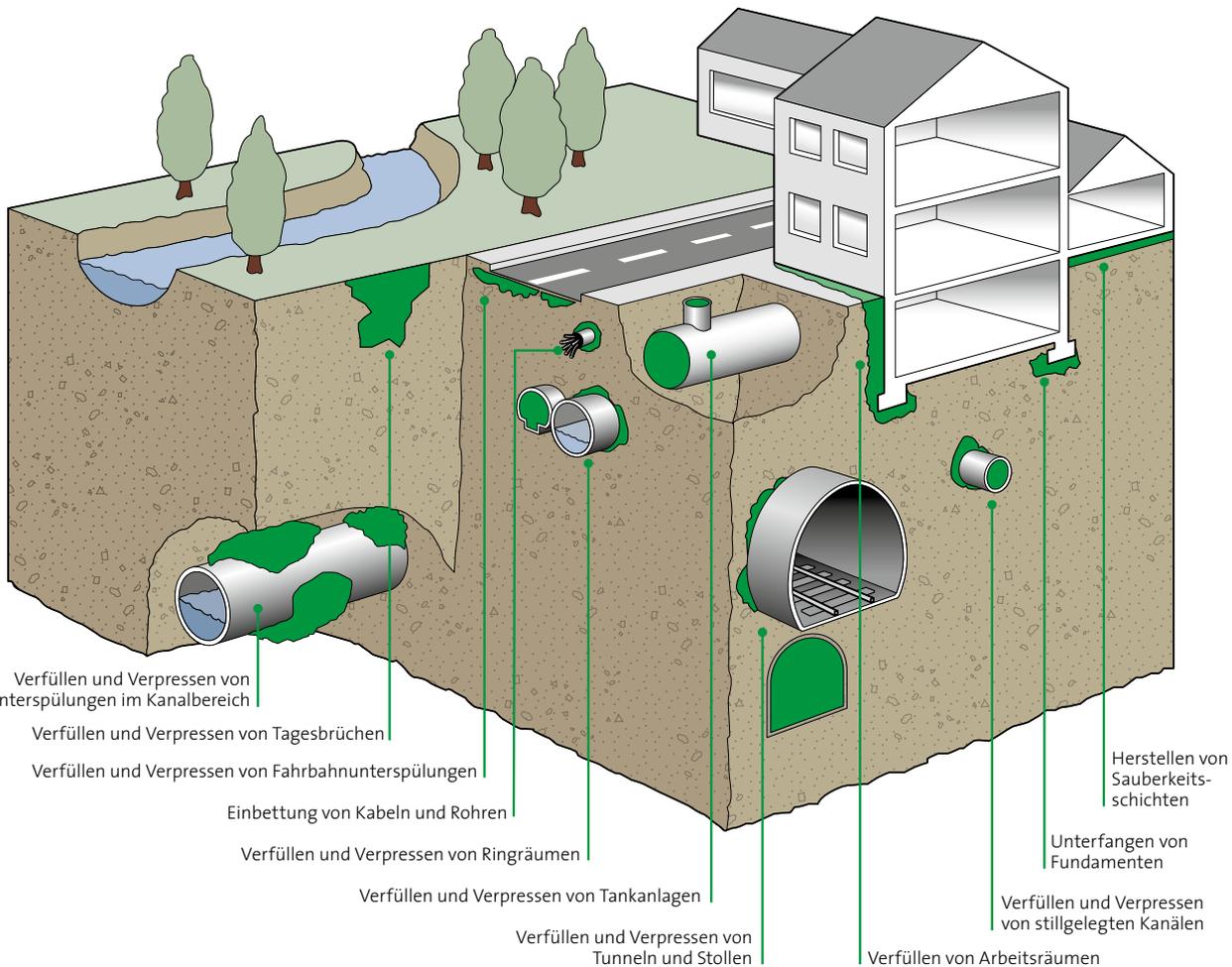
In December 2016 a web based meta search engine was opened in order to give public access to metadata of documents and maps, to drilling data, and to technical information on deposits and mining activities. At <https://www.rohsa.sachsen.de/suche> also numerous unpublished information relevant for mining are available.

The ROHSA 3 project attracts great interest all over Germany. Following the successful completion of the pilot ROHSA 3.1 at the end of 2016 the Free State of Saxony continues with the collection of additional data sets. The follow-up project ROHSA 3.2 started in January 2017 and is designed for duration of two years (2017-2018). In this subproject Saxon raw material data from an area of 2,100 km² will be made available for a digital access.



GeoFill®

Verfüllbaustoffe
für langfristige Sicherheit



GHT GmbH & Co. KG

Königsheide 145a

44359 Dortmund

post@ght-baustoffe.de

www.gh-t-baustoffe.de

Telefon: +49 (0) 231 18 88 00-0

Telefax: +49 (0) 231 18 88 00-60

www.gh-t-baustoffe.de



Test der Software einer Sicherheitseinrichtung für Schachtförderanlagen zum Nachweis der funktionalen Sicherheit nach IEC 61508-3

Prof. Dr.-Ing. A. Gerlach, TSU e.V.; S. Borowski, M.Sc, DMT GmbH & Co. KG

Für sicherheitsbezogene Funktionen von Sicherheitseinrichtungen für Schachtförderanlagen wie beispielsweise Bremsen- und Fahrtreglersteuerungen wird von Herstellern und Lieferanten insbesondere außerhalb von Europa zunehmend eine Beurteilung der funktionalen Sicherheit im Sinne der IEC 61508 gefordert. Sicherheitsbezogene Funktionen dürfen weder durch zufällige oder systematische Hardwarefehler noch durch systematische Softwarefehler ihre Eigenschaft verlieren, gefährliche Ereignisse zu verhindern oder zu mildern.

Der erforderliche Sicherheitsintegritätslevel SIL 1-4 der Hardware wird durch die Bestimmung der Ausfallgrenzwerte oder der Ausfallwahrscheinlichkeiten quantitativ nachgewiesen. Für die Software von Sicherheitsfunktionen ist die systematische Sicherheitsintegrität quantitativ üblicherweise nicht bestimmbar. Vielmehr wird die Fähigkeit der Software, mit ihrer Sicherheitsintegrität den Anforderungen des festgelegten SILs der Sicherheitsfunktion zu entsprechen, als systematische Eignung (systematic capability, SC) definiert. Diese ist analog zu SIL 1-4 auf einer Skala von SC 1-4 abgestuft. In IEC 61508-3 werden mit den Anhängen A und B angemessene Verfahren und Maßnahmen zum qualitativen Nachweis der systematischen Eignung im Sinne orientierender Empfehlungen aufgelistet.

Die systematische Eignung der Software sicherheitsbezogener Funktionen kann unter anderem durch entsprechende Tests nachgewiesen werden.

Funktionsorientierte Testverfahren – auch Black-Box-Test genannt – verifizieren die Spezifikation der Sicherheitsfunktionen auf Vollständigkeit, Korrektheit, Widerspruchsfreiheit,

Freiheit von Spezifikationsfehlern und Mehrdeutigkeit sowie Freiheit von nachteiliger Beeinflussung der Sicherheitsfunktionen durch Nichtsicherheitsfunktionen. Basis funktionsorientierter Tests ist nicht die Kenntnis des Programmcodes, sondern die Kenntnis der Spezifikation. Funktionsorientierte Testverfahren garantieren nicht, dass überflüssiger oder schädlicher Programmcode aufgedeckt wird.

Kontrollfluss- bzw. strukturorientierte Tests – auch White-Box-Test genannt – verifizieren das ordnungsgemäße Funktionieren der Systemsoftware. Für jede Anweisung des Anwenderprogramms wird mit entsprechenden Eingangsdaten geprüft, ob die jeweilige Systemantwort korrekt ist. Basis kontrollflussorientierter Tests ist nicht die Kenntnis der Spezifikation, sondern die Kenntnis des Programmcodes. Beispiele kontrollflussorientierter Tests sind der Anweisungsüberdeckungstest, der Zweigüberdeckungstest als notwendiger Minimaltest sowie Bedingungs- und Entscheidungsüberdeckungstests. Kontrollflussorientierte Testverfahren garantieren nicht, dass alle durch die Spezifikation definierten Anforderungen erfüllt sind.

Funktions- und strukturorientierte Tests alleine gewährleisten nicht, dass die Spezifikation selbst vollständig und korrekt ist, sondern nur, dass die vorliegende Spezifikation auf Vollständigkeit und Korrektheit geprüft wurde. Eine neben der Verifikation erforderliche weitere Maßnahme zum Nachweis des erforderlichen SILs/SCs ist die Validierung der Software.

Für die mit Speicherprogrammierbaren Steuerungen realisierten sicherheitsbezogenen Funktionen einer Sicherheitseinrichtung einer Schachtförderanlage wird beispielhaft die Vorgehensweise für die Verifizierung der implementierten sicherheitsbezogenen Software unter Anwendung einiger der genannten Testverfahren vorgestellt. Die Spezifikation der zu prüfenden Software wird unter Anwendung der Reverse-Engineering-Methode aus dem vorhandenen Programmcode generiert und in semiformaler Darstellung dokumentiert. Sie

dient als Basis für methodisch durchführbare funktionsorientierte Tests.

Als kontrollflussorientierter Test kommt das MC/DC-Verfahren zur Anwendung. Zusätzlich ist eine qualitative Fehlerbaumanalyse (FTA) vorgesehen. Für die räumliche und zeitliche Unabhängigkeit der Sicherheitsfunktionen von den Nichtsicherheitsfunktionen wird ein Nachweis geführt. Auf die Problematik der Wiederverwendbarkeit (Reused Software) und Modifizierung von Software wird hingewiesen. Die Validierung der Gesamtsicherheit der Sicherheitseinrichtung wird durch entsprechende Untersuchungen an einem Prototyp durchgeführt.

Test of the software of a safety device for shaft hoisting systems to verify conformity of functional safety according to IEC 61508-3

Prof. Dr.-Ing. A. Gerlach, TSU e.V.; S. Borowski, M.Sc, DMT GmbH & Co. KG

Suppliers and producers outside of Europe increasingly demand the certification of the functional safety for safety functions of safety devices for shaft hoisting systems, such as braking systems and speed controllers according to IEC 61508. Safety functions may be affected neither by random or systematic hardware errors, nor by systematic software errors in terms of their function to prevent or alleviate dangerous failures.

The required safety integrity level SIL 1-4 of the hardware is established quantitatively through the determination of the failure tolerance or the failure probabilities. The systematic safety integrity for the software of safety functions is usually not quantitatively determinable. Instead, systematic capability, SC is defined by the ability of the software to meet the requirements of the fixed SIL of the safety feature with its safety integrity. Analogous to SIL 1-4, SC is graded in a scale of SC 1-4. In the attachments A and B of IEC 61508-3, there are listed appropriate methods and procedures for qualitative detection of

systematic qualification in terms of orientating recommendations.

If the software of a safety function is systematically qualified can be proven by appropriate tests, among other things. Function-oriented test methods – also known as black box tests – verify the specification of the safety function in terms of completeness, correctness, consistency, ambiguity and absence of specification errors as well as absence of adverse influences of the safety functions by non-safety functions. Basis of function-oriented tests is not knowledge of the programme code, but knowledge of the specification. Function-oriented tests do not guarantee the revelation of redundant or harmful programme code.

Control flow and structure-oriented tests – also known as white box tests – verify the proper functioning of the system software. For every order of the user program, it is checked with the respective input data, whether the particular system response is correct. The base of control flow oriented tests is not knowledge of the specification, but knowledge of the program code. Examples of control flow oriented tests are Statement Coverage, Branch Coverage as necessary minimal test as well as Condition Coverage. Control flow oriented tests do not guarantee the compliance of all defined requirements.

Control flow and structure-oriented tests alone do not guarantee that the specification itself is complete and correct. They only make sure the specification has been tested for completeness and correctness. Apart from the verification, another necessary measure to prove the required SIL/SC is the validation of the software.

For safety functions of a safety device in a shaft hoisting system with implemented programmable logic controller (PLC), the approach of the verification of the implemented safety software using some of the mentioned test procedures is exemplified. The specification of the tested software is generated from the existing programme code using the

reverse engineering method and is documented in semiformal depiction. It is the base for methodically performable tests.

The MC/DC-method is an example for a control flow oriented test. Additionally, a qualitative fault tree analysis is designated. The spatial and temporal independence of the safety function from the non-safety functions is proven. The problem of reusability and modification of software is hinted at. The validation of the overall safety of the safety device is performed, via examinations on a prototype.

Entwicklung und Einsatz einer zur Personenführung zugelassenen Förderanlage für saigere und geneigte Schächte im Altbergbau

Tobias Steinert, Bergsicherung Sachsen GmbH, Schneeberg

Die BsS Bergsicherung Sachsen GmbH führt Sanierungsaufgaben in Grubenbauen des Altbergbaus durch. Dabei dienen zum Teil jahrhundertealte Schächte als Zugang, Angriffspunkte oder sind der Sanierungsfall selbst. Solche Schächte haben in der Regel sehr kleine Querschnitte. Oft sind alte Schächte im Gangeinfallen aufgefahren und daher geneigt. Dennoch reichen sie in größere Teufen. Ab einer Teufe von 50m fordert die Aufsichtsbehörde eine maschinelle Personenführung. Solche Anlagen sind am Markt für unsere Zwecke nicht existent.

Die BsS Bergsicherung Sachsen GmbH hat sich daher entschlossen, selbst eine Förderanlage für saigere und geneigte Schächte zu entwickeln. Zielstellung war die Herstellung einer variablen Anlage, bestehend aus einer geeigneten Winde, einem Fördergerüst, einem

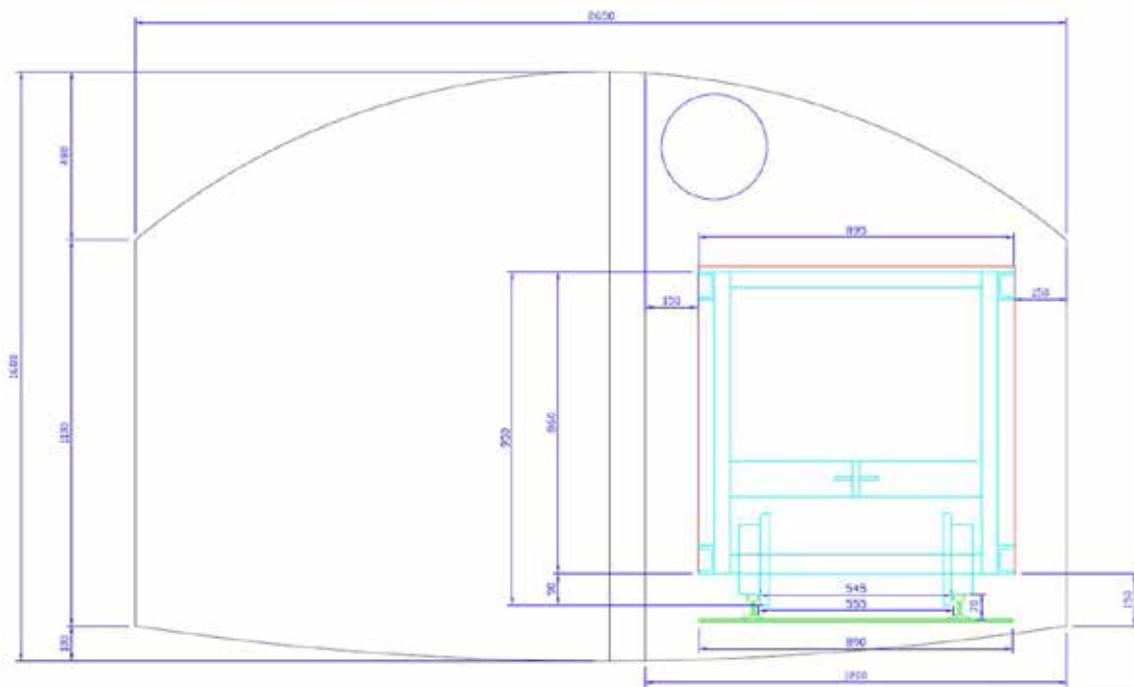


Abb. 1: Lichtraumprofil des Personefahrkorbes

Fig. 1: Gauge of the passenger cage



Abb. 2: Anlage mit Personenfahrkorb im Testbetrieb

Fig. 2: Plant with passenger cage in testing use

Fördergestell zur Gefäßförderung für Schrägschächte sowie einem Personenfahrkorb für 2 Personen. Der Personenfahrkorb als Element mit dem größten Platzbedarf sollte mit einem Lichtraumprofil von 1,20m x 1,20m auskommen. Des Weiteren sollten Teufen bis 150m bei einer Windenzugkraft von 10 kN in der obersten Lage erreicht werden.

Die hier vorgestellte Anlage wurde in unserem Hause von Herrn Gunther Regener in enger Zusammenarbeit mit Herrn Andy Tauber und unter fachlicher Begleitung durch Herrn Heiko Miller (DMT) konstruiert. Für die Konstruktion, die Errichtung und Zulassung der Förderanlage benötigten wir nur 10 Monate.

Bei dem Ersteintritt auf dem Schacht Siebenschlehen wurde sie bis in eine Teufe von 90m getestet.

Development and use of a hoisting plant, approved to transport passengers, for vertical and inclined shafts in abandoned mines

Tobias Steinert, Bergsicherung Sachsen GmbH, Schneeberg

The BsS Bergsicherung Sachsen GmbH carries out redevelopment tasks in pit rooms of the old mining industry. In some cases, centuries-old shafts serve as access, starting points or are the redevelopment itself. Such shafts usually have very small cross-sections. Often old shafts have entered the gradation of ore-veins and are therefore inclined. Nevertheless, they reach into larger depths. From a depth of 50m, the supervisory authority calls for a mechanical passenger experience. Such plants are non-existent on the market for our purposes.

Therefore, BsS Bergsicherung Sachsen GmbH has decided to develop an hoisting plant for vertical and inclined shafts. The objective was the production of a variable plant consisting of a suitable hoist, a headgear, a skip

for inclined shafts as well as a passenger cage for 2 persons. The passenger cage as the element with the largest space requirement should pass a gauge of 1.20 m x 1.20 m. Furthermore, depths up to 150 m should be achieved with a hoist pulling force of 10 kN in the uppermost position.

The plant presented here was designed by Mr. Gunther Regener in close cooperation with Mr. Andy Tauber and under the supervision of Mr. Heiko Miller (DMT). We only needed 10 months to design, install and approve the conveyor system. It was tested to a depth of 90m during the first use on the shaft "Sieben-schlehen".

Koepe-Seilkonservierungsmittel in der Kälte – Elastizität und Reibwert

Dr. Jens Pusch, Michael Kronschnabl, Elaskon Sachsen GmbH, Dresden; Martin Anders, TU Dresden, Dresden

Einleitung

In verschiedenen Regionen müssen Koepe-Förderanlagen auch bei tieferen Temperaturen betrieben werden. Herkömmliche Seilkonservierungsmittel sind oft nicht flexibel genug, werden bei diesen Bedingungen hart und platzen ab. Verschmutzungen und erhöhter Seilverschleiß sind die Folge. Durch spezielle Modifizierung der Produkte mit modernen, synthetischen Inhaltsstoffen kann dieses Verhalten nunmehr verbessert werden. Weiterhin bestehen bei den in Koepe-Anlagen eingesetzten Seilkonservierungsmitteln hohe Anforderungen an den Reibwert zwischen geschmierem Drahtseil und dem Futterwerkstoff der Treibscheiben. Die Prüfung des Reibwertes außerhalb der im Standard DIN 21258 vorgegebenen Bedingungen - d.h. auch bei tiefen Temperaturen - ist Bestandteil derzeitiger Forschung.

Eigenschaften des Seilkonservierungsmittels

Es gibt 2 Arten von Seilkonservierungsmitteln für Koepe-Förderanlagen. Das Primärseilkonservierungsmittel wird während des Herstellprozesses von Litzen und bei der Endverseilung eingesetzt. Die Sekundärprodukte werden bei der Seilkonfektionierung aber hauptsächlich bei Seilnutzern zur Nachschmierung in der Mine verwendet. Die Aufgaben von Seilkonservierungsmitteln im Bergbau sind:

- Starke Haftung am Seil und im Seilverbund,
- Gute Schmiereigenschaften, um so die Reibung der Drähte/Litzen zu vermindern,
- Temperaturstabilität (Hoch/Tief) und
- Korrosionsschutz.

Bei Koepe-Förderanlagen muss das Seilkonservierungsmittel die Anforderungen nach

DIN 21258 erfüllen, die einen Reibwert bei 20°C und 30 °C von $\mu \geq 0,25$ bzw. $\mu \geq 0,22$ vorschreibt.

ELASKON II STAR und das Nachkonservierungsmittel ELASKON III STAR LM erfüllen vollumfänglich diese Anforderungen.

Das Seilnachkonservierungsmittel basiert auf dem Primärprodukt und ist zusätzlich mit einem aromatenfreien Lösemittel sowie Korrosionsschutzinhibitoren angereichert. Das enthaltene Lösemittel erleichtert die Verarbeitung ohne zusätzliches Erhitzen des Produktes. Die Applikation kann entweder mittels Pinsel/Bürste oder mit einem Sprühgerät (z.B. ELASKON Sprüh Lanze) erfolgen. Das enthaltene Lösemittel erlaubt dem Konservierungsmittel eine bessere Penetration in das Seilinnere und verfliegt danach. ELASKON III STAR LM bildet einen griffesten, elastischen und schützenden Film auf der Seiloberfläche. Je nach Beanspruchung der Seiles, Umgebungsbedingungen und klimatischen Faktoren muss die Konservierung im Rahmen von regulären Revisionen erneuert werden.

Prüfverfahren

Alle ELASKON Produkte werden nach aktuellen DIN und ISO Normen untersucht.

DIN 21258 Schmier- und Tränkungsstoffe für Treibscheiben-Förderseile im Bergbau – Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung

Die Reibwertprüfung ist nach dieser Norm bei definierten Bedingungen durchzuführen, wobei die Reibpaarung konserviertes Drahtseil und Treibscheibenfutterwerkstoff bei 2 Temperaturen geprüft wird. Dabei sind sowohl die Menge an Schmierstoff als auch die Seilparameter und Belastungen vorgegeben. Eine Prüfung des Reibwertes im Tieftemperaturbereich ist nicht vorgesehen. Derzeitige Tests an der TU Dresden haben das Ziel Reibwerte in dieser Hinsicht zu prüfen. Dabei spielen neben dem Erreichen von definierten Bedingungen der Seiltemperatur auch unterschiedliche Feuchtegrade bzw. Vereisungen eine Rolle. Erste Ergebnisse zeigen das Reibverhalten

von herkömmlichen und neuentwickelten Koepe-Seilkonservierungsmitteln bei unterkühlten Seilen im Kontakt mit dem wärmeren Futterwerkstoff. Das dafür geltende Anwendungsbeispiel wäre eine stehende Förderanlage, die bei tiefen Temperaturen anfährt, d.h. ein kaltes Förderseil läuft vom Förderturm in das wärmere Maschinenhaus auf die Treibscheibe.

DIN 52012, DIN EN 12593

Der Brechpunkt gibt einen Anhalt über das rheologische Verhalten von Bitumen oder Schmierstoffen bei niedrigen Temperaturen. Er ist diejenige Temperatur, bei der ein Schmierstofffilm vorgeschriebener Dicke, aufgebracht auf ein Prüfblech, bei vorgeschriebener Abkühlgeschwindigkeit und Biegebeanspruchung bricht.

Eine weitere Testmethode zum Tieftemperaturverhalten von Konservierungsmitteln, jedoch nicht für die DIN 21258 relevant:

DIN EN ISO 1519:2009-09 / ASTM D522

Dornbiegeversuch

Die beschichtete Probenplatte wird im Prüfgerät eingespannt und um einen zylindrischen Dorn gebogen. Die gebogene Platte wird auf Risse in der Beschichtung untersucht, wenn die vereinbarte oder festgelegte Dorngröße („Ja/Nein Prüfung“) verwendet wurde, oder es wird der Durchmesser des ersten (kleinsten) Dorns bestimmt, bei dem die Beschichtung Risse zeigt und/oder sich vom Substrat ablöst.

Zusammenfassung

Aktuelle Diskussionen bei Drahtseil- und Konservierungsmittelherstellern zu dem Verhalten der Konservierungsmittel in Umgebungen mit extrem tiefen Temperaturverhältnissen, haben zu den derzeitigen Bestrebungen geführt, definierte Prüfungen durchzuführen und modifizierte Produkte zu entwickeln. Die dargestellten Ergebnisse der einzelnen Prüfverfahren geben einen ersten Einblick in die weiter fortlaufende Forschungs- und Entwicklungsarbeit.

Wire rope lubricants for Koepe-Hoists at low temperatures - elasticity and friction

Dr. Jens Pusch, Michael Kronschnabl, Elaskon Sachsen GmbH, Dresden; Martin Anders, TU Dresden, Dresden

Introduction

Koepe-Hoists have to work at low temperatures in different regions. Conventional wire rope lubricants often have a lack of flexibility, become hard and chip off under these conditions. As a result the wire ropes are subject of an increased contamination and wearout. Using modern synthetic ingredients the performance of wire rope lubricants can now be improved. Furthermore the special requirement on the lubricants is the specified friction coefficient between the lubricated rope and the lining of the traction sheaves. The testing of the friction at low temperatures, not described in DIN 21258, is part of present research activities.

Properties of wire rope lubricants

For Koepe-Hoists there are 2 kinds of wire rope lubricants. The primary lubricant is applied during stranding of the rope and strands by the manufacturer. Secondary lubricants are used during the assembling of the ropes and mainly for relubrication applied by the operating companies in the mines. The requirements on wire rope lubricants for mining are:

- high adhesive strength at the rope and inside the rope bond,
- good lubrication properties in order to minimize the friction between wires and strands,
- good temperature stability (high and low) and
- corrosion protection.

In Koepe-Hoists the lubricants must fulfill the requirements of DIN 21258 concerning the friction coefficient between lubricated rope and lining of the traction sheave. The coefficient is prescribed at 20°C and 30 °C with $\mu \geq 0,25$ and $\mu \geq 0,22$.

ELASKON II STAR and the secondary lubricants ELASKON III STAR LM fulfill these requirements to the full extent.

The secondary lubricant is based on the primary product and is enriched with an aromatic-free solvent and a corrosion inhibitor. The solvent provides an easy handling without additional heating of the product. The application can be done with a brush or a sprayer (e.g. ELASKON Spray Lance). The included solvent allows a better penetration into the wire rope and evaporates afterwards. ELASKON III STAR LM forms a nonslip, elastic and protecting film on the ropes surface. The lubrication must be renewed during regular revisions, depending on rope stress, surrounding and climatic conditions.

Methods of testing

All ELASKON products are tested according to actual valid DIN and ISO standards.

DIN 21258 Lubricants and impregnating compounds for friction hoist ropes in mining – Safety requirements and testing

The friction test is to be performed according to the given conditions in this standard. The friction pairing, lubricated rope and lining is to be tested at 2 temperatures. During the test the amount of lubricant as well as the rope parameters and the applied forces are defined. A testing at low temperatures is not intended. Present tests at the TU Dresden are concerned with the determination of friction coefficients under such conditions. Thereby the achievement of defined temperature conditions on the rope as well as different humidity grades or freezing is relevant. First results show the friction behavior of conventional and new lubricants at a low temperature rope in contact with a warmer lining material. An appropriate application example would be a hoisting plant at the beginning of operation, when the freezed rope runs from the head-frame into the warmer machine house on the traction sheave.

DIN 52012, DIN EN 12593

The breaking point provides the rheological

behavior of bitumen or lubricants at low temperatures. It is the temperature when a defined film of lubricant on a test plate breaks during defined cooling rate and bending stress.

An additional test method concerning the low temperature behavior but not relevant within DIN 21258 is:

DIN EN ISO 1519:2009-09 / ASTM D522

Bend test (cylindrical mandrel)

The coated test plate is applied in a test rig and bent around a cylindrical mandrel. The plate is to be checked concerning cracks in the coating. If the mandrel diameter is defined preliminary the test is positive (without cracks) or negative. If no diameter is defined, the smallest diameter will be noted at which cracks occur for the first time and/or the coating becomes detached from the substrate.

Summary

Actual discussions with wire rope and lubricant manufacturers concerning the behavior of the lubricants at extreme low temperatures have led to efforts to test and develop new modified products. The presented results and test methods give an insight to the ongoing research.

Neuentwicklung einer Klemm- und Hubvorrichtung (CLD)

Dipl.-Ing. Christian Heep, Dipl.-Ing. Reinhard Rosga, OLKO-Maschinentechnik GmbH, Siegen, Deutschland

Kurzbeschreibung

Die OLKO Klemm- und Hubvorrichtung ist für Revisions-, Instandhaltungsarbeiten und Erstinbetriebnahmen an Einseil- und Mehrseilförderanlagen entwickelt worden. Herzstück sind die hierfür speziell entwickelten und patentierten Klemmkeile mit wechselseitig angeordneten Klemmflächen. Mit der Klemm- und Hubvorrichtung können Trumlasten, unabhängig von der Lastrichtung, taktweise angehoben und abgesenkt werden. Dies ist auch über den gesamten Förderweg hinweg möglich.

Die Haupteinsatzgebiete einer Klemm- und Hubvorrichtung sind:

- das sichere Klemmen und Heben bzw. Absenken der Trumlast,
- das sichere Halten der maximalen Trumlast über einen längeren Zeitraum,
- das sichere Heben oder Senken eines Fördermittels über den gesamten Förderweg,
- das Erzeugen von Schlaffseil für die Anwendungen:
 - Seilkürzen
 - Wechseln / Revision von Fördermitteln und Seilgeschirren
- das Seilaufliegen und Seilwechseln.

Basierend auf den vorgenannten Haupteinsatzgebieten, bietet die von OLKO entwickelte Klemm- und Hubvorrichtung wesentliche Vorteile gegenüber vergleichbaren Vorrichtungen:

- Verfahren der Last durch Elektromotoren und Kugelrollspindeln anstatt eines komplexen hydraulischen Hauptantriebes. Durch dieses einfache, robuste und kompakte Antriebssystem bietet sich die Möglichkeit, die Klemm- und Hubvorrichtung bei Nichtbenutzung schnell und sicher vom Fördergerüst herabzulassen und innerhalb der Schachthalle

geschützt zu verlagern.

- Reduzierung der Gesamtbauhöhe durch die patentierte, wechselseitig keilförmige Ausführung der Klemmelemente („Parallel-Keilsystem“). Die kompakten Abmessungen erlauben auch den Einsatz in beengten Verhältnissen, z.B. in bereits vorhandenen Fördergerüsten.
- Einfache Montage oder Demontage der kompletten Klemm- und Hubvorrichtung für den Anwendungsfall.
- Verbesserte Service- und Wartungsabläufe.

Die Hauptkomponenten der Klemm- und Hubvorrichtung zeigt Abb. 1 (links).

Das sichere Verklemmen der Seile wird mit Hilfe der von OLKO entwickelten Klemmkaliber erreicht. Diese arbeiten nach dem mechanischen Prinzip der Selbsthemmung. Kleine Hydraulikzylinder werden dabei verwendet, um die Klemmkaliber an die Seile anzulegen.

Der Hauptantrieb zum Verfahren der Last besteht aus vier Elektromotoren, welche jeweils eine von insgesamt vier Hubspindeln antreiben. Technisch bieten diese Motoren wesentliche Vorteile hinsichtlich ihrer Bauhöhe sowie der präzisen Positionierbarkeit des beweglichen Klemmbalkens.

Durch die vorteilhafte konstruktive Ausführung der Hubspindelverlagerung im Maschinenrahmen, werden alle Spindeln – unabhängig von der Lastrichtung – ausschließlich auf Zug beansprucht. Dies ermöglicht eine anlagenspezifische Auslegung und somit Optimierung der Klemm- und Hubvorrichtung in Bezug auf Hubhöhe sowie Hubgeschwindigkeit.

Die in Abb. 1 (rechts) gezeigten Verlagerungsschienen dienen zur Krafteinleitung in die Arbeitsbühne und zum Verfahren in den entsprechenden Arbeitsbereich.

Durch Drehen der Klemm- und Hubvorrichtung ist es ebenso möglich, an beiden Trumen zu arbeiten.

Neben den mechanischen Hauptkomponenten der Klemm- und Hubvorrichtung, können auch die elektrischen Komponenten (z.B. die zugehörigen Schaltschränke) sowohl im Fördergerüst als auch im geschützten Bereich auf Rasenhängebank aufgestellt werden. Für letzteren Fall müssen lediglich Stromversorgung sowie Datenkabel von den Schaltschränken bis zur Arbeitsbühne verlegt werden.

Insgesamt ermöglichen die anlagenspezifischen Abmessungen sowie das beschriebene Antriebskonzept, die OLKO Klemm- und

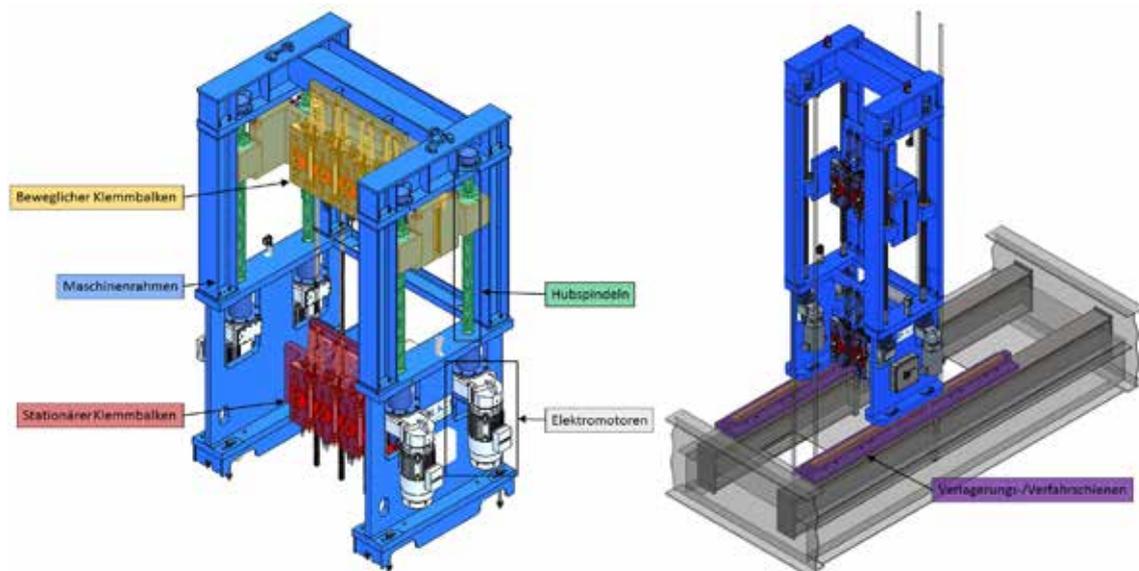


Abb. 1: Hauptkomponenten OLKO Klemm- und Hubvorrichtung (links) / Verlagerungsschienen (rechts)

Hubvorrichtung bei Nichtbenutzung ohne großen Zeitaufwand von der Arbeitsbühne zu demontieren und an einem wettergeschützten Ort zu verlagern.

New Design of a Clamping and Lifting Device (CLD)

Dipl.-Ing. Christian Heep, Dipl.-Ing. Reinhard Rosga, OLKO-Maschinentechnik GmbH, Siegen (Deutschland)

Abstract

The OLKO clamping and lifting device has been developed for the purpose of revision, maintenance work as well as for initial roping-up of single- and multi-rope Koepe winders.

The technological center-piece are the specially developed and patented clamping calibers with their mutual wedge-shaped clamping surfaces. With the OLKO CLD it is possible to lift up respectively lower rope loads "from above" respectively "from below" independent of the load direction. This is even possible for the entire hoisting distance.

The main fields of application of a clamping and lifting device are the following:

- Safe clamping and lifting respectively lowering of maximum static load
- Safe clamping and holding of maximum static load for a longer period of time
- Safe lifting or lowering of one conveyance to any desired position over the entire hoisting distance
- Creating slack rope for the applications:
 - Rope cutting
 - Change/revision of conveyances and rope attachments
- Initial roping-up and complete exchange of ropes

Based upon these main fields of application the OLKO CLD offers significant advantages over comparable clamping and lifting devices:

- Using vertical ball screws and corresponding electrical motors for the vertical movement of the rope loads instead of a complex hydraulic station. This simple, robust and compact drive system offers the possibility to quickly and safely lower the whole CLD from its working platform in the head frame onto pitbank and subsequently position it sheltered

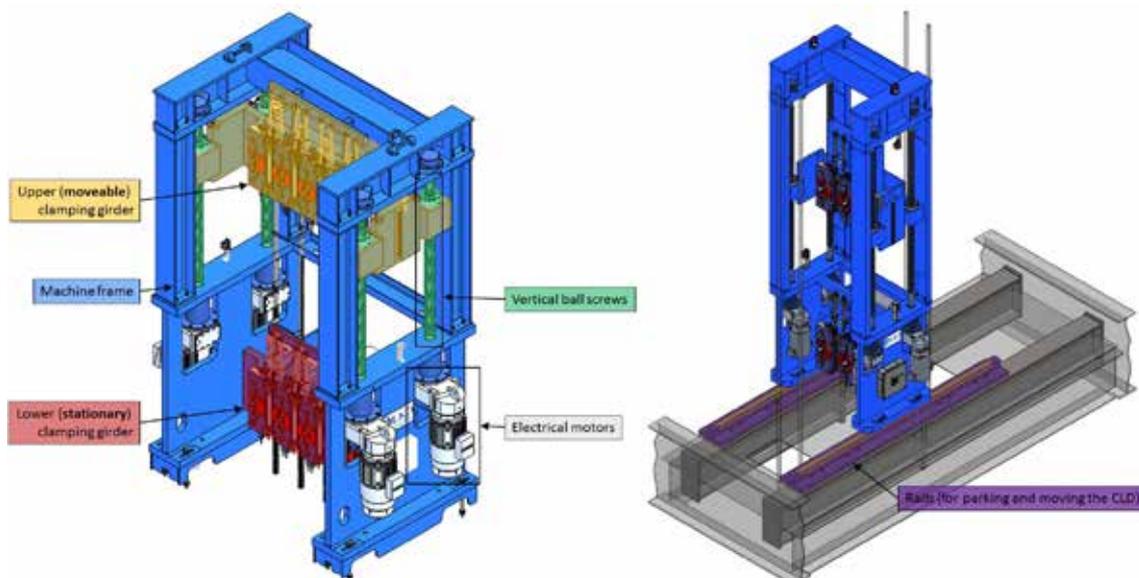


Fig. 1: Main components OLKO clamping and lifting device (left) / Rails (right)

within the machine house

- Reducing the overall height by using mutual wedge-shaped calipers (“parallel wedge system”). The compact dimensions permit use for restricted installation conditions, for example, in existing head frames
- Easy mounting respectively dismounting of the whole CLD in case of application
- Easy service and maintenance procedures

The main components of the OLKO CLD are shown in Fig. 1 (left side).

Using the clamping calipers developed by OLKO ensures a safe handling and clamping of the ropes. They work according to the mechanic principle of “self-locking”.

Small hydraulic cylinders are used to initially apply the mutual wedged-shaped clamping calipers towards the ropes.

The vertical movement of the ropes is done by using four vertical ball screws and corresponding electrical motors. This technology provides major advantages especially with regard to a low respectively adjustable overall height and to the precise positioning of the upper clamping girder.

Due to the advantageous suspension of the vertical ball screws within the machine frame, these are only subjected to tensile loading. Irrespectively, if the device is lifting or lowering the rope loads. This allows a plant-specific design of the CLD with regard to operating speed and the clamping cylinder stroke.

The rails, as shown in Fig. 1 (right), are used to transmit the forces of the CLD into the working platform. They are also used to move the CLD from its parking position towards the working position. By rotating the CLD it is also possible to work on both compartments.

Besides the mechanical main components, it is possible to install the electrical components (e.g. control cabinets) on the working platform within the head frame as well as within the sheltered machine house on pit-bank.

In the latter case, only power supply and data cables have to be laid from the control cabinets up to the working platform in the head frame.

Altogether, due to the plant-specific dimensions as well as the previously described drive concept it is possible to easily dismount the OLKO CLD on its working platform and to place it within the sheltered machine house without large expenditure of time.

Engineering, Design und Lieferung von Hochleistungsfördermaschinen für ein neues Bergwerk in Kanada – Mosaic K3

Michael Krenzer, SIEMAG TECBERG GmbH, Haiger, Deutschland, Projektleitung Mosaic K3

Kurzbeschreibung:

Als der Kalilieferant Mosaic beschloss, eines der größten Kaliprojekte in Saskatchewan, Kanada umzusetzen, stand dies unter dem Motto: „**go big or go home**“. Der über 100m hohe Förderturm ist auf der Distanz von ca. 1300km eines der höchsten, wenn nicht das höchste, Gebäude zwischen Calgary (Alberta, Kanada) und Winnipeg (Manitoba, Kanada).

Die Expansion sieht eine jährliche Förderleistung von 9,0 Mio Tonnen vor.

Für das Erzielen dieser Förderkapazität setzt der Kalilieferant auf die Erfahrung und Fördertechnik der SIEMAG TECBERG GmbH.

Zum SIEMAG TECBERG Lieferumfang gehören:

- Ø 6,0m 6-Seil Koepe-Fördermaschine für den Produktionsbetrieb
- Ø 6,0m 6-Seil außenverlagerte Ablenkscheiben
- Ø 4,0m 1-Trommel Blair-Fördermaschine für den Servicebetrieb
- Ø 4,0m Seillastausgleichsscheiben

Bei der 6-Seil Koepe Fördermaschine handelt es sich wohl um die weltweit größte Koepe-Fördermaschine im Kalibergbau, welche eine Nutzlast von 54,5t bei einer Fördergeschwindigkeit von 18,3 m/s und einer Teufe von 1100m ans Tageslicht fördert. Die Fördermaschine ist mit zwei 5,5 MW Antrieben ausgestattet. Zur Einhaltung höchster Sicherheitsanforderungen kommt eine verzögerungsgeregelte mehrkanalige Bremse mit zusätzlicher Restdruckfunktion nach SIL Kriterien zum Einsatz.

Für den Service- und Seilfahrtbetrieb kommt eine 1-Trommel Blair-Fördermaschine mit na-

hezu vertikalem Seilablauf und Nutzlast von 14,4t bzw. 24,5t im Schwerlastbetrieb zum Einsatz. Die Blair Fördermaschine wird mit einem zur Koepe-Fördermaschine baugleichen Antrieb bei einer reduzierten Nennleistung von 2,0 MW betrieben. Der nahezu vertikale Seilablauf wird über hydraulisch verlagerte Seillastausgleichsscheiben in den Förderturm umgelenkt. Die Seillastausgleichsscheiben wurden nach speziellen Kundenwünschen ausgelegt, konstruiert und getestet.

Die Schachtfördertechnik wurde 2013 geliefert, eingelagert und in 2016 montiert. Kalt- und Warminbetriebnahme sind für 2017 geplant.

Autor:

Michael Krenzer, geb. 1981, ist seit 2008 im internationalen Projektmanagement des Geschäftsbereichs Fördertechnik der SIEMAG TECBERG GmbH tätig. Er ist der zuständige technische Projektleiter für die Abwicklung des SIEMAG TECBERG Lieferumfangs der Mosaic K3 Schachtfördertechnik.

Engineering, design and supply of high-performance hoists for a new mine in Canada – Mosaic K3

Michael Krenzer, SIEMAG TECBERG GmbH, Haiger (Germany), Project Manager Mosaic K3

Abstract:

When the potash supplier Mosaic decided to realize one of the largest potash projects in Canadian province Saskatchewan, it was covered by the motto: “**go big or go home**“. The more than 100m high head frame is one of the largest buildings between Calgary and Winnipeg (Canada), if not the largest building.

The expansion targets a yearly output of 9 million tonnes.

To achieve this hoisting capacity the potash



Abb. 1: Layout Förderturm Mosaic K3

Fig. 1: Layout headframe Mosaic K3

supplier relies on the experience and hoisting technology of the SIEMAG TECBERG GmbH.

Scope of SIEMAG TECBERG:

- Ø 6,0m 6-rope Koepe Production Hoist
- Ø 6,0m 6-rope Deflection Sheaves (external bearings)
- Ø 4,0m Single drum Blair Service Hoist
- Ø 4,0m Rope Load Compensating Sheaves

According to our knowledge the 6-rope Koepe hoist is the worldwide largest Koepe hoist supplied for potash mining, hoisting 54,5t at a hoisting speed of 18,3m/s from a hoisting depth of 1100m to surface. The hoist is equipped with two 5,5 MW drives (twin-drive). To achieve highest safety requirements a multi-channel deceleration controlled brake system with additional residual pressure function according to the SIL criteria comes into operation

For service hoisting and man riding a single drum Blair hoist with an almost vertical rope line, a normal payload of 14,4t and heavy load of 24,5t was selected. The Blair hoist is equipped with an identical drive as for the Koepe hoist but operated at a reduced nominal power of 2,0MW. The almost vertical rope line is deflected over the hydraulic rope load compensating sheaves into the hoisting shaft. The rope load compensating sheave layout, design and testing was according to special customer requirements.

The hoisting technology was supplied in 2013, long term stored and installed in 2016. Cold and hot commissioning is scheduled for 2017.

Author:

Michael Krenzer, born 1981, employed since 2008 for international project management hoisting technologies at SIEMAG TECBERG GmbH. He is the responsible technical project manager for the SIEMAG TECBERG scope of supply for the Mosaic K3 hoisting technology.

Innovative Transporttechnologien für die Steilförderung im Berg- und Tagebau

Kosten senken mit innovativen Steilförderkonzepten

Dipl.Ing. Thomas Neumann, ContiTech Transportbandsysteme GmbH, Northeim

Einleitung

Die Transportkosten haben einen hohen Anteil an den Gesamtkosten eines Bergbauunternehmens. Die Anwendung von innovativen Transportbandsystemen hilft dabei, die Kosten pro Tonne erheblich zu reduzieren und damit an Wettbewerbsfähigkeit zu gewinnen. Der Autor stellt drei innovative Transporttechnologien vor, die auf die Anwendung im Bergbau sowie im Tagebau zugeschnitten sind.

Bisheriger Status

Die Transportkosten erreichen einen Anteil von bis zu 60% an den Gesamtbetriebskosten eines Bergbauunternehmens. Damit stellt dieser Kostenblock einen interessanten Ansatz dar, wenn es um Maßnahmen zur Senkung der Förderkosten geht.

Kontinuierliche Fördertechnologien haben in vielen Bergbauunternehmen der Welt ihre Leistungsfähigkeit und kostensparenden Möglichkeiten gezeigt. Die Bergleute konnten sich also überzeugen, dass diese Technologie des Bewegens großer Massen unter den Bedingungen des Bergbaues sehr zuverlässig funktioniert.

Grenzen des Einsatzes gab es bisher beim Einsatz in der Steilförderung. Physikalische Gesetze und fehlende Technologien erschweren den Einsatz dieser kostengünstigsten Transportlösung in einigen Segmenten des Marktes.

Der Autor stellt drei innovative Konzepte der ContiTech Transportbandsysteme GmbH vor, die diese Lücken schließen können.

Steilförderung im Tagebau mit dem MegaPipe® - Konzept

Die MegaPipe® - Technologie erweitert den Einsatzbereich der lange bekannten Schlauchgurttechnologie. Erreicht wird das mit der Vergrößerung des maximalen Durchmessers des Schlauches auf bis zu 900 mm. Damit können Korngrößen von 350 mm Durchmesser problemlos transportiert werden. Genau diesen Wert erreicht die maximale Korngröße von aktuellen Brechern nach dem ersten Brechvorgang.

Das Konzept des Schlauchgurtes ergänzt einen weiteren wichtigen Effekt und zwar das Zusammenpressen des Fördergurtes beim Formen des Schlauches. Damit werden die Reibkräfte erhöht und es können dann Steilförderwinkel von bis zu 45° problemlos erreicht werden!

Diese beiden Eigenschaften des MegaPipe – Konzeptes ermöglichen den Transport von bis 10.000 m³ Fördergut pro Stunde. Und das parallel entlang der vorhandenen Böschung eines Tagebaus. DEM-Simulationen und praktische Versuche haben die Vorhersagen und Berechnungen dieser Technologie voll bestätigt.

Steilförderung im Tagebau mit dem HD – Chevron - Konzeptes

Bisherige glatte Gurtbandförderer können in Abhängigkeit vom Fördergut und dessen physikalischen Eigenschaften mit einem Förderwinkel von bis zu 15° eingesetzt werden. Im Industrieinsatz werden sogenannte „Chevron – Ribs“ eingesetzt, die einen höheren Winkel möglich machen. Im Bergbau kamen solche Gurte kaum zum Einsatz.

Mit dem HD – Chevron – Konzept machen wir Fördergurte mit aufschlagfesten und verschleißarmen „Chevron-Ribs“ auch im Bergbau möglich. Mit solchen Gurten lassen sich also auf konventionellen Gurtbandförderern Förderwinkel von bis zu 30° erreichen!

„HD – Chevron – Ribs“ müssen erheblichen Belastungen standhalten. Unsere Versuche haben gezeigt, dass mechanische Schlagbe-

lastungen und auch der Verschleiß eine hohe Lebensdauer erwarten lassen.

Senkrechter kontinuierlicher Transport mit dem POCKETLIFT®

Vieltausendfach sind Vertikalförderer in der Industrie und Erzverarbeitung im Einsatz. ContiTech hat in den letzten Jahren die Forschung in Richtung Erhöhung der Festigkeit von Fördergurten vorangetrieben. Ein Ergebnis sind Fördergurte mit bis zu 10.000 N/mm Festigkeit!

Die Erhöhung der Festigkeit erweitert auch die Möglichkeiten unserer bewährten Senkrechtförderkonzepte.

Ein Beispiel ist die Pocketlift® - Technologie. Mit dieser Technologie lassen sich Förderströme von bis 4.000 m³/h senkrecht und auch unter steilen Winkeln transportieren. Die Technologie ist dabei sehr energieeffizient und zuverlässig.

Mit hochfesten Gurten als Grundlage sind Pocketlift® - Anlagen mit Förderhöhen von 1.000 m und einer Produktivität von 1.500 t/h keine Utopie mehr! Damit sind sie hervorragend für den Einsatz in senkrechten Förderschächten geeignet. Legendär ist der geringe Platzbedarf. Ein Pocketlift benötigt bei senkrechter Förderung einen Installationsraum von nur ca. 2,5 m Durchmesser!

Zusammenfassung

Die gezeigten Technologien sind bewährte Systemlösungen, sind aber in entscheidenden Parametern verbessert worden. Damit ergeben sich völlig neue Möglichkeiten der Verwendung im Bergbau und Tagebau. Alle drei Lösungen bieten erhebliche Kosteneinsparungspotenziale.

Innovative transport technologies for steep incline conveying in open pit and underground mining

Cost effective and innovative steep incline conveying solutions

Dipl.Ing. Thomas Neumann, ContiTech Transportbandsysteme GmbH, Northeim

Introduction

The share of transportation costs in mining operations is significant and can reach up to 60%. Continuously working conveying solutions can help to decrease the cost per ton and herewith to drive the cost leadership. The author informing about three innovations in conveying technologies, related to implementation in the open pit and underground mining sector.

Status today

The share of transportation costs can reach up to 60% of the total costs of mine operation. This fact leads to challenge to cut the cost even in this direction. Today you can find conveying technologies in practically all relevant mining sectors worldwide and they are showing the cost reduction potential clearly. Every miner surely knows, that these technologies are able to handle even the hardest conditions in mining operation.

Until a few years ago the field of application of this technology was limited. Physical principles and technical parameters set certain limitations for this cost-effective solution.

The author is presenting three innovative concepts, developed by engineers of ContiTech Transportbandsysteme GmbH during the last few years, which have the potential to enhance the field of application dramatically.

Steep incline in open pit mine operation with MegaPipe® - concept

The MegaPipe® – concept enhance the field of application of the standard pipe belt technology. With a maximal diameter of 900 mm this pipe can handle bulk streams with lump size up to 350 mm diameter. Exactly this size

we are getting after primary crusher!

Additional to that, the pipe technology is adding a second effect. During forming the pipe process while transporting the bulk, goods inside of the pipe get pressed. These forces gain an additional friction and by using this effect, the MegaPipe can transport bulk goods with a steep angle of up to 45°! This technology can manage a bulk stream of up to 10.000 m³ per hour and this on the most direct way out of the pit, parallel to the slope angle of the open pit!

DEM simulations and close to reality tests confirmed our expectations and calculations.

Steep incline in open pit mine with HD – chevron ribs - concept

Usual through belts can transport horizontally and up to an angle of inclination of 15° depending on the transported goods and physically parameters. In many industry application you can find chevron – ribs enhancing this angle. Those ribs are not in use in the mining sector until today.

With the high duty-chevron-concept these ribs can be used in the mining sector as well. Through belts with highly wear resistant HD-Chevron ribs can reach up to 30° angle in operation.

Vertical conveying with POCKETLIFT®

Thousands of vertical conveyors are uses in various industries today, including in the metal ore treatment. Within the last few years ContiTech invested a lot in order to improve the maximal strength of conveyor belts. The result is a technology with maximal belt strength up to 10.000 N/mm! This breakthrough parameter allows us to adapt this technology to our vertical conveyor as well.

As example we are taking the POCKETLIFT® – technology. With this technology can be elevated vertically up to 4000 m³ per hour on very energy efficient and reliable way.

Based on high strength belts such POCKETLIFT® solutions can be transport 1500 t per hour with lifting height up to 1000 m! It

Förderung & Transport Extraction & Transport

means, the POCKETLIFT® can be used in underground mining operations in the hoist way to lift up the ore stream. Very interesting is the very small demand of space for installation of such a vertical conveyor. They will take not more than 2.5 m diameter.

Conclusion

These three technologies are reliable system solutions for the mining sector. The field of application was much more enhanced within last few years. Based on showed innovations these technologies can be used in open pit and underground mining and promise significant cut of transportation costs.

Bergbau 4.0
Mining 4.0



Intelligente Antriebssysteme für die Bergbauindustrie

Christian Dirscherl, Siemens AG

Ein schriftlicher Beitrag der Begrüßungsrede lag zum Redaktionsschluss nicht vor.

Intelligent Drive Systems for mining applications

Christian Dirscherl, Siemens AG

The written input was not available at the time of publication.

Bergbau 4.0 aus australischer Sicht

Dr. Bernd Länger, German-Australian Chamber of Industry and Commerce (AHK), Sydney, Australia

Zusammenfassung

Australien spielt weltweit eine führende Rolle im Bereich Rohstoffe und Bergbautechnologie. In den letzten Jahrzehnten wurden von australischen Unternehmen – Betreiber, Zulieferer und Forschungsinstitutionen – wegweisende Technologien im heimischen Bergbau entwickelt, implementiert und auf den globalen Markt übertragen. Diese Vorreiterschaft erstreckt sich auch auf aktuelle Themen wie "Smart Mining", die australische Version von Bergbau 4.0. Nicht zuletzt liegen die Hauptgründe hierfür in der Tatsache, dass die australischen Bergbaugiganten BHP Billiton und Rio Tinto ihre Innovationen bevorzugt in ihren eigenen Betrieben im Land entwickeln, um sie dann in ihr weltweites Netzwerk zu transferieren. Ein weiterer, nicht zu unterschätzender Grund findet sich in der australischen Kultur, die geprägt ist von Innovationsfreudigkeit, -offenheit und Flexibilität.

Rio Tinto mit ihrem zwischenzeitlich fast 10 Jahre alten Zukunftsprogramm „Mine of the Future“ und BHP Billiton mit deren Äquivalent „Next Generation Mining“ bilden die Katalysatoren einer in den letzten Jahren stark beschleunigten Transformation des Bergbaus in ein Zeitalter der digitalen Mine. Angetrieben von fallender Produktivität bei gleichzeitig steigenden Kosten, marktbedingten Unsicherheiten als Folge der Globalisierung, sowie steigende Anforderungen an Arbeitsplatz und Arbeitssicherheit, entstehen neue Paradigmen, Modelle und Systeme. Das Fundament hierzu bilden neue Technologien aus den Bereichen Computing, Automatisierung, Datenkommunikation und -analytik, Sensorik und Künstliche Intelligenz.

Herausragende Fallbeispiele von Bergbau 4.0 in Australien beinhalten:

- Remote Operations Centres

- Autonome Fahrzeuge
- Intelligente Maschinenüberwachung
- Präventive Wartung
- 3D Druck von Ersatzteilen

Obwohl diese Beispiele Meilensteine im Vergleich zum Stand der Technik vor 20 Jahren darstellen, steht Bergbau 4.0 erst in seinen Anfängen, in Australien und weltweit. Digitalisierung und Industrie 4.0 sind in anderen produzierenden Industriebereichen, wie z.B. der Flugzeug-, Automobil- oder Medizintechnologie deutlich weiter fortgeschritten als im Bergbau. So auch in der Öl- und Gasindustrie. Erfahrungen und Technologielösungen aus diesen Bereichen können nach erfolgter industriespezifischer Anpassung auch in den Bergbau transferiert werden, ohne das Rad grundsätzlich neu erfinden zu müssen. Die erfolgreiche Weiterentwicklung von Bergbau 4.0 bedarf letztendlich der Einbindung aller Beteiligten und Interessengruppen: Zulieferer, Bergbauunternehmen, Technologieunternehmen, F&E Institutionen und Universitäten.

Der Schlüssel zum Erfolg liegt in Innovations-Partnerschaften, die Stärken und Synergien der z.T. unterschiedlichen Partner ausnutzen und zum kollektiven Erfolg aller Parteien führen, sowohl fach- als auch landesübergreifend. Australien bietet hierfür ein ideales Entwicklungsumfeld für deutsche Bergbauzulieferer und für die Zukunft von Bergbau 4.0.

Smart Mining – An Australian Perspective

Dr. Bernd Länger, German-Australian Chamber of Industry and Commerce (AHK), Sydney, Australia

Abstract

Australia is one of the world's most important players in resources and mining technology. Australian enterprises and institutions –

mining companies, METS companies (METS = Mining Equipment, Technologies and Services) as well as R&D institutions – have developed and implemented leading-edge technologies in Australian mines and have transferred them into global markets. Over the past few years, they have also successfully positioned themselves as leaders in Smart Mining, the Australian version of Mining 4.0. Major drivers are mining heavyweights BHP Billiton and Rio Tinto, both Australian companies with their preference to develop innovative solutions in Australia first before transferring them to their global network of operations. Another important driver that should not be underestimated lies in the Australian culture itself with its flexibility and openness to new developments and innovation as early adaptors.

Rio Tinto with their almost 10-year-old project "Mine of the Future" and BHP Billiton with their equivalent "Next Generation Mining" are clearly the catalysts of a transformation of mining into digital age, a transformation that has gained momentum over the last few years. New paradigms, new business models and processes and new systems are evolving that are driven by decreasing productivity, cost increases, uncertainties in commodity markets as well as an increasing focus on health, safety and environment. New developments in computing, automation, data communication and analytics, sensor technology and artificial intelligence are providing the tools.

Relevant examples for Smart Mining applications in Australia include:

- Remote operation centres;
- Autonomous trucks;
- Intelligent/remote control of machines and devices;
- Preventative maintenance;
- 3D printing of spare parts.

While all these examples represent milestones when compared to state-of-the-art technologies 20 years ago, Smart Mining is

only in its infancy, in Australia and worldwide. Digitalisation and Industry 4.0 are much more advanced in other producing industry sectors than in mining, e.g. in aerospace, automotive or in medical technologies, also in oil & gas. Experiences and existing solutions from these industries can be adapted and transferred into mining applications without reinventing the wheel. At the end, the future development of Smart Mining / Mining 4.0 requires all stakeholders to join forces on a level playing field: METS companies, mining companies, technology providers, R&D institutions and universities.

The key for success are innovation partnerships, which take advantage of and utilise strengths and synergies between individual partners, leading to a win-win for all parties involved. In this context, Australia provides the ideal environment, culture and resources to shape the future of German METS companies and secure their leadership in world-class Smart Mining technology.

Der Stellenwert von Telematiksoftware bei der Minimierung von Total Cost of Ownership im Bergbausektor

Grundlagen und Ansatzpunkte

Christel Füllenbach, Stephan Ketteler, Atlas Copco Berg- und Tunnelbautechnik GmbH, Essen, Deutschland; Helmut Leitner, Atlas Copco GmbH, Berg- und Tunnelbautechnik, Wien, Österreich

Einleitung

Im Folgenden wird der Einfluss von Telematiksoftware und Wartungsprogrammen auf die Total Cost of Ownership (TCO) von Maschinen im Bergbausektor beschrieben. Betrachtet werden hierbei u.a. Bohrmaschinen, die sich unter und über Tage im Einsatz befinden.

Faktoren, die einen Einfluss auf die TCOs besitzen sind u.a. Kraftstoff- und Schmiermittelverbräuche, Reparatur- und Wartungsarbeiten, der Ausbildungsstand der Mitarbeiter sowie Maschinenverfügbarkeiten. Der Einsatz von Telematiksoftware im Bergbau bietet die Möglichkeit, Maschinendaten zu erfassen und auszuwerten. Hierdurch ergeben sich Optimierungspotenziale im Zusammenhang mit den oben genannten Faktoren und die Möglichkeit die TCOs zu senken.

Grundlagen

Unter den Begriff Total Cost of Ownership (TCO) fallen „alle Aufwendungen und Nutzenbeiträge im Laufe des Lebenszyklus einer Betrachtungseinheit“ [1, S. 39 ff.]. Dazu gehören die Anschaffungskosten, die Betriebskosten und weitere Zusatzkosten. Dem Anstieg der Lebenszykluskosten mit voranschreitender Nutzungsdauer, kann mit Hilfe von Telematiksoftware und individuell zugeschnittenen Wartungsprogrammen entgegen gewirkt werden.

Das Ziel der TCO-Bestimmung ist die Minimierung der Kosten über den Lebenszyklus der Maschine hinweg. Im Zusammenhang mit eigens zu diesem Zweck entwickelten Tools können die Lebenszykluskosten betrachtet werden, um herauszufinden, welche Kosten

für den jeweiligen Maschineneinsatz von Bedeutung sind. Diese Kosten werden dann in den Fokus der Telematiksoftware-Analyse und der Aufstellung von Wartungsprogrammen gestellt.

Bezüglich des Vorgehens zur Ermittlung der Lebenszykluskosten werden zunächst die relevanten Kostenkategorien für das Produkt aufgeschlüsselt. Dazu werden die Beschaffungskosten, die Infrastrukturkosten und andere Erzeugungskosten addiert, woraus die Anschaffungskosten hervorgehen. Die Betriebskosten setzen sich aus den Kosten für die Instandhaltung und die Inspektion, für planmäßige und unplanmäßige Reparaturen sowie aus Lagerhaltungskosten, Materialkosten, Energiekosten, Hilfs- und Betriebskosten zusammen. Des Weiteren umfassen die Betriebskosten die Personalkosten, die Werkzeugkosten und die Rüstkosten. Die Betriebskosten fallen jede Periode an. In einem dritten Schritt werden die Weiterverwertungskosten betrachtet. Dies sind die Demontierungskosten, der Restwert und andere Entsorgungskosten.

Des Weiteren müssen die zu bewertenden Komponenten definiert und die Anwendung beim Kunden spezifiziert werden. Daraufhin sind die benötigten Daten für die nachfolgende Evaluation einzuholen und eine Kalkulationsmethode auszuwählen. Der nächste Schritt enthält die Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse und ggf. die Wiederholung der Schritte, Einholung der Daten und Wahl der Kalkulationsmethode. Am Ende des Prozesses steht die Vorbereitung der Ergebnisse im Vordergrund. [2, S. 30 ff.]

Wie Abb. 1 verdeutlicht, fällt der größte Anteil an TCOs im Bereich Betrieb und Instandhaltung an. Weshalb hierauf der Fokus der Untersuchung liegt.

Ansatzpunkte

Durch den Einsatz von Telematiksoftware und Wartungsprogrammen können die TCOs, insbesondere im Bereich Betrieb und Instandhaltung gesenkt sowie die Arbeitssicherheit

erhöht werden. Hierzu ist neben der Nutzung dieser Serviceelemente auch eine Analyse der erhaltenen Daten und Fakten notwendig. Die ausgewählte Telematiksoftware der Firma Atlas Copco „CertiQ“ bietet die Möglichkeit, Maschineninformationen in „Echtzeit“ zu sammeln, zu vergleichen und an kundeninterne Analyseprogramme weiterzugeben.

Durch den Einsatz von Telematiksoftware in Bergbaubetrieben können sowohl ungeplante Maschinenstillstände vermieden, Produktionsengpässe erkannt und der Trainingsbedarf der Maschinenführer ermittelt werden.

In der Kombination mit speziellen Wartungsprogrammen, die auf die Unternehmensbedürfnisse zugeschnitten sind, führt der Einsatz von Telematiksoftware zu einer Verringerung der Wartungs- und Unterhaltskosten.

Quellen

- [1] Schröder, W. (2010): Ganzheitliches Instandhaltungsmanagement. Aufbau, Ausgestaltung und Bewertung. Zugl.: Leoben, Montanuniv., Diss., 2009, 1st edn. Gabler, Wiesbaden
- [2] Bünting, F. (2011): Lebenszykluskosten (englisch). Düsseldorf
- [3] Parida, A. (2013): Maintenance -Lecture EMC. Lehrunterlagen, European Mining Course, Helsinki

Total Cost of Ownership improvement by telematics software in the mining industry

Basics and starting points

Christel Füllenbach, Stephan Ketteler, Atlas Copco Berg- und Tunnelbautechnik GmbH, Essen (Germany); Helmut Leitner, Atlas Copco GmbH Berg- und Tunnelbautechnik, Wien (Austria)

Introduction

This paper presents the influence of telematics software and maintenance programs on the Total Cost of Ownership (TCO) of mining equipment. One focus is on surface and underground drill rigs.

Factors, which are influencing the TCOs, are e.g. fuel and lubricant consumption, repair and maintenance operations, the qualification level of employees as well as machine availability. Due to the use of telematics software there is the opportunity to gather and evaluate machine data. Hereby, the opportunity to reduce the TCOs is given.

Basics

The term "Total Cost of Ownership (TCO)" includes "all expenditures and utilization contribution during the life time of a reference unit" [1, S. 39 ff.]. These include acquisition, operating and other costs. To counter the increase of life cycle cost by progressed operating life, the use of telematics software and customized maintenance programs is recommended.

Aim of the TCO calculation is the minimization of costs during the life cycle of a machine. To calculate these costs and to prioritize them there are specially developed tools. Resulting costs will be focused in the telematics software analysis and assembly of maintenance programs.

As a first step in the calculation of the life cycle costs the relevant cost categories of the product are itemized. For this purpose procurement, infrastructure and other costs, resulting in acquisition costs, are totalized. Operational

costs consist of expenses for maintenance, inspection, scheduled and unscheduled repairs as well as warehousing, material, energy, means and overhead. Furthermore, the operational costs embrace labor, tool and set-up costs and incurred every period. In a third step continued use costs are considered. These are dismantling cost, the recovery value and disposal cost.

Moreover, components, which should be scored, have to be defined and the customer application has to be specified. Subsequently, the analyst seeks necessary data for the succeeding evaluation and chooses the calculation method. In a following step the results are submitted due to a plausibility check. If necessary the previous steps have to be repeated. At the end of the process the preparation of the results take place. [2, S. 30 ff.]

As shown in Fig. 1 the major part of the TCO are situated in the operation and maintenance area. Because of this, these scopes will be focused in the examination.

Starting points

Through the application of telematics software and maintenance programs TCO especially in the range of operation and maintenance can be reduced and at the same time the occupational safety will be increase. Concerning this, the use of service elements and the analysis of obtained data and facts is necessary. The telematics software of Atlas Copco "Certiq" provides the opportunity to collect and compare machine information in real-time as well as data transfer to customer internal analysis programs.

Due to the usage of telematics software in mining enterprises unplanned machine downs can be avoided, production bottlenecks can be recognized and training needs of the operator can be determined.

Combined with individualized maintenance programs, the usage of telematics software results in a reduction of maintenance and operational cost.

Quellen

[1] Schröder, W. (2010): Ganzheitliches Instandhaltungsmanagement. Aufbau, Ausgestaltung und Bewertung. Zugl.: Leoben, Montanuniv., Diss., 2009, 1st edn. Gabler, Wiesbaden

[2] Bünting, F. (2011): Lebenszykluskosten (englisch). Düsseldorf

[3] Parida, A. (2013): Maintenance -Lecture EMC. Teaching material, European Mining Course, Helsinki

Open Platform Communication (OPC UA) - Der Kommunikationsstandard für den Bergbau 4.0

Dr. Thomas Bartnitzki, RWTH Aachen University, Aachen

Zusammenfassung

Die autonomen Produktionsprozesse im Rahmen von Industrie 4.0 verlangen nach einer sicheren und standardisierten Maschine-zu-Maschine (M2M) Kommunikation. Heute werden in der überwiegenden Zahl von Bergwerken Sensoren und Aktoren über einen Feldbus (je nach länderspezifischen Präferenzen z.B. Modbus, Profibus/ProfiNet oder auch EtherNet) eingebunden. Bei der Integration von Feldbussen kommt es aber immer wieder zu Schwierigkeiten. Speziell für den Einsatz in umfangreichen und heterogenen Anlagen - wie es ein Bergwerk darstellt - ist die eindeutige Definition von Engineering-Schnittstellen, die für alle Beteiligten einfach zu nutzen sind und die Einbindung verschiedener Sensoriken in übergeordnete bergwerksweite Planungssysteme möglich machen, ein entscheidendes Kriterium. [10]

Die unter der Norm IEC 62541 veröffentlichte „Open Platform Communications Unified Architecture“ kurz OPC UA stellt einen solchen Kommunikations-Stack für die internetbasierte Kommunikation zwischen Maschinen und Anlagen unterschiedlicher Hersteller zur Verfügung.

OPC UA setzt auf das Internet of Things auf und definiert die „Sprache“, mit der Maschinen untereinander mittels Internet-Technologie Informationen austauschen.

OPC UA besteht aus einem Server-Stack und einem Client-Stack. Der Server stellt dabei die Information einer Maschine/Anlage über definierte Dienste wie „Alarm“, „Data“ oder „History“ zur Verfügung. Der Client greift dabei über das Internet mit einem in OPC UA definiertem Protokoll (`opc.tcp://<IP-Adresse_des_Servers>:<port>`) auf den Server zu (vgl. Abbildung).

Obwohl OPC UA eine Namensähnlichkeit zu

Bergbau 4.0

Mining 4.0

OPC (heute auch OPC „Classic“ genannt) besitzt, handelt es sich bei OPC UA nicht um eine Weiterentwicklung von OPC, sondern um eine technologisch komplett neue Entwicklung, die lediglich einige konzeptionelle Ansätze von OPC übernommen hat. Die Schwäche von OPC war, dass man auf ein proprietäres Protokoll von Microsoft gesetzt hatte, und man daher auf die MS Windows-Welt beschränkt war. Zudem war das Protokoll nicht beliebig routingfähig und damit z.B. ein weltweiter Datenaustausch über das Internet nicht bzw. nur mit hohem Aufwand möglich [4]. Bei der Entwicklung von OPC UA durch die OPC-Foundation wurde daher auf TCP/IP als Kommunikationsschicht und auf vollständige Plattformunabhängigkeit Wert gelegt. Darüber hinaus sind alle Sicherheitstechnologien aus dem Internet-Umfeld nun auch in OPC UA verfügbar.

Der Beitrag zeigt auf, wie der offene Zugriff auf Feldgeräteinformationen mittels OPC UA bereits heute möglich ist. Nach einer Einordnung des Themas in den Kontext Bergbau 4.0 erfolgt eine genauere Betrachtung der IEC Norm. Abschließend wird der Nutzen anhand eines Demonstrators als Maschine zu Maschine Kommunikation im Umfeld von Bergbau 4.0 vorgestellt.

Open Platform Communication (OPC UA) - Machine to machine communication for Mining 4.0

Dr. Thomas Bartnitzki, RWTH Aachen University, Aachen

Abstract

The autonomous production processes within Industry 4.0 require a secure and standardized machine-to-machine (M2M) communication. Today, sensors and actuators are integrated into a vast number of mining facilities via fieldbus (depending on country-specific preferences, such as Modbus, Profibus/ProfiNet or EtherNet). However, there are always difficulties in the integration of field busses. The clear definition of engineering interfaces, which are easy to use for all parties involved and allow integrating different sensor systems into higher-level planning systems, is a decisive criterion, especially for use in complex and heterogeneous systems, such as a mine.

The Open Platform Communications Unified Architecture (OPC UA), published under the standard IEC 62541, provides such a communication stack for internet-based communication between machines and systems from

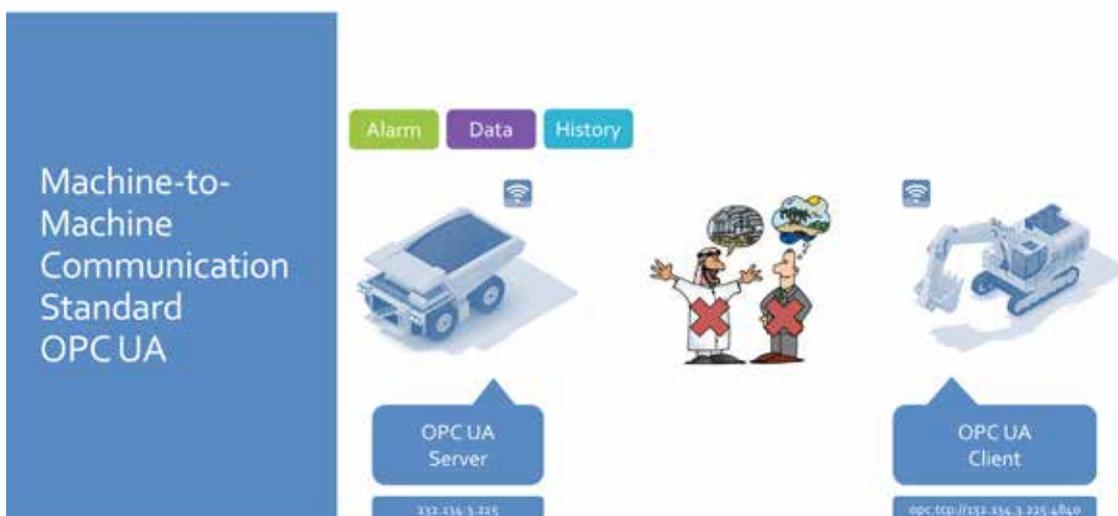


Abb. 1: OPC UA definiert die Maschine zu Maschine Kommunikation und kommuniziert über das Internet der Dinge. Es stellt dabei die definierten Services „alarm“, „data“ und „history“ zur Verfügung.

Fig. 1: Machine-to-machine communication standard OPC UA.

different manufacturers.

OPC UA relies on the Internet of Things and defines the “language“ with which machines exchange information using Internet technology. OPC UA was published under the IEC 62541 standard in 2011 and supplemented by subsequent three sections in 2015.

OPC UA consists of a server stack and a client stack. The server provides the information of a machine/system via the defined services: Alarm, Data and History. The client accesses the server via the Internet with a protocol defined in OPC UA (opc.tcp://<server_name:4840) (see Fig. 1).

Although OPC UA has a similar name to OPC (now also called OPC “Classic“), OPC UA is not a further development of OPC but a completely new technological development, which has only taken over some conceptual approaches from OPC. The weakness of OPC was that you had to rely on a proprietary protocol from Microsoft, and so you were limited to the MS Windows world. In addition, the protocol was not quite routable and thus, which made a worldwide data exchange over the Internet impossible or only with high effort. For this reason, the OPC Foundation regarded the TCP/IP protocol as a fully cross-platform communication layer in the development of OPC UA. In addition, all security technologies from the Internet are now also available in OPC UA.

The presentation shows how an access to field device information using the OPC UA is already possible today. A classification of the OPC UA in the context of mining 4.0 follow with a closer look at the IEC standard. Finally, a short demonstration will show a machine-to-machine communication in the field of mining 4.0.

Real-Time Mining Ein Framework für kontinuierliche Prozessüberwachung und -optimierung

Dr. David Buttgerit, XGraphic Ingenieurgesellschaft mbH Aachen; Prof. Dr. Jörg Benndorf, TU Bergakademie Freiberg

Einleitung

Der Informations- und Prozessfluss entlang der Wertschöpfungskette in der Rohstoffgewinnung, von der Datenerhebung während der Exploration bis hin zur Auslieferung eines veredelten Produktes, erfolgt typischerweise diskontinuierlich und periodisch. Oftmals weichen tatsächliche Produktionsleistungen und Produktqualitäten von vorhergesagten Erwartungen ab. Eine wesentliche Ursache hierfür ist die Unsicherheit im Wissen über die Lagerstätte, speziell über deren inhärente räumliche Verteilung der Materialeigenschaften, aufgrund begrenzter Explorationsaktivitäten. Mit dem Ziel eines periodischen Abgleiches zwischen Vorhersage und Realität werden in vielen Unternehmen, im Rahmen der sogenannten Reconciliations, die der Vorhersage zugrundeliegenden Vorratsmodelle angepasst. Je nach Unternehmen erfolgt dieser Abgleich diskontinuierlich in monatlichen, quartalsweisen oder jährlichen Intervallen.

Real-Time Mining entwickelt einen innovativen gesamtheitlichen Ansatz, der einen Paradigmenwechsel von einer diskontinuierlichen periodischen Prozesssteuerung zu einem kontinuierlichen Prozess- und Qualitätsmanagementsystem in der Gewinnung mineralischer Rohstoffe unterstützt. Zentraler Kern des Real-Time Mining Ansatzes ist eine Echtzeit-Feedbackschleife, welche die während der Gewinnung und Aufbereitung von Erzen erfassten Online-Daten Produktionsdaten, im speziellen Daten bezüglich der Rohstoffqualität, schnell in ein sequentiell aktualisierbares Vorratsmodell integriert. Dies ermöglicht eine schnelle Reaktion auf Veränderungen und eine damit einhergehende Optimierung von Entscheidungen im Zusammenhang mit der kurzfristigen Planung und Produktionssteuerung.

Methode

Im April 2015 startete das durch die Europäische Kommission geförderte H2020 Projekt Real-Time Mining, an dem 13 internationale Partner aus Industrie und Wissenschaft gemeinsam mitwirken (Benndorf u.a., 2015). In der Abbildung 1 ist das Real-Time Mining Konzept dargestellt.

Die Entwicklung eines derartigen gesamtheitlichen Ansatzes für die Rohstoffgewinnung erfordert die Weiterentwicklung und Integrierung mehrerer unterschiedlicher wissenschaftlicher Disziplinen zu einem kohärenten Prozessmonitoring-, Modellierungs- und Optimierungskonzept. Die wichtigsten zu integrierenden Komponenten sind dabei:

- Technologie zur Positionierung und online-Georeferenzierung der Daten (untertägige Positionierung),
- Verfahren zur sensorgestützten berührungslosen Materialcharakterisierung,
- Sensorik zur Erfassung der Geräteleistung,
- Data Fusion Algorithmen zur Integrierung von Sensordaten in Vorhersagemodelle und
- Verfahren zur schnellen Optimierung der Kurzfristplanung und Produktionssteuerung.

Notwendige Schlüsseltechnologien, um Daten dabei effektiv verwalten und relevante Informationen extrahieren zu können, sind das BigData-Management und die Visualisierung (Buttgereit u.a., 2016).

Das Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer innovativen technischen Lösung für ressourcen-effiziente und optimierte selektive Gewinnung in bergbaugeologisch komplexen Lagerstätten. Das angestrebte nahezu autonome System soll einen effektiven und kostengünstigen Zugang zur Erkundung und Gewinnung in kleinen Lagerstätten und schwierigen Bedingungen ermöglichen, welche aktuell noch als marginal bauwürdig eingeschätzt werden.

Im Vortrag wird das H2020 Projekt Real-Time Mining vorgestellt. Dabei werden zunächst

das Konzept und die notwendigen Bausteine skizziert, gefolgt von einer Diskussion über die Technologiereife und den Stand der Wissenschaft und Technik. Um die Technologiereife in einen Status „Proof of Concept“ zu überführen (Technologiereifegrad TRL 7 nach NASA-Skala), werden als Teil des Real-Time Mining Projektes zwei große Demonstrationsaktivitäten in Bergwerksbetrieben durchgeführt, in der Neves Corvo Kupfergrube in Portugal und im Forschungs- und Lehrbergwerk Reiche Zeche in Freiberg. Im Vortrag werden die jüngsten Entwicklungen und aktuelle ausgewählte Ergebnisse präsentiert sowie die zu erwartende Wertschöpfung anhand von Beispielen illustriert.

Förderhinweis

Das Projekt „Real-Time Mining“ wird im Rahmen des Innovationsprogrammes Horizon 2020 der Europäischen Union unter der Fördernummer 641989 gefördert.

Referenzen

Benndorf, J.; Buxton, MWN.; Nienhaus, K.; Rattmann, L.; Korre, A.; Soares, A.; DeJong, A.; Jeannee, N.; Graham, P.; Buttgerit, D.; Gehlen, C.; Eijkelkamp, F.; Mischo, H.; Sandtke, M. & Wilsnack, T. 2015: Echtzeit-Bergbau - Umzug in ein kontinuierliches Prozessmanagement in der Rohstoffgewinnung. In den Proceedings der 3. Internationalen zukünftigen Bergbau-Konferenz. Sydney: AUSIMM.

Buttgereit, D.; Bitzen, S.; Benndorf, J. & Buxton, M., 2016: Real-Time Mining: Grade Monitoring und Control Cockpit. Tagungsband zum AKIDA 2016, pp.: 49-60.

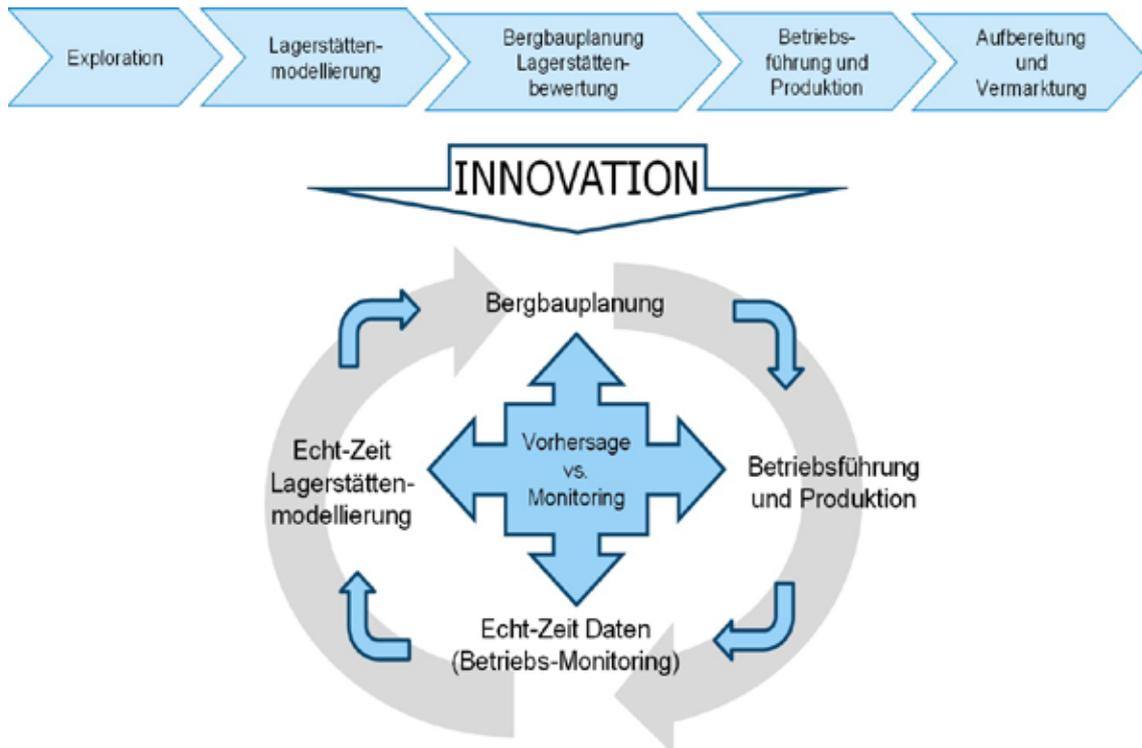


Abb. 1: Real-Time Mining Konzept.

Real-Time Mining A framework for continuous process control and optimization

Dr. David Buttgerreit, XGraphic Ingenieurgesellschaft mbH Aachen; Prof. Dr. Jörg Benndorf, TU Bergakademie Freiberg

Introduction

The flow of information, and consequently the decision-making along the chain of mining from exploration to beneficiation, typically occurs in a discontinuous fashion over long timespans. In addition, due to the uncertain nature of the knowledge about deposits and the inherent spatial distribution of material characteristics, actual production performance often deviates from expectations. Reconciliation exercises to adjust mineral resource and reserve models and planning assumptions are performed with timely lags of weeks, months or even years.

The key concept of Real-Time Mining promotes the change in paradigm from discontinuous intermittent process monitoring to a continuous process and quality management

system in resource extraction. The framework includes a real-time feedback control loop that rapidly links online data acquired during extraction at the mining face, during material handling and processing with a sequentially up-datable resource model. This will allow near real-time optimization of decisions related to long-term planning, short-term sequencing and production control.

Method

In April 2015 the multi-partner and multinational European Commission funded R&D project Real-Time Mining was launched (Benndorf et al, 2015). The key concept of Real-Time Mining research promotes the change in paradigm from discontinuous intermittent process monitoring and control to a continuous closed-loop process management system (Figure 1).

The development of such an integrated framework in the context of mineral resource management is novel and involves significant scientific challenges as it has to integrate

Bergbau 4.0

Mining 4.0

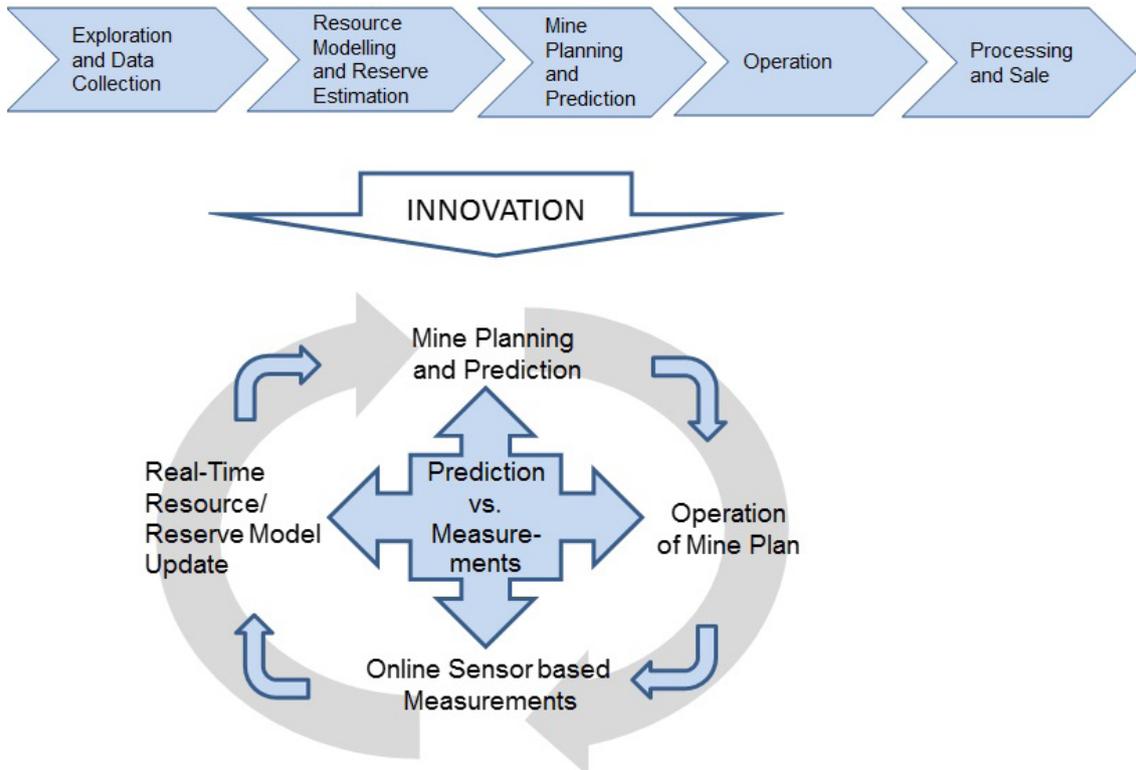


Fig. 1: Moving from discontinuous process to a real-time continuous closed-loop process.

multiple distinct scientific disciplines into one coherent process monitoring and optimisation framework. Main building blocks of Real-Time Mining are

- underground equipment positioning,
- sensor-based material characterization,
- sensor-based machine control monitoring,
- methods of spatial grade prediction using geostatistical approaches and rapid updating and
- optimization of short-term planning.

A key enabler to turn data into mining intelligence is the central part, the BigData management and visualisation (Buttgereit et al, 2016).

The main objective is to develop an innovative technical solution for resource-efficient and optimal high precision/selective mining in geologically complex settings. This will integrate the different components of autonomous positioning of mining equipment, spatially-referenced real-time sensor-based monitoring, extraction planning model updating together with decision and machine

control optimization. The near autonomous system will enable access for exploration and exploitation in small deposits and difficult locations by selecting suitable equipment feasible in ruggedized and extreme conditions.

The presentation will introduce a closed loop framework for Real-Time Mining. First, the concept and necessary building blocks are outlined followed by a discussion of the state-of-the-art. To reach the status of an industrial proven concept (technology readiness level TRL 7 according to NASA scale), Real-Time Mining conducts active research and technical development to in two large demonstration cases, the Neves Corvo Mine in Portugal and the Reiche Zeche Mine in Freiberg. The presentation will highlight most recent developments, present first selected results and discuss the potential value added.

Acknowledgements

The Real-Time Mining project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 641989.

References

Benndorf, J, Buxton, MWN, Nienhaus, K, Rattmann, L, Korre, A, Soares, A, deJong, A, Jeannee, N, Graham, P, Buttgerit, D, Gehlen, S, Eijkelkamp, F, Mischo, H, Sandtke, M & Wilsnack, T, 2015: Real-time mining - Moving towards continuous process management in mineral resource extraction. In Proceedings of the 3rd international future mining conference. Sydney: AUSIMM.

Buttgerit, D, Bitzen, S, Benndorf, J, & Buxton, M., 2016: Real-Time Mining: Grade Monitoring und Control Cockpit. Tagungsband zum AKIDA 2016, pp.: 49-60.

Industrie 4.0 - eine Standortbestimmung im Lausitzer Braunkohlebergbau

Dipl.-Ing. Peter Scholze, Lausitz Energie Bergbau AG, Schwarze Pumpe

Dipl.- Ing. Hans-Joachim Steinfeld, TSU e.V., Gotha

Die Lausitz Energie Bergbau AG fördert derzeit in vier Tagebauen jährlich ca. 60 Mio t Rohbraunkohle. Diese Braunkohle wird nahezu vollständig in den Kraftwerken der Lausitz Energie Kraftwerke AG im Revier verstromt bzw. in den Veredelungsanlagen zu Briketts bzw. Braunkohlestaub verarbeitet.

Die Tagebaue der Lausitz zeichnen sich dadurch aus, dass derzeit die Kohleförderung in der Regel aus nur jeweils einem Flöz erfolgt. Zur Förderung der o.g. Menge Rohbraunkohle sind zunächst 400-500Mio m³ Abraum pro Jahr zu bewegen.

Die Förderung erfolgt im Abraumbetrieb ausschließlich mit Förderbrücken und Tagebaugroßgeräten mit angeschlossenen Bandanlagen sowie im Grubenbetrieb mit Tagebaugroßgeräten und Bandanlagen.

Für eine Optimierung eines gesicherten, bedarfsgerechten Produktionsergebnisses zu optimierten Kosten sind nicht mehr nur Leistungsparameter der Geräte sondern eher die Prozessabläufe zu betrachten und daraus Potenziale abzuleiten.

Industrie 4.0 ist inzwischen in der deutschen Wirtschaft zu einem geflügelten Begriff und einer weit verbreiteten Zukunftsvision geworden. Kernpunkt dieser Entwicklungsrichtung ist die Sammlung bzw. Generierung von Daten aus verschiedensten Quellen und anschließend die zielgerichtete komplexe Verknüpfung, mit der Zielstellung aus Daten Informationen zu generieren und diese zu Optimierungszwecken zu verarbeiten bzw. durch Steuerungs- bzw. Regelungssysteme verarbeiten zu lassen.

Bereits lange vor der Schaffung der Begrifflichkeit Industrie 4.0 wurden innerhalb der

Anlagentechnik der Tagebaue im Lausitzer Revier gezielt Prozessdaten erhoben und mit dem Ziel der Prozessoptimierung ausgewertet. Bereits seit 2005 werden daraus abgeleitet Betriebsführungsinstrumente schrittweise entwickelt und revierweit zum Einsatz gebracht. Die Vorträge aus den letzten Jahren stellen diese Entwicklung entsprechend dar.

Die Modelle und abgeleiteten Betriebsparameter wirken in den Produktionsablauf direkt sowie zunehmend hinsichtlich der Erkenntnisse und Schlussfolgerungen zurück bis in die Planung. Hierbei wird der gesamte Produktionsprozess von der Planung über die Betriebsführung bis hin zur Nachbereitung einbezogen. Mit den Modulen werden ebenfalls Grundlagen geschaffen, derzeitigen und zukünftigen Anforderungen hinsichtlich der Beeinflussung und nachweislichen Berücksichtigung von Umweltgesichtspunkten hinsichtlich der Einlagerung von Materialien in Abraumkippen und Reststoffdeponien Rechnung zu tragen.

Zielstellung dieses Vortrages ist es, die Entwicklung der Betriebsführungsinstrumente im Kontext mit den Prinzipien Industrie 4.0, niedergelegt in „Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0“, zu betrachten und eine Standortbestimmung vorzunehmen.

Das Ergebnis zeigt, dass wesentliche Elemente der Zukunftsvision Industrie 4.0 bereits heute innerhalb der Tagebaue der Lausitz Energie Bergbau AG umgesetzt und wirksam sind.

Darüber hinaus zeigt der Vortrag auch weitere Entwicklungsmöglichkeiten auf, die hinsichtlich ihrer Umsetzung vor dem Hintergrund aktueller politischer und Marktbedingungen zu betrachten sind.

Industry 4.0 - Identifying of potential in the Lusatian lignite mining industry

Dipl.-Ing. Peter Scholze, Lausitz Energie Bergbau AG, Schwarze Pumpe

Dipl.- Ing. Hans-Joachim Steinfeld, TSU e.V., Gotha

At present, Lausitz Energie Bergbau AG has an annual production of approximately 60 million tonnes of raw lignite from four open-cast mines. The lignite is almost completely used for power generation in the power plants of the Lausitz Energie Kraftwerke AG in the mining region and/or processed to briquettes and pulverized lignite in the refining plants.

Presently, the mines in Lusatia are characterised by one specific feature, in each of the mines the lignite is extracted from one seam. Approximately 400 to 500 mill. M³ of overburden have to be removed annually to mine the above mentioned quantity of raw lignite.

Overburden removal is exclusively done by overburden conveyor bridges and heavy-duty open-cast mine machines with attached belt conveyor systems; coal is mined with heavy-duty open-cast mining equipment and belt conveyors.

It is necessary to look at the process flows rather than only consider the performance parameter of the equipment and to identify potentials for a further optimisation of secured production results meeting the demands at optimised costs.

In the meantime, Industry 4.0 has become a popular term and a widespread future vision in the German industry. Core feature of this development trend is the collection and/or generation of data from various sources and thereafter the targeted complex linking with the aim to generate data from information, and to process and/or let process these for optimization purposes by control systems.

In the systems engineering of the opencast mines in the Lusatian lignite mining area, process data were collected and analysed with the aim of optimizing processes already long

time before creating the term Industry 4.0. Since 2005, operational management instruments have already been stepwise developed and implemented in the whole mining area. The reports of the last years describe these developments accordingly.

The models and derived operating parameters are directly influencing the production process and in increasing scale also have effects back to the planning regarding the results and conclusions. This involves the whole production process from planning, production management to post-processing. The modules also provide bases to take present and future requirements into account with regard to influencing and expressively considering environmental aspects concerning the storage of materials in overburden dumps and waste disposal sites.

The aim of this presentation is to consider the development of the operational management instruments in the context of the principles of Industry 4.0, laid down in the "Implementation recommendations for the future project Industry 4.0" and to give an identification of potential.

The results show that essential elements of the future vision Industry 4.0 are already implemented and effective in the opencast mines of the Lausitz Energie Bergbau AG.

Furthermore, the presentation shows other development potentials which have to be considered with regard to their implementation before the background of the actual political and marketing conditions.

Der virtuelle Tagebau - Basis eines zukünftigen Servicekonzeptes

Dr.-Ing. Matthias Martin, Actemium BEA GmbH, Spremberg; Dipl.-Ing. Hans-Joachim Steinfeld TSU e.V., Gotha

Einleitung

Im Mittelpunkt des Vortrages steht die Vision einer virtuellen Umgebung in einer Leitsystemapplikation zur Unterstützung von Betriebs-, Service- und Diagnosekonzepten industrieller Anlagen am Beispiel eines mobilen Schüttgutgerätes. Durch die Kopplung der Steuerungsebene der realen Anlage mit dem virtuellen Gerät ist der gesamte steuerungs-technische Informationsgehalt in der virtuellen Welt verfügbar, was neben Bedienhandlungen auch im Service- und Wartungsfall mehr Transparenz und Übersichtlichkeit konkreten Zuständen und historischen Abläufen bietet.

Getrieben von dem kontinuierlichen Willen, mit der objektiv fortschreitenden Entwicklung Schritt zu halten, um nicht langfristig den Anschluss zu verlieren, vollzieht sich durch immer neue Innovationen ein konstanter Wandel in allen Bereichen. Mit Blick auf die langjährige technische Entwicklungsgeschichte des Abbaus, des Transportes und der Verkippung von Schüttgütern, lässt sich aus einem bestimmten Blickwinkel der eine oder andere Meilenstein markieren.

Geräte und Anlagen wurden mit modernen Antriebs- und Steuerungssystemen ausgerüstet. Somit wurden die erhofften Kapazitätssteigerungen im gesamten Förderprozess erzielt, doch diese Ertüchtigung hat auch ihre physikalisch-technischen Grenzen. Parallel zur Ertüchtigung der Gerätetechnik wurde auch der gesamte Förderprozess einer kontinuierlichen Bewertung unterzogen. Neben dem fachgerechten und sicheren Betrieb einer Mine, ist die kontinuierliche Sicherung der Produktqualität ein wichtiges Ziel. Dies wird durch moderne Qualitätsmanagementsysteme durch allumfassende Prozessüberwachung geleistet.

Automatisch aktualisierende Flöz- und Kip-

penmodelle erleichtern den Anlagenbedienern schneller Entscheidungen zu Gunsten von Qualität und Effektivität zu treffen.

Die Actemium BEA GmbH beschäftigt sich seit vielen Jahren im Bereich Automatisierung mit der Entwicklung und Realisierung von Assistenzsystemen, um einerseits Prozesse zu optimieren und andererseits Menschen von physisch belastender und monotoner Tätigkeit zu entbinden.

Jüngstes Beispiel ist die Entwicklung und Inbetriebnahme eines Assistenzsystems, welches den Bandschleifenwagen und den Zwischenförderer eines Bandabsetzers vom Typ A2Rs10000.150 ohne menschliche Präsenz betreiben lässt. Ein dazugehöriges exaktes Datenmonitoring hat zweifelsfrei nachgewiesen, dass die Maschine durch die automatische Steuerung zu keinem Zeitpunkt in einen kritischen oder gar gefährlichen Zustand gekommen ist. Neben der Erfüllung der sicherheitsrelevanten Kriterien wurde durch Gegenüberstellung der Betriebszeit der automatischen Steuerung im Verhältnis zur Gesamtbetriebszeit der Anlage ein überdurchschnittlich positives Kosten/Nutzen-Verhältnis ermittelt. Damit ist der Nachweis erbracht, die Einführung von Assistenzsystemen ist gewinnbringend und der Weg für weitere Entwicklungen offen.

Der Vortrag blickt etwas visionär auf zukünftig mögliche Bedien- und Servicekonzepte.

Auf der Basis zahlreicher heute schon installierter Assistenzsysteme, speziell auf Bandabsetzern und der vorhandenen schnellen und sicheren Kommunikationswege, werden erste Gedanken laut, die Bedienung von teilautomatisierten Bandabsetzern zu zentralisieren. Damit könnte nach Bewertung des Gleichzeitigkeitsfaktors bezüglich der Bedienerpräsenz, ein Anlagenfahrer zeitgleich mehrere Geräte betreuen. Als Cockpit für solch einen Arbeitsplatz wäre im ersten Schritt die Duplizierung der Bedien- und Anzeigeelemente des Bedienarbeitsplatzes vom Gerät notwendig, einhergehend mit der Neubewertung der Anforderungen für einen weiteren sicheren

Anlagenbetrieb vor Ort.

Ein nächster Schritt könnte die Virtualisierung des Gerätes sein. Dafür wird das Gerät mit Bezug auf reale Umgebungsbedingungen für Sensorik und Aktorik modelliert, virtuelle Schaltanlagen und Steuerungskomponenten integriert und innerhalb der 3D-Applikation eines Leitsystems visualisiert. Über die vorhandenen Kommunikationswege wird das reale Gerät mit dem virtuellen Gerät verbunden und somit bewegt sich das virtuelle Gerät wie das reale Gerät. Der Bediener hat nun die Möglichkeit, sich frei im virtuellen Raum zu bewegen und beliebige Positionen „anzufiegen“, um sie im Detail zu betrachten. Jeder Zeit können weitere Elemente wie zum Beispiel Datentrends oder Videobilder integriert werden. Über eine zentrale Dokumentationsdatenbank kann am virtuellen Ort auf alle aktuellen Dokumente und technischen Informationen zugegriffen werden. Durch die Bereitstellung aller Informationen, inklusive der des Leitsystems, kann eine optimale Störungssuche erfolgen. Bei Vorhandensein entsprechender drahtloser Kommunikationswege sind all diese Informationen auch beim Servicetechniker vor Ort mobil verfügbar.

The virtual open mining - basis of a future service concept

Dr.-Ing. Matthias Martin, Actemium BEA GmbH, Spremberg; Dipl.-Ing. Hans-Joachim Steinfeld TSU e.V., Gotha

Abstract

The central theme of the lecture is the vision of a virtual environment in a control system application to support operational, service and diagnostics concepts for industrial plants. A bulk material device is used as an illustrative example. By linking the control level of the actual plant with the virtual device, all of the control-related information can be made available in the virtual world. In addition to control operations, this also helps with

service and maintenance, making specific situations and historical processes more transparent and easier to comprehend.

Fortschritte in der optischen Messtechnik zur berührungslosen hochgenauen Erfassung von Vibrationen

Marco Fritzsche, Jens Haase, Polytec GmbH, Waldbronn

Polytec Laser Doppler Vibrometer bilden seit über 30 Jahren den Standard in der berührungslosen Schwingungsmesstechnik. Über diese Zeit wurden sowohl die Auflösung als auch die Bandbreite solcher Laser-Messsysteme kontinuierlich verbessert.

Heute werden mit Laservibrometern Schwingungen mit einer Auflösung bis weit unter einem Nanometer und mit einer Bandbreite zwischen DC und 2,4GHz gemessen. Somit können nahezu alle Anwendungen mit elastischem Verhalten berührungslos erfasst werden.

Je nach Vibrometertyp ist es möglich, Schwingungen an nur einem Punkt oder an mehreren Positionen - also flächenhaft - sowohl 1-dimensional als auch 3-dimensional zu erfassen. Zum Einsatz kommen dafür sog. Einpunkt- bzw. Scanning Vibrometer.

Mit dem neu entwickelten PSV-500-Xtra Scanning Vibrometer kann man seit August 2016 nun auch dank der „Xtra“ optischen Empfindlichkeit über große Entfernungen oder an sehr dunklen Oberflächen Schwingungen berührungslos, flächenhaft und hochaufgelöst aufzeichnen. Schwingungsmessungen an Windkraftanlagen, Brücken oder auch an großtechnischen Anlagen können nun einfach, reproduzierbar und sicherer aus großen Entfernungen durchgeführt werden.

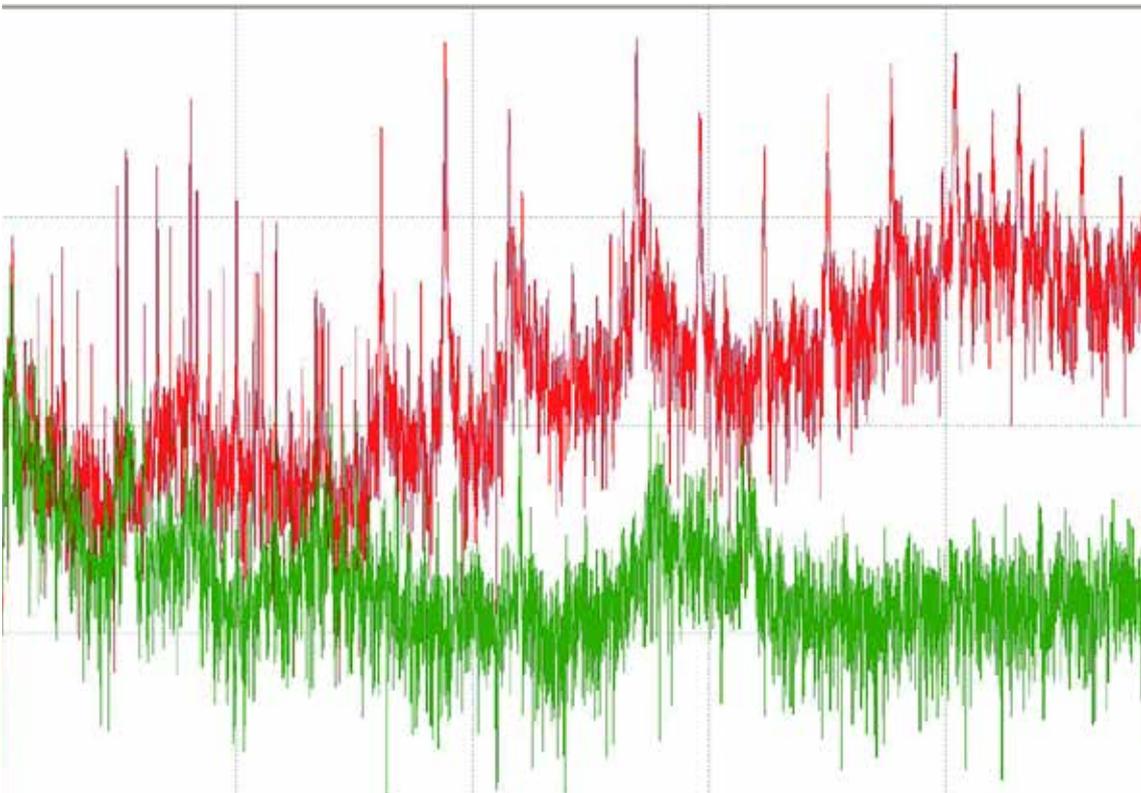
Anwendung findet das bspw. in der Zustandsüberwachung von Lagern und Maschinen oder auch zur Betriebsschwinganalyse. Hier liefern die Messergebnisse einen wertvollen Beitrag zur Validierung von Schwingungssimulationen.

Zukünftig ist vorstellbar, auch die Ausbreitung von Körperschallwellen in der Erdkruste in unterschiedlichen Gesteinsschichten mithilfe der 3D Scanning Vibrometrie zu validieren, um bspw. die Tragfähigkeit des gewachsenen Bo-



Berührungslose Schwingungsmessung zur Zustandsüberwachung eines Förderbandes - oben: Förderband mit Lagerung - unten: Spektrum eines guten Lagers (grün) und eines schlechten Lagers (rot)

Non-contact vibration measurement of different conveyer belt bearings - Above: conveyer belt bearings - Bottom: frequency spectrum of a good condition (green) and bad condition (red) bearing



dens experimentell zu ermitteln oder Bodenschätze noch präziser vorherzusagen.

Latest developments in the optical measuring technique for non-contact high-resolution vibration measurements

Marco Fritzsche, Jens Haase, Polytec GmbH, Waldbronn

Since 30 years, Polytec Laser Doppler Vibrometer (LDV) has set the standard in the field of non-contact vibration measurements. During these years, Polytec has improved the performance of the LDV Systems continuously.

Nowadays, the state of the art LDVs are able to measure Sub-Nanometre vibrations from 0Hz up to 2,4 GHz Bandwidth. Depending on the type of the LDV you can perform measurements on a single point with the single-point LDV or full field (areal) measurements with the Scanning LDV in one or three-dimensions.

In August 2016, the new Scanning Vibrometer PSV-500-Xtra was released. With its Xtra optical sensitivity, it is now possible to measure smallest vibration amplitudes in the range of sub-nm over large distances

Non-Contact full field vibration measurements on wind turbines, bridges, buildings or mining conveyer systems can be done straightforward and reproducible from a safe position with the new Xtra Scanning System. Typical applications like condition monitoring of conveyer belt bearings (see figure 1 and 2), driving systems, gear boxes etc. are covered with the new optical non-contact measurement technology.

Prospectively the 3D PSV-500 Xtra Scanning Vibrometer can be used to measure the propagation of seismic waves in smaller rock samples with unsurpassed spatial and amplitude resolution. Based on the reproducible measurement results seismic numerical models can be validated which will lead e.g. to even more accurate prediction of natural resources in seismic exploration.

Erfolgreicher Einsatz des handgeführten hydraulischen Bohrsystems HRD 100 in der Platinmine Twickenham, Südafrika

6-facher Bohrfortschritt im Vergleich zu einem Elektro-Gesteinsbohrhammer

Marcin Kosciarski, Atlas Copco Construction Tools GmbH, Essen; David Baird, Atlas Copco South Africa (PTY) Ltd, Johannesburg

Einleitung

Im Vortrag wird das Bohrverfahren mittels eines einzigartigen, mit Hydrauliköl angetriebenen Gesteinsbohrhammers mit Bohrstütze vorgestellt. Die Bohrergebnisse stammen aus dem Bohrversuch beginnend im Juli 2014 in der südafrikanischen Platinmine Twickenham, in der Provinz Limpopo, und stellen einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Produktivität im südafrikanischen konventionellen Abbau von Rohstoffen dar. Dabei spielen der Energieverbrauch und die Energieeffizienz eine wichtige Rolle, vor allem bei tiefen Bergwerken, die aus diesem Grund in der Vergangenheit ihr Druckluft-Bohrverfahren auf alternative Energieträger wie z.B. elektrische Energie umgestellt hatten.

Die Ausarbeitung beginnt mit der Vorstellung und dem Vergleich von Komponenten des hydraulischen versus elektrischen Bohrsystems. Weiterhin wird das Bergwerk beschrieben, sowie die Rahmenbedingungen wie Geologie und Bergbauverfahren des Bohrversuches. Die Ausarbeitung schließt mit der Darstellung des Bohrergebnisses aus dem langfristigen Bohrversuch.

Methode

Das Bohrsystem HRD 100 besteht aus einer elektrisch angetriebenen Hydraulikstation (PP 100) mit 10 kW Elektro Motor, einem hydraulisch angetriebenen Gesteinsbohrhammer und einer wasserangetriebenen Bohrstütze. Im Unterschied zu einem wasserbetriebenen Gesteinsbohrhammer auf dem südafrikanischen Markt, ist das Hydraulikliquid im

Bergbau 4.0

Mining 4.0

HRD-System ein biologisch abbaubares, schwer entflammbares Öl. Das HRD System arbeitet im geschlossenen Hydrauliköl Kreislauf.

Hydraulikstation: Die PP 100 (PP= Power Pack) mit einem Gewicht von 45 kg inkl. Öl, und mit kompakten Abmessungen von 0,4 m x 0,7 m x 0,4 m, ist mit einem robusten Edelstahlrahmen ausgestattet und kann von zwei Personen bequem getragen werden. Zusätzlich sind vier Öffnungen für eventuelle Transporträder vorgesehen.

Diese Einheit mit der IP 66 Klasse ist für den Bergbau unter Tage, sowie den Tunnelbau tauglich. Das System verfügt über eine Bedarfsregelung (Power on Demand), bei der nach dem Betätigen des Startknopfes der Motor im Leerlauf arbeitet und erst nach dem Starten von Bohrarbeiten auf Normalbetrieb aktiviert. Mittels eines von außen gut zugänglichen USB-Ports können Betriebsdaten wie Laufzeit der Hydraulikstation, Bohrzeiten oder mögliche Fehlermeldungen, im Stand-By-Modus jederzeit heruntergeladen werden.

Effektives Nutzen von Wasser: Das Wasser wird mit einem 1" Schlauch an die Hydraulikstation angeschlossen. Es hat vier Funktionen: zunächst die Motor-Kühlung und im nächsten Schritt wird es zum Gesteinsbohrhammer weitergeleitet. Ein im Bohrerhammer montiertes Ventilsystem verteilt das Wasser als Antrieb für die Bohrstütze, zum Bohrstahl als Spülung, sowie zur Kühlung des Einsteckendes. Dabei ist zu erwähnen, dass der Wasserverbrauch max. 12 l/min beträgt.

Der Gesteinsbohrhammer RD 100 mit einem Gewicht von 23,5 kg entspricht einem Druckluftgesteinsbohrhammer mit einer vergleichbaren Leistung von 34 kg.

Der Bohrerhammer wird mit der Bohrstütze nur mittels Bolzen schnell verbunden bzw. getrennt.

Die Hydraulikschlauchlänge zwischen Hydraulikstation und dem Bohrerhammer beträgt zwischen 10-30 m und die Länge des Elektrokabels zwischen einem Anschlusskasten

(Safety Box) und der Hydraulikstation beträgt 20-100 m. Die Gesamtlänge von max. 130 m bietet eine sehr hohe Flexibilität. Die Zeitspanne bis zum Anschluss am nächsten Einsatzort wird reduziert.

Elektrobohrhammer. Der elektrisch angetriebene Gesteinsbohrhammer mit einer Nennleistung von 2,2 kW verfügt über ein vergleichbares Gewicht wie ein hydraulischer Bohrerhammer mit der Bohrstütze.

Der Elektrobohrhammer nutzt ebenfalls Wasser zur Motorkühlung und als Medium zum Betreiben der Bohrstütze. Die Steuerung der Bohrstütze erfolgt separat an der Bohrstütze.

Dagegen bietet HRD eine im Handgriff des Hammers integrierte Steuerung, was den „Ein Hand Betrieb“ möglich macht. Sowohl hydraulische als auch elektrische Systeme wurden für die Lochdurchmesser von 32 – 42 mm und Bohrlochtiefen bis zu 2,4 m entwickelt.

Bergwerk Twickenham. Im Twickenham Mine Project im südafrikanischen Bushveld Complex wurde durch den Vorstand der Anglo American Platinum im Februar 2008 ein konventioneller Bergbaubetrieb genehmigt, ausgewiesen für 250 kt pro Monat UG 2 Chromitit Lage (Upper Group 2). 2014 wurde entschieden, sich mehr auf maschinelle Verfahren zu konzentrieren. Die UG 2 Lage wird aktuell mit diversen Methoden abgebaut: konventionell, maschinell mit ultra niedrigen Maschinen, Langlochbohren und neu entwickelten Verfahren. Der Erzkörper mit einer Mächtigkeit von 1,2 m fällt 16° ein und die Gesteinsdruckfestigkeit liegt bei 100/150 MPa (Pyroxenite).

Bohrergebnisse. Die Ergebnisse basieren auf fertiggestellten 5.305 Bohrlöchern mit einer Gesamtlänge von 6.366 Bohrmeter. In jedem Bohrzyklus bei der Abbaulänge von 30 m sind 58 vertikale Reihen mit je 2 Bohrlöchern gebohrt. Die durchschnittliche Bohrlochtiefe beträgt 1,2 m und die durchschnittliche Bohrzeit beim Einsatz des HRD 100 nur 1 Minute 15 Sekunden.

Der Elektrobohrhammer benötigt in diesem

Bergwerk eine durchschnittliche Bohrzeit von 7 Minuten und 31 Sekunden. Der Bohrllochdurchmesser betrug 34 mm und die Standzeit einer Bohrkronen mit 8 Stiften mehr als 300 m.

Zusammenfassung. Bei immer schneller wachsenden Energiepreisen und Streben nach dem Einsatz energieeffizienter Technologien, bietet ein HRD 100 Bohrsystem eine fertige Lösung zur Produktivitätssteigerung in untertägigen Bergbaubetrieben im konventionellen Verfahren. Der Vergleich mit einem Elektroböhrhammer im gleichen Bergwerk, bei gleichen geologischen Bedingungen und Bohrparametern ergab eine 6 fache Steigerung des Bohrfortschrittes im Bergwerk Twickenham.

Es ist zu erwähnen, dass der Elektroböhrhammer in der Vergangenheit wegen besserer Energieeffizienz den Druckluftböhrrhammer in einigen südafrikanischen Bergwerken ersetzt hatte.

6 times faster penetration rate using the hydraulic rock drill HRD 100 with the pusher leg in comparison with an electric rock drill at Twickenham Mine

Marcin Koscierski, Atlas Copco Construction Tools GmbH, Essen; David Baird, Atlas Copco South Africa (PTY) Ltd, Johannesburg

Introduction

In the report, a unique handheld drilling method, by means of hydraulic rock drill, supported with a water pusher leg will be presented.

Drill tests have been conducted since July 2014 at Twickenham (South Africa), and can prove significant productivity in South African, narrow stope, underground mines.

Since July 2014, trial tests have been successfully conducted using the hydraulic rock drill equipment at Anglo American, Twickenham mine in the Limpopo province of South Africa.

As energy consumption plays a significant role in overall mine profitability, switching to HRD 100 is showing a positive effect in comparison to the electric rock drill that was chosen earlier to substitute pneumatic rock drills.

	Durchschnittliche Bohrzeit pro Bohrloch in Min. Average drilling time per 1.2 m drilled.	Durchschnittlicher Bohrfortschritt m/Min. Average penetration rate m/Min.
Hydraulischer Böhrrhammer HRD Hydraulic rock drill HRD	1,25	1,04
Elektrische Böhrrhammer Electric rock drill	7,50	0,16

Tab. 1: Ergebnisse der Bohrarbeiten bei der durchschnittlichen Bohrllochlänge 1,2 m.

Tab. 1: The results from the underground conventional drilling operation in the Twickenham Mine with a hole length of 1.2 m.

Method

In the first part of the report the components of the hydraulic and electrical drilling system are presented and compared technically. The following part briefly describes the mine, the boundary conditions of the proof of concept trial (geology and mining method) and finally the drilling result from the long-term drilling test.

The HRD 100 system consists of an electrically driven hydraulic power pack (PP 100). The power pack has a 10 kW electric motor, a hydraulically driven rock drill and a water driven pusher leg. To distinguish the water-driven rock drills on the South African market the hydraulic fluid in the HRD system is a biodegradable low flammable oil. The HRD therefore operates in the closed hydraulic oil circuit.

Hydraulic power pack PP 100 has a weight of 45 kg and compact dimensions of approx. 0,4m x 0,7m x 0,4m. The power pack has a robust, stainless steel frame and is easily transported by two people. In addition, there are 4 bolts in place for wheels or skid plates to be fitted to the frame.

This unit is IP 66 rated and is therefore suitable for underground operation.

The system has a POD (Power on Demand) function. This decreases the energy consumption as the power pack will only use the 10 kW of power when the drill is in use. If the drill is not in operation the power pack will only use 1 kW of power to circulate the hydraulic oil. The power pack also has a USB port which allows a technician to download various information from the power pack, such as, total running time, drilling hours before a service on the power pack is required, total drill time. The information will also show the technician what errors the power pack has experienced, for example: spikes or dips in the power supply, incorrect operator usage, use of the emergency stop, lack of oil, high or low water pressure, amongst others.

Efficient use of water. The water is connected to the hydraulic power pack with a 1 inch

hose. The water is circulated through the power packs cooling system and is then sent to the RD 100 (drill). A valve system situated in the rock drill distributes the water to the pusher leg, the drill steel for flushing as well as the front end of the drill to assist in the cooling of the rubber collar and the plastic chuck bushing. The total water consumption of the system is 12 l/min while drilling.

The rock drill (RD 100), with a weight of 23.5 kg, is much lighter than its pneumatic counterpart.

The rock drill is quickly connected to the pusher leg by a single pin connection.

The hydraulic hose length between power pack and the rock drill is between 10 m and 30 m. The length of the electric cable between an electrical connection box (safety box) and the hydraulic power pack is between 20 m and 100 m. Thus, the total length of 130 m offers a very flexible length and ensures maximum production distance for the operators before the safety boxes need to be moved forward and re connected.

Electric rock drill. The electrically driven rock drill with a nominal capacity of 2.2 kW has a comparable weight to the HRD system. The electric drill also uses water to cool the motor as well as the medium for operating the pusher leg. The pusher leg is controlled separately from the drill. The control valve for the water leg is situated on the leg itself, similarly to the pneumatic system. The Hydraulic rock drill system offers a control, integrated in the handle of the rock drill so "one hand operation" is possible.

Both systems, electrical and hydraulic, were developed for hole diameters of 32 – 42mm and borehole depth up to 2.4 m.

Twickenham Mine. Twickenham Mine Project in the South African Bushveld Complex was approved by Anglo American Platinum Board in February 2008 as a 250 kt per month UG 2 chromitite (Upper Group 2) conventional mining operation. In 2014 the decision was made to focus more on the mechanized

mining operation. UG 2 is currently being exploited in the mine using various methods: conventional, mechanized with ultra-low machines, long hole drilling and new cutting technologies.

The ore body has a thickness of 1.2 m and dipping at 16 °. The rock compression strength is around 100 150MPa (Pyroxenite). After blasting with an emulsion explosive, the ore is removed from the conventionally mined panels with a winch (scrapping).

Drilling operation. The results are based on 5305 drilled holes with a total of 6366 drilled meters. The face length of 30 m, has 58 vertical rows, and 2 holes per row (top and bottom). The bit diameter was 34 mm 8 button bit. The lifespan of a drill bit was more than 300 drilled meters. The average hole depth was 1.2 m and the average drilling time when using the HRD 100 was only 1 minute 15 seconds.

The electric drill reached an average drilling time of 7 minutes and 31 seconds in this mine.

Summary. With ever growing energy prices and the focus to use energy-efficient technologies, the HRD 100 drilling system offers a ready-made, “plug and play” solution for increasing the productivity in the conventional underground mining operations. The comparison between the electric rock drill in the same mine, with the same geological conditions and drilling parameters, resulted in a 6 times faster drilling process at the Twickenham mine.

It is worth mentioning that in the past the electric rock drill had replaced the pneumatic drill in some South African mines as a more energy efficient technology, yet if you look at the drilling time, the HRD system is more energy efficient.

Automatisierung der Rohstoffindustrie mit Infrarottechnologie

Autor: Britta Eichentopf, M.Sc., Institut für Advanced Mining Technologies (AMT) - RWTH Aachen University, Aachen

Co-Autor: Christian Niestroj, M.Sc., Dr.-Ing. Ralph Baltes, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Karl Nienhaus, Institut für Advanced Mining Technologies (AMT) - RWTH Aachen University, Aachen

Einleitung

Das Institut für Advanced Mining Technologies (AMT), ehemals Institut für Maschinentechnik der Rohstoffindustrie (IMR), der RWTH Aachen forscht seit mehreren Jahren an der Nutzung von Infrarottechnologie für Anwendungen in der Rohstoff- und Schwermaschinenindustrie. Die Forschungsaktivitäten umfassen unter anderem Stoffstromanalysen, Bandschieflauferkennung sowie Rissdetektion und Materialunterscheidung. Dieser Vortrag präsentiert einige der Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten des AMT im Bereich Infrarottechnologie. [2]

Grundlagen der Infrarotthermographie

Jeder Körper mit einer Temperatur oberhalb des absoluten Nullpunkts von 0 K emittiert elektromagnetische Strahlung. Dabei hängt die Wellenlänge der emittierten Strahlung von der Temperatur des strahlenden Objektes ab. Bei Umgebungstemperatur liegt das Maximum der emittierten Strahlung im infraroten Bereich, genauer gesagt, im langwelligen Infrarotbereich (LWIR-Bereich) zwischen 8 µm und 12 µm. LWIR-empfindliche Sensoren detektieren diese für das menschliche Auge unsichtbare Infrarotstrahlung und visualisieren sie in Bildern, den sogenannten Wärmebildern. Wärmebilder zeigen die Unterschiede in der aufgenommenen Strahlungsintensität relativ zueinander. Die höchste Intensität wird weiß dargestellt, die niedrigste schwarz. [3] [2]

Infrarotthermographie eignet sich durch ihre Eigenschaften sehr gut für Anwendungen in den anspruchsvollen Umgebungsbedingungen der Rohstoffindustrie. Im Vergleich zu

Bergbau 4.0

Mining 4.0

herkömmlichen, im visuellen Bereich arbeitenden Kameras, haben LWIR Kameras zwei wesentliche Vorteile: Erstens ist langwellige Infrarotstrahlung weniger empfindlich gegenüber z. B. Staub- und Wasserpartikeln in der Luft. Zweitens ist die Infrarottechnologie ein rein passives Messverfahren und somit unabhängig von externer Beleuchtung. [1] [3]

Anwendungsbeispiele für Infrarottechnologie in der Rohstoffindustrie

Zum Transport großer Materialmengen werden in Tagebaubetrieben häufig Bandanlagen, auch Gurtförderer genannt, eingesetzt. Dabei steuert der Maschinenbediener an der mobilen Bandübergabe die Position der Materialaufgabe vom Beladewagen auf das Förderband meist manuell, basierend auf seiner Einschätzung und Erfahrung. Durch eine Verschlechterung der Sichtverhältnisse durch z. B. Staub, Regen oder Sonneneinstrahlung, kann es zu einer ungleichmäßigen Beladung des Gurtförderers kommen. Dies wiederum kann zu einem Ausrichtungsfehler des Gurts im Gurtförderer und damit zu einem Bandschieflauf führen. Um die Materialaufgabe zu optimieren und einem Bandschieflauf vorzubeugen, wurde am AMT ein LWIR-Kamera basiertes System entwickelt, welches die Position des Bandes vor und nach der Materialübergabe sowie die Materialübergabe selbst überwacht. Am AMT entwickelte Bildverarbeitungsalgorithmen verarbeiten die aufgenommenen Daten hinsichtlich Bandposition und Beladeschwerpunkt. Die Ergebnisse können zur Unterstützung des Maschinenbedieners visualisiert oder zur Prozesssteuerung genutzt werden. [3] [2]

Informationen über die Zusammensetzung von Materialströmen sind in vielen Industriebereichen von essentieller Bedeutung für die Prozessüberwachung. Dabei kann die Erfassung zu heißen Materials, die Unterscheidung unterschiedlicher Materialien oder die Analyse des Wassergehaltes relevant sein. Zur Analyse des Feuchtegehaltes entwickelte das AMT ein Überwachungssystem basierend auf LWIR-Kameras. Das Material wird dabei

in einem Pelletierteller mit Wasser gemischt. Das Mischgut fällt anschließend auf ein Förderband. Derzeit steuert ein Maschinenbediener die Wasserzugabe manuell. Bei dem am AMT entwickelten Überwachungssystem ist die LWIR-Kamera oberhalb des Bandes mit Blickrichtung auf das Material auf dem Band montiert. Über Bildverarbeitungsalgorithmen werden für ausgewählte Bildbereiche verschiedene Kennwerte berechnet und daraus ein mehrdimensionaler Vektor erzeugt, welcher die drei Feuchtigkeitsklassen (trocken, gut, nass) beschreibt. Die Informationen können für die Prozessregelung genutzt oder für den Maschinenbediener visualisiert werden. [2] [1]

Zur Planung des Gewinnungsprozesses ist es für den Bergwerksbetreiber unerlässlich, zeitnah möglichst genaue Informationen über die Geologie des Aufschlusses zu erhalten. Zurzeit ist das Beschaffen dieser Information an Geologen oder andere Fachkräfte ausgegliedert. Im durch die EU geförderten Forschungsprojekt SIMS (Sustainable Intelligent Mining Systems) verfolgt das AMT das Ziel, verschiedene Materialien und Grenzschichten mittels Infrarotthermographie zu unterscheiden. Wertmineral und Nebengestein sollen über deren unterschiedliche Emissivitäten differenziert werden. Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer Entscheidungshilfe für die zuständigen Geologen.

Teil des Bohr- und Sprengzyklus ist das Bebrauen der Firste. Hierbei wird die Sicherheit für Personal und Material gegen herunterstürzendes Gestein gewährleistet. Als Teil der Nachsorge muss die Firste regelmäßig auf Klüfte oder Risse untersucht werden. Vor allem alte Abschnitte des Bergwerks sind dabei relevant. Um diesen manuellen Nachsorgeprozess der Rissdetektion zu beschleunigen, kann z.B. LWIR-Technologie genutzt werden. Aufgrund der unterschiedlichen Abstrahlungswinkel der Oberfläche können Klüfte im Wärmebild erkannt werden. Die Weiterentwicklung dieses Ansatzes ist ein weiterer Teil des Forschungsprojektes SIMS.

Zusammenfassung

LWIR-Technologie in Kombination mit automatisierter Bildverarbeitung eignet sich aufgrund seiner Eigenschaften für verschiedenen Anwendungen in der Rohstoffindustrie. Die genutzte langwellige Infrarotstrahlung ist vergleichsweise unempfindlichen gegenüber Aerosolen in der Luft. Als passives Messverfahren ist die Infrarotthermographie zudem unabhängig von zusätzlicher externen Beleuchtung. Aus diesen Gründen arbeitet das AMT bereits seit einigen Jahren an u.a. Automatisierungslösungen für die Rohstoffindustrie basierend auf LWIR-Kameras. Die beschriebenen Systeme zur Band- und Beladepositionsüberwachung sowie zur Feuchtebestimmung eines Massenstromes wurden bereits im industriellen Umfeld eingesetzt. Bei den Untersuchungen zur Materialcharakterisierung und Risserkennung an der Firste handelt es sich um laufende Forschungsprojekte.

Literatur

- [1] Berg, J.; Baltes, R.: Einsatzmöglichkeiten von langwelligen Infrarotkameras in rauen Umgebungsbedingungen. Thermographie-Kolloquium 2015.
- [2] Eichertopf, B.; Wendel, T.; Baltes, R.; Nienhaus, K.: Applikationsbeispiele von LWIR Kameras zur Prozessüberwachung und Automatisierung. Tagungsband AKIDA 2016, S. 27 – 36, Aachen, 2016
- [3] Nienhaus, K.; Warcholik, M.; Büschgens, C.; Müller, D.: Belt positioning and skewing revention in lignite mining using long-wavelength infrared cameras. Proceedings of 12th ISCSM, Aachen, 2014

Automation of Resource Extraction using Thermal Imaging

Author: Britta Eichertopf, M.Sc., Institute for Advanced Mining Technologies (AMT) - RWTH Aachen University, Aachen

Co-Author: Christian Niestroj, M.Sc., Dr.-Ing. Ralph Baltes, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Karl Nienhaus, Institute for Advanced Mining Technologies (AMT) - RWTH Aachen University, Aachen

Introduction

The topic of this speech is the presentation of research and development activities in the field of thermal imaging technology in different use cases with respect to the vision of mine automation and Mining 4.0. The Institute for Advanced Mining Technologies (AMT) at RWTH Aachen University has been working on utilizing thermal imaging for mining applications for more than a decade now. Research activities regarding thermal imaging include belt positioning, mass flow analysis and mass flow control. [2]

Principles of Thermal Imaging

All bodies with a temperature above 0 K emit electromagnetic radiation. The wavelength of the emitted radiation depends on the temperature of the object. The higher the temperature of the object the shorter is the emitted wavelength. For ambient temperatures the radiation maximum is located inside the infrared spectrum, more precisely inside the long-wavelength infrared (LWIR) spectrum between 8 μm and 12 μm . Infrared-sensitive sensor arrays detect this radiation and visualize it in so-called thermal images. The recorded images contain information of relative radiation intensity differences, with the highest intensity inside the image shown in white and the lowest intensity shown in black. [3] [2]

Due to its properties, the thermal imaging technology is well-suited for applications in the mining industry. Compared to visual cameras, thermal imaging has two main advantages: Firstly it is less sensitive towards aerosols like dust or water in the air. Long-wa-

length infrared radiation penetrates small particles, which have thereby no influence on the resulting image. Secondly this technology is independent of illumination. As thermal imaging depends only on the natural radiation of an object, this passive measurement method does not need an additional active light source. [1] [3]

Applications of Thermal Imaging in Raw Materials Industry

Due to their economic benefits, belt conveyers are often used to transport the extracted bulk material continuously in open pit mines. In most cases the machine operator actively oversees the feeding of the conveyor system. Based on his visual perception and experience he manipulates the position of the transfer boom or transfer chutes for the correct loading position. However, instances of limited perception of the operator (e.g. by dust, rain, blinding by the sun) can lead to off-centered loading of the material. In this case, the belt can start to skew. To be able to prevent this skewing, AMT developed a system based on long-wavelength infrared cameras, which monitor the position of the belt as well as the loading process. The developed algorithm correlates and analyses the obtained data with regard to the position of the belt when entering and leaving the loading station and the loading process itself. The extracted information can either be visualized to the operator or used for process automation. [3] [2]

Information about the composition of mass flows can be of crucial importance for process control, e.g. the detection of hotspots in the mass flow, the discrimination between different material compositions, or the analysis of the moisture content. To detect the moisture content of a mass flow in a power plant, AMT developed a monitoring system based on a LWIR camera. Inside a pelletizing plate the material is mixed with water, before it falls on the belt conveyor. At the current state, a machine operator controls the watering process manually based on his perception and experience. With this newly developed moni-

toring system, the thermal camera is mounted above the belt of the conveyor with viewing angle directed onto the belt, monitoring the mass flow from above. Various developed image processing algorithms compute multiple characteristic values and combine them in a multidimensional vector, which describes the different moisture classes (dry, normal, wet). The obtained information can be used for process control or visualized to the operator. [2] [1]

In today's mine operations, it is essential for the mine operator to gain fast and accurate knowledge about the geology of the mine face to further plan the extraction process. Currently, this task is carried out manually by geologists or specially-trained personnel. In a new H2020 funded research project, the so-called SIMS (Sustainable Intelligent Mining Systems), AMT will utilize thermal imaging techniques for the ultimate goal of material and boundary layer recognition. Thermal imaging will make use of the different emissivities of the materials to distinguish between host rock and valuable mineral phase. The aim in the project is to develop a decision supporting system for the geologists.

To ensure work safety and protect miners as well as the equipment from roof fall, roof scaling is being applied in underground mines as a step of the drill and blast cycle. As part of the mine aftercare, the roof has to be checked regularly for potential roof falls as the overburden is settling in older mine parts. To speed up this manual process, thermal imaging using long-wave infrared can be applied for roof crack detection in larger sections. Due to the diverging angles of radiation in the crack zones, cracks can be made visible. This will also be investigated in the SIMS project.

Conclusion

Thermal imaging technology combined with automated image processing is well-suited for various automation applications in the raw materials industry. Due to the used wavelength, it is relatively insensitive towards adverse conditions such as dust or water in

the air. Furthermore, this technology does not require additional illumination, it makes only use of passive emissions. Therefore, AMT has been working on utilizing the thermal imaging technology for different application cases in the mining industry for several years. The monitoring system for the belt position at open pit mine conveyors as well as the monitoring system for moisture content in mass flows have proven to be feasible for industrial environments in recent time. On the other hand, the material discrimination and the roof crack detection in underground mines are ongoing research projects.

References

- [1] Berg, J.; Baltes, R.: Einsatzmöglichkeiten von langwelligen Infrarotkameras in rauen Umgebungsbedingungen. Thermographie-Kolloquium 2015.
- [2] Eichentopf, B.; Wendel, T.; Baltes, R.; Nienhaus, K.: Applikationsbeispiele von LWIR Kameras zur Prozessüberwachung und Automatisierung. Tagungsband AKIDA 2016, S. 27 – 36, Aachen, 2016
- [3] Nienhaus, K.; Warcholik, M.; Büschgens, C.; Müller, D.: Belt positioning and skewing revention in lignite mining using long-wavelength infrared cameras. Proceedings of 12th ISCSM, Aachen, 2014



Der Dambruch von Bento Rodrigues in Brasilien - Beherrschung der Risiken: Methoden und Technologien für die Überwachung von Bergbauhalden

Dr. Uta Alisch, Fugro Consult GmbH

Ein schriftlicher Beitrag der Begrüßungsrede lag zum Redaktionsschluss nicht vor.

The Bento Rodrigues Dam Disaster - Managing the Risks: Methods and Technologies for Monitoring of Tailing Dams

Dr. Uta Alisch, Fugro Consult GmbH

The written input was not available at the time of publication.

Bewertung mineralischer Rohstoffe in Südafrika mit speziellem Fokus auf PGMs, Mangan, Vanadium und Zink

Dr. Herwig Marbler, Dr. Inga Osbahr, Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe BGR, Berlin

Südafrika ist unter den Top Produzenten für Stahlveredler wie Mangan, Vanadium und Chromit. Für Deutschland, Europas größten Stahlproduzenten, spielen diese Rohstoffe eine wichtige Rolle, ebenso wie Platingruppen-Metalle (PGM), die in der Automobilindustrie in Katalysatoren zu Einsatz kommen und bisher nicht substituierbar sind. Südafrika beherbergt die größten Reserven dieser Metalle und ist traditionell ein zuverlässiger Lieferant mineralischer Rohstoffe für die deutsche Industrie.

Die bestehende Zusammenarbeit zwischen dem Geologischen Dienst Südafrikas (Council for Geoscience – CGS) und der Deutschen Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) führte zu einer Reihe von Neubewertungen von Lagerstätten und der Identifizierung neuer Rohstoffpotenziale in Südafrika, welche neue Investitions- und Liefermöglichkeiten für deutsche Investoren und Käufer darstellen. Im Rahmen der Kooperation mit dem CGS erschienen bisher zwei Teile des "Investor's and Procurement Guide South Africa", in denen wichtige Rohstoffe, wie PGM, Chromit, Seltene Erden oder Flussspat untersucht wurden. Der aktuelle dritte Teil beschäftigt sich mit Mangan, Vanadium und Zink.

Die größten terrestrischen Manganlagerstätten weltweit befinden sich in der Kalahari Wüste, dem sogenannten Kalahari Manganese Field im Norden Südafrikas. Auch die größten Vanadiumlagerstätten befinden sich in Südafrika, genauer im nordöstlich gelegenen Bushveld Komplex. Zink nimmt aktuell keine bedeutende Rolle im südafrikanischen Bergbausektor ein, allerdings gibt es wirtschaftlich interessante Explorationsprojekte. Darunter z.B. das Gamsberg Projekt, in der nördlichen

Internationale Bergbau Projekte

International Mining Projects

Kaprovinz. Gamsberg könnte innerhalb der nächsten Jahre zu den fünf wichtigsten Zink-produzierenden Minen weltweit gehören.

Die DERA und der CGS führen auch gemeinsame Forschungsprojekte. Hier geht es vorwiegend um eine Steigerung der Ressourceneffizienz bei der Aufbereitung von z.B. komplexen Erzen oder Halden. Ein aktuelles Beispiel beinhaltet die Entwicklung eines Laugungsansatzes für oxidierte Platinerze des nördlichen Bushveld Komplexes, um das Ausbringen von PGM zu erhöhen. Für Südafrika wurde eine Gesamtmenge von rund 300 Millionen Tonnen oxidiertes Platinerzen errechnet. Bei einer realistischen Ausbringungsrate von 50-60 % der darin enthaltenen PGM könnten daraus ca. 15 Millionen Unzen gewonnen werden. Dies würde etwa der doppelten Jahresproduktion an Platinmetallen in Südafrika entsprechen.

Evaluation of Mineral Resources in South Africa with focus on PGMs, Manganese, Vanadium and Zinc

Dr. Herwig Marbler, Dr. Inga Osbahr, German Mineral Resources Agency (DERA) in the Federal Institute for Geoscience and natural Resources, BGR, Berlin

South Africa is among the world's top producers of the steel refining metals manganese, vanadium and chromite as well as of the precious metals of the platinum group (PGMs). These metals play an important role for Germany as the biggest European steel producer. Also PGMs are irreplaceable metals for catalytic applications for the German automobile industry. South Africa hosts the largest reserves of these commodities and is a traditional and reliable supplier for the German industry.

In a cooperation project between the Council for Geoscience (CGS) of South Africa and the German Mineral Resources Agency (DERA) at the Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR), many deposits and occurrences of these commodities have been

re-evaluated and untapped potentials have been identified to show investment and supply options for German investors and purchasers. A number of studies resulted from this cooperation as for example the Investors and Procurement Guide South Africa. Currently the study is dealing with the commodities manganese, vanadium and zinc.

South Africa hosts the world's largest land-based sedimentary manganese deposits within the Kalahari Desert, as well as the largest vanadium resource in the Bushveld Igneous Complex. Zinc is not a major raw material in the South African mining industry, but interesting exploration projects as the Gamsberg project in the Northern Cape can be positioned among the top five zinc producing mines worldwide within the next years.

Case studies of the DERA and the CGS aim to improve the resource efficiency in the field of processing of complex ores and tailings. Currently the BGR is working on an economic leaching approach for oxidized platinum-ores from the northern Bushveld Igneous Complex in order to increase the PGM recovery. We calculated a total amount of available oxidized ores of around 300 Mt in South Africa. Considering a realistic recovery rate between 50 and 60 % about 15 Million ounces PGMs could be extracted from those ores, corresponds more than twice the annual PGM production of South Africa.

The projects are carried out in close collaboration with German and South African companies in order to consider the interests of both countries and to ensure know-how transfer.

Stand aktueller Entwicklungen zum Aufschluss untertägiger Hohlräume

Dr. Stefan Hotz, Herrenknecht AG, Schwanau

Dr. Li Chao, Herrenknecht AG, Schwanau

Einleitung

Herrenknecht entwickelt seit über 30 Jahren Tunnelvortriebsmaschinen für Anwendungen im Tunnelbau. In den letzten Jahren wurden dabei auf Basis erprobter Technologien Lösungen auf die Anforderungen der Bergbauindustrie übertragen.

Am Beispiel von aktuellen Entwicklungen wird dargestellt, was aus Sicht des Unternehmens den derzeitigen Stand von Maschinen zur mechanisierten Auffahrung von untertägigen Hohlräumen in der Bergbauindustrie darstellt.

Methode

Herrenknecht entwirft und baut insbesondere Maschinen zur mechanisierten Auffahrung von untertägigen Hohlräumen nach speziellen Kundenanforderungen. Neben dem vergleichsweise hohen Mechanisierungsgrad werden dabei die Aspekte Sicherheit und Effizienz berücksichtigt. Generell werden dabei praxiserprobte Technologien auf die Anforderungen des untertägigen Bergbaus übertragen.

Für ein chinesisches Kohlenbergwerk wurden Methoden zur Absaugung von Methangas geprüft. In diesem Zusammenhang wurde auf Basis von erprobter Technologie eine Teilschnittmaschinenähnliche Maschine entwickelt, mit einem Auffahrungsdurchmesser von 2m. Diese Technologie wird als mögliche Alternative für die derzeitige Teilschnittmaschinenteknik erprobt, welche derzeit einen Streckenquerschnitt von 12m² auffährt. Mit der entwickelten Maschinenteknologie kann der Streckenquerschnitt auf 3,2 m² reduziert werden.

Weiterhin wird der Einsatz von Technologien zur vertikalen Auffahrungen von Gruben Hohlräumen kurz dargestellt.

Update of mechanized methodologies for underground mine developments

Dr. Stefan Hotz, Herrenknecht AG, Schwanau

Dr. Li Chao, Herrenknecht AG, Schwanau

Introduction

Herrenknecht designs and customizes since over 30 years tunnel-boring machines for civil application. In the past years, Herrenknecht has started to develop solutions to challenges of the mining industry, mainly shaft sinking. However, in the past year, also machines for drift development in the mining industry where designed. The presentation provides an overview of actual developments.

Method

One of the characteristics is the flexible and fast reaction to project requirements from clients. The designed machines and applications are rarely an off the shelf item. The machines design is adapted by using a broad portfolio of known technologies and design solutions. The machines presented are examples to that work approach of Herrenknecht and provides information on the benefits of the technologies. Between others, aspects of efficiency and safety where taken in consideration.

For methane drainage drifts of a Chinese coal mine a road header type machine has been developed with a machine diameter of 2 meters to reduce the cross section of the drift to a minimum. Currently the company builds drifts with a cross section as big as 12 m² using a standard roadheader technology. Required for methane drainage is a pipe of about 400 mm in diameter. The drift diameter can be reduced significantly to about 3,2 m² with this new Gripper roadheader. An overview to the machine features and layout will be given.

Briefly, an overview of further technologies for vertical developments are given.

Die radioaktive Absetzanlage Sillamäe/Estland – Ein erfolgreich realisiertes multinationales Sanierungsprojekt

Barnekow, Ulf, Wismut GmbH, Chemnitz, Deutschland; Jaaksoo, Raimo, Umweltministerium der Republik Estland, Tallinn, Estland

Dieser Artikel gibt einen Überblick über das erfolgreich realisierte, multinational finanzierte Projekt zur Sanierung der industriellen Absetzanlage Sillamäe in Estland. Der Sanierungserfolg war eine wesentliche Voraussetzung für die positive wirtschaftliche Entwicklung im neuen Hafen der Stadt Sillamäe. Die Sanierung kostete ca. 21 Million EUR und dauerte von 1998 bis 2009. Es werden die Projektstruktur, die beteiligten Parteien und die wesentlichen Projektschritte vorgestellt. Die industrielle Absetzanlage Sillamäe (Fläche: ca. 0,5 km²) befindet sich unmittelbar an der Küste der Ostsee nahe der Stadt Sillamäe im Osten Estlands. Es wurden Tailings der hydrometallurgischen Aufbereitung von Uranerzen (1959 bis 1977), Seltener Erden (1977 bis 2003) und verflüssigter Ölschieferaschen des Industriekraftwerkes vor Ort eingespült. Die Sanierungsnotwendigkeit ergab sich aufgrund unzureichender geotechnischer Dammsicherheitsituation, der radiologischen Situation und der Umweltbelastung. Das Projekt umfasste folgende wesentliche Schritte: Standorterkundungsprogramm (2000 bis 2001), Umlagerung von Halden und kontaminierten Böden aus der Umgebung auf die Absetzanlage (2000 bis 2003), erste Dammsicherstellung (2001 bis 2003) mit stahlbewehrten Ortbetonpfählen sowie Bau eines ca. 1,1 km langen Küstenschutzbauwerkes, Bau einer ca. 0,6 km langen und 12 m bis 18 m tiefen Dichtwand sowie einer ca. 0,5 km langen, bis zu 12 m tiefen Drainage mit Kiesfüllung. Die Profilierung des Ringdammes und des Beckens als Höhenrücken erfolgten von 2003 bis 2004. Eine Mehrschichtabdeckung mit Dichtschicht wurde von 2005 bis 2008 aufgebaut und für die Nachnutzung als Grasland begrünt. Nach dem Abschluss der Sanierung im März 2009

wurde bis zum März 2012 das geotechnische, hydrogeologische, geochemische und radiologische Monitoring fortgesetzt. Im Ergebnis konnte der Sanierungserfolg bestätigt werden. Seitdem wird das langfristige Nachsorge-Monitoring im Auftrag des estnischen Umweltministeriums fortgesetzt. Die Monitoringergebnisse bestätigen auch 2016 den Sanierungserfolg. Die Abbildung 1 zeigt den im Jahr 2002 erreichten Sanierungsstand (Blick nach Osten). Im Hintergrund der Abbildung 1 sieht man die Stadt Sillamäe. Im Vordergrund befindet sich eine Absetzanlage zur Ascheeinspülung. Diese wurde nicht saniert. Auf der Anlage sieht man die bereits ersten Konturschichten, die von den umgelagerten Aschehalden aus dem Hinterland (rechts im Bild) stammen. Entlang der Küste ist das neue Küstenschutzbauwerk zu erkennen. Die rote Linie zeigt die Lage der Dichtwand. Die blaue Linie im Hintergrund zeigt die Lage der Tiefdrainage, die den Grundwasseranstrom aus dem Hinterland fasst. Die Abbildung 2 zeigt die Herstellung der Abdeckung im Jahr 2007 und den Bau des neuen Hafens Sillamäe. Man erkennt die verschiedenen Schichten der Abdeckung: Dichtschicht (dunkelgrau), Dränageschicht und Suffosionsschutzschicht (hellgrau), Speicherschicht (gelb), Rekultivierungsschicht (braun).

Mit der Sanierung der Absetzanlage Sillamäe konnten Gefahren für die Öffentlichkeit und für die Umwelt abgewehrt und die gesteckten Sanierungsziele vollständig erreicht werden, das Projekt insgesamt als voller Erfolg bewertet werden. Die erfolgreiche Sanierung war Voraussetzung für die ökonomische Entwicklung des Hafens, der Stadt und der Region. Es soll abschließend ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass die erfolgreiche Realisierung dieses Sanierungsprojektes, fast im Budget und mit akzeptabler zeitlicher Verzögerung, auch deshalb gelang, weil die für das Projekt wesentlichen Personen während der gesamten Zeit von 1998 bis 2009 an diesem Projekt beteiligt waren. Die Ergebnisse des Monitorings, seit nunmehr über acht Jahren nach Sanierungsabschluss, zeigen die

Funktionsfähigkeit der Abdeckung und aller technischen Anlagen sowie die Erreichung der Sanierungsziele. Heute kann dieses Sanierungsprojekt als eines der erfolgreichsten Sanierungsprojekte einer großen Absetzanlage in Europa angesehen werden, die in den letzten zwanzig Jahren realisiert worden sind.

Radioactive tailings pond Sillamäe/ Estonia – Successful realization of a multinational rehabilitation project

Barnekow, Ulf, Wismut GmbH, Chemnitz, Germany; Jaaksoo, Raimo, Estonian Ministry of the Environment, Tallinn, Estonia

This paper presents the successfully realized remediation under the Sillamäe Radioactive Tailings Pond Remediation Project (1998-2009). The success of the rehabilitation was precondition for the following positive economic development in and around the New Port

of Sillamäe. The project costs included EUR 21.2 million and lasted from 1998 until 2009. The paper provides an overview on the organizational project structure and parties involved the crucial decisions and project steps forward. The Sillamäe tailings pond covering ca. 50 ha is located immediately next to the shoreline of the Baltic Sea near Sillamäe town in the District Ida Virumaa in Eastern Estonia. Tailings disposal included mill tailings from uranium ore processing (1959-1977), from rare earth elements processing (1977-2003) and liquid oil-shale ashes from the local power plant. Initial environmental and geotechnical investigations identified insufficient safety of the tailings pond for radiological, environmental and geotechnical reasons. Contaminated seepage was entering the Baltic Sea. The 25 m high northern tailings dam was affected by marine erosion and given dam stability was found insufficient. The remediation project included the following crucial remediation steps: Drillings and samplings including geotechnical, (hydro-)geological and



Abb 1: Sanierung der Absetzanlage Sillamäe im Jahr 2002

Fig. 1: Remediation state of the Sillamäe tailings pond in 2002

Internationale Bergbau Projekte International Mining Projects

environmental investigations (2000-2001); relocation of mine wastes and contaminated soils from the surrounding onto the tailings pond for interim covering (2000-2003); initial stabilization measures (2001-2003) including a 1080 m long shore protection embankment along the shoreline of the Baltic Sea, a 720 m long pile grillage for stabilizing the northern dam including two rows of 15-18 m deep continuous flight auger piles, a 580 m long and 12-18 m deep cut-off wall, a deep gravel-filled drainage wall (520 m, up to 12 m deep) and a deep drainage trench. Reshaping of the dams with respect to long term dam stability and re-contouring of the pond area with respect to long-term settlement portions lasted from 2003 till 2004 building up a ridge-type surface contour. A multi-layer-type final cover including a sealing layer was constructed and vegetated for the after-use as grassland from 2005 till October 2008. After the end of the rehabilitation phase in March 2009 the defects notification period lasted until March 2012 including a continuous geotechnical, hydrogeo-

logical, geochemical and radiological monitoring to prove the functionality of the technical elements and the remediation success. The evaluation of the monitoring results in March 2012 approved the remediation success. Since then the long term monitoring is continued under responsibility and control of the Estonian Ministry of the Environment. Even in 2016 the annual monitoring report approved the remediation success and functionality of entire remediated tailings pond. Figure 1 shows the remediation state achieved by 2002 (view eastward). In the background one can see the city of Sillamäe (approx. 20000 inhabitants). The ash tailings pond in the foreground is not part of this project. On the pond area one can find the first part of the re-contouring layer from relocation of contaminated soils and waste dumps in the surrounding of the tailings pond. The new shore protection embankment is located along the shoreline. The red line shows the cut-off wall, the blue line the deep gravel-filled drainage cut. Figure 2 shows the ongoing construction of the



Abb 2: Bau der Abdeckung auf der Absetzanlage Sillamäe (2007)

Fig. 2: Construction of the surface cover in 2007 on the Sillamäe tailings pond

multi-layer type surface cover in 2007 and the ongoing erection of the New Port of Sillamäe. One can see the different individual layers: sealing layer (dark grey), drainage layer (bright grey), suffusion prevention layer (bright grey); storage layer (yellow) and recultivation layer (brown).

As a result of the remediation project acute dangers to the public and the environment could successfully be excluded. All remediation objectives were met. The successful remediation was a precondition for the positive economic development for the city and the region. It should be stressed that the successful realization of this project, nearly in budget and with acceptable delay was possible because the same key personnel was involved over the entire project period from 1998 until 2009. The monitoring results in 2016 show the functionality of all technical elements meeting all remediation objectives. Today this project can be seen as one of the most successful rehabilitation projects of a large tailings pond in Europe realized over the last 20 years.

Beyondie Lake Project - Potash exploration in Salt Lakes and Hidden Rivers (Palaeochannel System)

EuroGeol. Thomas Schicht, EuroGeol. Anke Penndorf K-UTEC AG Salt Technologies, Sondershausen

Brett Hazelden, Brad Gribb, Rudolph van Niekerk, Kalium Lake Limited, Perth

Einleitung

Kalium Lakes Limited (KLL) ist eine Australian Stock Exchange gelistete Firma mit etwa 2400 km² bewilligten Pachtflächen am östlichen Rand der Pilbara Region in West-Australien. KLL strebt die Gewinnung einer unterirdischen Sole-Lagerstätte (Brine) mit der Produktion von 75-300 Tausend Kilotonnen pro Jahr von K₂SO₄ (SOP) an. Die Gewinnung (durch Verdunstung) und Verarbeitung soll innerhalb der Beyondie/10 Mile Lizenzfläche erfolgen und wird als Beyondie Potash Project (BPP) bezeichnet.

Die Beyondie Kalisalzlagerstätte ist eine Sole (Brine) mit Gehalten von Kalium- und Sulfationen, welche ein Kalium-Sulfat-Salz (K₂SO₄) bilden. Die Sole befindet sich in gesättigten Sedimenten in zwei voneinander getrennten Horizonten unter der Salzseeoberfläche sowie in Sedimenten in unmittelbarer Nähe zum Salzsee. Die Salzseen befinden sich innerhalb des ausgedehnten Ilgarari Paläorinnensystems, welches sich über hunderte Kilometer weit erstreckt.

Im Projektgebiet wurde ein Bohr- und Schurfprogramm einschließlich der Probenahme von Sole- und Bodenproben, geophysikalischen Feldarbeiten, Laboruntersuchungen und Pump-tests durchgeführt. Die Erkundungsarbeiten dauern weiter an, um mit den gewonnenen Erkenntnissen die abgeschätzte mineralische Ressource in eine mineralische Reserve zu überführen. Basierend auf den Daten der Feldarbeiten und der Laboruntersuchungen wurde die mineralische Ressource abgeschätzt.

Hauptteil

Kalium Lakes Limited (KLL) besitzt bewilligte

Internationale Bergbau Projekte

International Mining Projects

~ 2,400 km² Lizenzflächen am östlichen Rand der Pilbara Region in West-Australien. KLL besitzt ebenso bewilligte Lizenzen für eine Reihe von verschiedenen zusätzlichen Aktivas, wie der Beyondie Zugangsstraße vom Great Northern Highway, Gas- und Kommunikationsleitungen und Wasserversorgung.

In alluvialen Sedimenten befindet sich der obere solehaltige Aquifer. Der zweite soleführende Horizont befindet sich in der Basis der Paläorinne in den unteren Sanden. Möglicherweise unterteilen dünne Tonlagen diesen Aquifer in verschiedene Sektionen, aber allgemein kann der Aquifer als homogen angesehen werden.

Basierend auf der Feldarbeit und den Laboranalysen konnte eine Bewertung der „Mineral Resource“ vorgenommen werden. Die folgende Tabelle zeigt die abgeschätzte „Mineral Resource“ für SOP.

Werte für die Klassifizierungen „Measured Resources“ und „Mineral Reserves“ werden

erst nach weiteren Erkundungsergebnissen in der Zukunft abgeschätzt werden.

Bis zur Veröffentlichung der Daten wurden eine Reihe von Erkundungsarbeiten ausgeführt. Die Ergebnisse der Lagerstättenerkundung zeigen die lateralen Variationen und Unterschiede (z. B. in den Schürfen) der chemischen Zusammensetzung der Sole wie auch Tiefabhängigkeiten. Die Ergebnisse der chemischen Analyse der Soleproben, der Langzeitpumptests, der Korngrößenanalyse, der Bohrlochtests und der geophysikalischen Erkundungen führten zu Größen für die Klassifizierung für die „Inferred Resource“ und die „Indicated Resource“. Weiterhin wurden Größenordnungen für die Klassifizierung „Exploration Target“ auf der Basis von existierenden Daten und der Kenntnis über den weiteren Verlauf des Salzseesystems mit dem verbindenden Paläorinnensystem abgeleitet. Mit Vorschreiten der Erkundungsarbeiten und dem Vergrößern sowie Verbessern der Datenbasis können sich die Ressourcen und

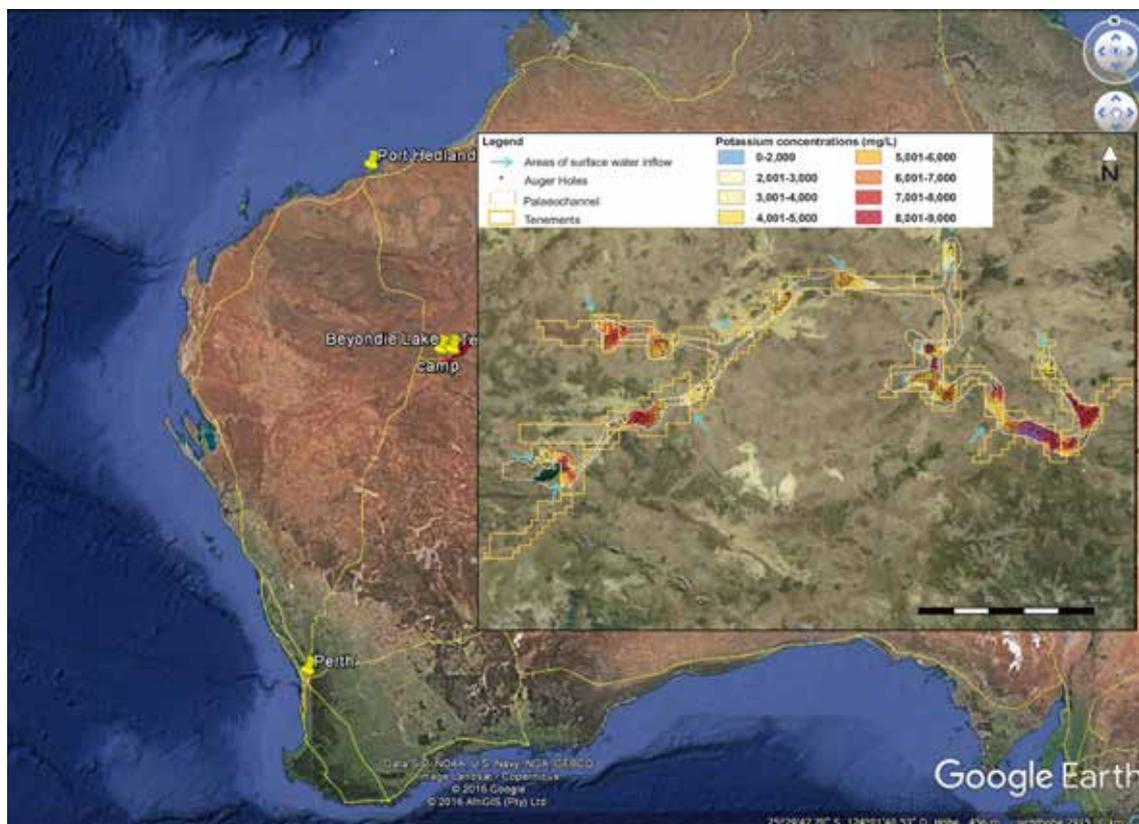


Abb 1: Beyondie Potash Projekt Gebiet und erste Erkundungsergebnisse.

Fig. 1: Beyondie Potash Project outlines and first exploration results.

die Werte der Ressourcen vergrößern.

Zwei verschiedene Gewinnungsmethoden - Pumpgalerie mit Rohrleitungen oder Grabensysteme - wurden bisher betrachtet. Beide Methoden erlauben die Förderung der Sole aus dem Untergrund. Die K-UTEK AG hat eine an die Beyondie-Sole angepasste Gewinnungsmethodik entwickelt, welche eine Produktionslinie für SOP erlaubt. Bezüglich der Zusammensetzung der Sole ist es möglich, mit dem aktuellen Konzept neben SOP noch weitere Nebenprodukte wie Epsomite, Magnesiumhydroxid, Bischofite und Kalziumchloridlösung herzustellen.

Beyondie Lake Project - Potash exploration in Salt Lakes and Hidden Rivers (Palaeochannel System)

EuroGeol. Thomas Schicht, EuroGeol. Anke Penndorf K-UTEK AG Salt Technologies, Sondershausen

Brett Hazelden, Brad Gribb, Rudolph van Niekerk, Kalium Lake Limited, Perth

Introduction

Kalium Lakes Limited (KLL) is an Australian Stock Exchange listed company with ~ 2,400 km² of granted tenements at the eastern margin of the East Pilbara region of Western Australia. KLL is looking to develop a sub-sur-

face brine deposit to produce 75-300 ktpa of Sulphate of Potash (K₂SO₄ or SOP) product via evaporation and processing within the Beyondie/10 Mile tenement holding – the Beyondie Potash Project (BPP).

The Beyondie potash deposit is a brine, containing the target potassium and sulphate ions that could form a potassium sulphate salt. The brine is contained within saturated sediments in at least two separate horizons below the lake surface and in sediments adjacent to the lake. The lakes are located within the broader Ilgarari palaeochannel system that extends over hundreds of kilometres.

A drilling program and augering program with sampling of brine and soil material, geophysical fieldwork, laboratory analysis and pumping tests have occurred at the project area. Exploration activities are ongoing with further results expected to upgrade the mineral resource to a mineral reserve.

Based on data from the fieldwork and laboratory analyses an assessment of the Mineral Resource has been undertaken.

Main

Kalium Lakes Limited (KLP) has been granted with ~ 2,400 km² tenements at the eastern margin of the East Pilbara region of Western Australia. KLL has also been granted Miscellaneous Licence for various activities inclu-

Level	Gewinnbare Sole Volumen (10 ⁶ m ³)	K Grade (mg/l)	K (10 ⁶ t)	SO ₄ (10 ⁶ t)	SOP (10 ⁶ t)
Indicated Resource	58.7	7,145	0.42	1.38	0.94
Inferred Resource	1,396.3	6,051	8.45	24.06	18.84
Exploration Target	1,440 - 3,518	1,100 - 4,515	1.58 - 15.89	2.72 - 46.06	3.53 - 35.43

Level	Drainable Brine Volume (10 ⁶ m ³)	K Grade (mg/l)	K (10 ⁶ tonnes)	SO ₄ (10 ⁶ tonnes)	SOP (10 ⁶ tonnes)
Indicated Resource	58.7	7,145	0.42	1.38	0.94
Inferred Resource	1,396.3	6,051	8.45	24.06	18.84
Exploration Target	1,440 - 3,518	1,100 - 4,515	1.58 - 15.89	2.72 - 46.06	3.53 - 35.43

Tab. 1: „Mineral Resources“ Zusammenfassung

Tab. 1: Mineral Resources Summary

Internationale Bergbau Projekte International Mining Projects

ding Beyondie site Access Road from the Great Northern Highway, Gas Pipeline, Communication and Water Supply.

The alluvial sediments in the upper aquifer host the first brine horizon. The second brine horizon is connected to the lower aquifer within the sediments at the basis of the palaeochannel, the basal sands. There is a possibility that small clay layers are included, which can separate this aquifer into several sections, but generally it can be treated as more or less uniform aquifer.

Based on data from the fieldwork and laboratory analyses an assessment of the Mineral Resource has been undertaken. The following Mineral Resources for SOP have been estimated (see Table 1):

Measured Resources and Mineral Reserves cannot be estimated until further work is completed.

At the publication date a number of exploration works have been carried out. The results of the deposit exploration show the differences of the chemical composition of the brine from different well depths as well as laterally, e.g. from auger holes. The results of the chemical analysis of the brine, the long lasting constant rate pumping tests, grain size analysis, borehole tests, and geophysical investigations, have led to values for Indicated and Inferred Resource classification. Furthermore, values for an additional exploration target have been extrapolated from the existing data and knowledge of the lake system within the underlying palaeochannel. As exploration work continues, the database as well as the classification of the resources and size of the resource may be increased.

The two possible mining methods, bores and trenching, will allow abstraction of the sub-surface brine. K-UTECH has developed a recovery method unique to the Beyondie brine, which allows a production route for SOP. According to the composition of the deposit brine the present concept considers the recovery of SOP as the principle product with the potential for producing the following

by-products; Epsomite, Magnesium Hydroxide, Bischofite and Calcium Chloride Brine.

Maßgeschneiderte Lösungen für den Tagebau

Florian Beier, Julia Ridder, DMT Consulting GmbH, Essen

Hintergrund

Die DMT Consulting GmbH verfügt über weltweite Erfahrung in Bergbauprojekten, von verschiedensten Mineralien sowohl im untertägigen Bergbau als auch im Tagebau. Im vergangenen Jahrzehnt wurden verschiedene Projekte im Phosphat bearbeitet, alle im Tagebau, alle mit unterschiedlichen Zielen und unterschiedlichen Herausforderungen.

Aber warum Phosphat? „Phosphat ist der Engpass des Lebens.“ Wie der Biochemiker und Autor Isaac Asimov in den 1970er Jahren zu dieser knappen Aussage bekam, ist jetzt noch deutlicher als je zuvor. Die Sicherung der Phosphatversorgung ist eine der größten globalen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Phosphat hat keinen Ersatz in der Nahrungsmittelproduktion, und die Verwendung von Phosphatdüngern in den vergangenen 50 Jahren hat die Ernteerträge erhöht und dazu beigetragen, Milliarden von Menschen zu ernähren. Allerdings hat dies seinen Preis ... DMT hilft, Phosphat zu vertretbaren Kosten zu gewinnen oder die Gewinnungskosten durch konventionelle und unkonventionelle Lösungen zu reduzieren. DMT bearbeitet Machbarkeitsstudien vor, um die wirtschaftliche Lebensfähigkeit eines Projekts zu ermitteln und zu demonstrieren und den Anlegern eine umfassende Analyse eines Projekts zu bieten, um die Wirtschaftlichkeit zu beurteilen.

Marokko

Marokko ist einer der größten Phosphatproduzenten weltweit und hat 80% der weltweit bekannten Ressourcen. Der Betreiber für Phosphat-Bergbau und Anreicherung in Marokko ist die OCP-Gruppe (größter Phosphat-Produzent weltweit). DMT arbeitete für OCP bereits 2011/2012 und bereitete eine Machbarkeitsstudie für den neuen Tagebau El Halassa mit einer Produktion von 6 mtpy Konzentrat vor.

DMT arbeitet seit 2016 für OCP, um alternative Abbauverfahren für die Lagerstätten von Gantour zu bewerten und zu entwickeln, die Kosten um 30% zu senken und innovative Technologien wie den mobilen hydraulischen Transport aus dem Tagebau einzuführen und die Produktion auf bis zu 13 Mt pro Jahr Konzentrat zu verdoppeln.

Algerien

Somiphos hat die DMT Consulting GmbH im Jahr 2013 mit der Durchführung einer Machbarkeitsstudie für die Djebel Onk South und Bled El Lagerstätten Hadba beauftragt. Seit der Entdeckung der Djebel Onk South Lagerstätte im Jahre 1906 wird Phosphat aus zwei Tagebauen gewonnen. Bled El Hadba ist ein Greenfield-Projekt, in dem Somiphos eine umfangreiche Explorationskampagne durchgeführt hat, um bis 2020 eine Produktionshöhe von 6 Mt pro Jahr des verkaufsfähigen Produkts zu erzielen. Die größte Herausforderung stellen dabei Sandschichten mit einer Mächtigkeit von bis zu 180 m dar.

Peru

Die Einführung eines kontinuierlichen Bergbausystems als Alternative zum Bagger/SLKW Betrieb ist für die Bayovar 9 Lagerstätte von Hochschild in Peru im Jahr 2009 analysiert worden. In Zusammenarbeit mit ThyssenKrupp und Wirtgen entwickelte DMT ein Konzept für die Gewinnung des Minerals und die Abraumbeseitigung zu einem konkurrenzfähigen Preis.

Togo

Eine israelische Bergbaugesellschaft beabsichtigt, eine der großen Phosphatvorkommen in Togo zu erwerben. DMT wurde beauftragt im Jahr 2011 eine Due Diligence und einen ersten Abbau - Entwicklungsplan zu erstellen, um das Potenzial der Lagerstätte zu bewerten und weitere Schritte zur Erschließung eines neuen Tagebaus zu evaluieren. Zurzeit ist DMT in Verhandlungen für die Erstellung einer Machbarkeitsstudie für die Lagerstätte in Zusammenarbeit mit Bateman.

Internationale Bergbau Projekte

International Mining Projects

Tailormade solutions for open pit mining

Florian Beier, Julia Ridder, DMT Consulting GmbH, Essen

Background

DMT Consulting GmbH has worldwide experience in mining projects, of different minerals either underground or open pit mining. Over the last decade different projects especially in phosphate have been encountered, all of them in open pit mining, all of them with different focus and different challenges.

But why phosphate? "Phosphorus is life's bottleneck." What biochemist and author Isaac Asimov was getting at this terse statement back in the 1970s is now more immediately apparent than ever. Phosphorus security is emerging as one of the twenty-first century's greatest global sustainability challenges. Phosphorus has no substitute in food production, and the use of phosphate fertilizers in the past 50 years has boosted crop yields and helped feed billions of people. However, these advantages have come at a serious cost... and DMT is helping to extract phosphate rock at reasonable costs or is reducing extraction costs through conventional and unconventional solutions. DMT further prepares definitive or bankable feasibility studies to determine and demonstrate a project's economic viability, providing investors with a comprehensive forward analysis of a project's economics, against which to assess creditworthiness.

Morocco

Morocco is one of the biggest phosphate producers worldwide and the one with 80% of the world known resources. The operator for phosphate extraction and beneficiation in Morocco is the OCP Groupe (biggest phosphate producer worldwide). DMT worked for them in 2011/2012 and prepared a feasibility study for a new open cast mine of El Halassa for a phosphate production of 6 mtpy concentrate.

DMT has now been working for OCP since

2016 to evaluate and develop alternative mining methods for the Gantour mines, cutting costs by 30% and introducing innovative technologies such as in-pit mobile hydraulic transport and potentially doubling the production of up to 13 mtpy concentrate.

Algeria

Somiphos spa contracted DMT Consulting GmbH in 2013 to conduct a feasibility study for the Djebel Onk South and Bled El Hadba deposits. Since the discovery of the Djebel Onk South deposit in 1906 phosphate is extracted from two open pit mines. Bled El Hadba is a Greenfield project where Somiphos has conducted a major exploration campaign to achieve a production of 6 mtpy of saleable product by 2020. The presence of sand layers with a thickness of up to 180 m presents a major challenge to the phosphate production.

Peru

The introduction of a continuous mining system as alternative to shovel and truck extraction has been the major challenge in the Bayovar 9 deposit of Hochschild in Peru in 2009. In cooperation with ThyssenKrupp and Wirtgen, DMT developed a concept for mining overburden and mineral at a competitive price.

Togo

An Israeli Mining Company intends to purchase one of the major Phosphate deposits in Togo. DMT was engaged to execute a Due Diligence and initial mine planning and development plan in 2011 in order to evaluate the potential of the deposit and to give advice of further steps towards opening a new mine. Now DMT is in negotiation for a full Feasibility Study on the deposit in cooperation with Bateman.

Untertagebergbau: Der Unterschied zwischen dem idealen und dem aktuellen Zustand

Paul Tim Whillans, Whillans Mine Studies Ltd., Vancouver

Vollständiger Artikel verfügbar bei paul@whillansminestudies.com

Zusammenfassung

Eine Untertagebergbaustudie durchgeführt nach NI43-101, JORC, PERC oder nach einem ähnlichen Berichtscodex wird allgemein von der Öffentlichkeit als repräsentativ, unabhängig und unparteiisch angesehen. Allerdings haben Fachleute der Bergbaubranche erkannt, dass es einen klaren Unterschied zwischen den in diesen Studien enthaltenen Kostenprognosen und den tatsächlichen, operativen Kosten gibt.

Für den Untertagebau sind die Risiken, die mit vorliegenden, repräsentativen Informationen verbunden sind, viel größer als für den Ober-tagebau, und die Kosten für den untertägigen Zugang zum Erz sind auch proportional viel größer. Daher muss nachgewiesen werden, dass die projektierten Kosten mit den realen Kosten übereinstimmen und auch tatsächlich erreicht werden können. Dies würde auch die Glaubwürdigkeit in der Bergbaubranche erhöhen. Diese Risikoverringerung würde Investitionen fördern und ein Fundament für solides Vertrauen gegenüber Zuständigkeiten und Gemeinschaften bilden, die mit dem zukünftigen Bergbau befasst sind.

Das Ziel dieses Artikels und eines Begleitartikels, der im vergangenen Monat in Montreal mit dem Titel „Mining Dilution and Mineral Losses“ vorgestellt wurde, ist: die Diskussion über das Tun und Handeln der Bergbaubranche, welches zum Überoptimismus führt; die Zurverfügungstellung von einfachen Werkzeugen zur Feststellung, welche Studien besser mit der Realität übereinstimmen; die Identifizierung von generellen Schwachstellen von Untertagebergbaustudien; die Beschreibung der Auswirkungen von übermäßig optimistischen Studien auf die Branche; die Beschrei-

bung der nötigen, spezifischen Änderungen, um diese Herausforderungen zu bewältigen; und die Förderung der Zusammenarbeit zur besseren Abstimmung von Bergbaustudien mit der Realität.

Einführung

Richtlinien zur Erstellung von Berichten über mineralische Gewinnungsprojekte wie NI 43-101 wurden geschaffen, um Betrug zu verhindern und das Erstellen von Berichten für diese Projekte zu standardisieren. Die Richtlinien für die Probenahme und die geologische Zusammenfassung sind gut definiert, aber die Qualität der Berichte bezüglich Bergbauwirtschaftlichkeit ist sehr unterschiedlich. T. Lwin und J. Lazo von „Export und Entwicklung Kanada“ haben darauf hingewiesen, dass die Investitionssumme im Durchschnitt 40% über dem Budget für untertägige Bergbauprojekte lag und dass seit 2009 dieser Trend zunimmt. Dieser Artikel soll klar machen, dass es auch andere Komponenten in Bezug auf Untertagebergbaustudien gibt, welche zu übertriebenem Optimismus und zu variablen Effekten führen. Diese Effekte können größere Abweichungen bewirken als die bloße Analyse der Kapitalkosten ergeben könnte. Eine Monte-Carlo-Analyse würde diese Abweichungen nicht aufzeigen, außer es ergibt sich die Wahrscheinlichkeit, dass ein Ergebnis ein anderes aufzeigen könnte. Einige Schlüsselindikatoren abgesehen von den Kapitalkosten sind: Zeit und Ressourcen bis zur Erreichung der vollen Produktion; Interpretation der Sensibilität von Projekten; Materialdurchsatz; Verunreinigung von Erz und Erzverluste; Bergbaueinheitskosten (falls vorhanden); Größe der mobilen Flotte; und Eventualitäten.

Diskussion

Eine wichtige Herausforderung zur Erreichung einer unparteiischen und repräsentativen Bergbaustudie ist die Wahrnehmung dessen, was das Ziel dieser Studien ist. Negative Studien werden nicht veröffentlicht. Wir sind getriebene Personen und der natürliche Trieb bei der Umsetzung des Projektes in die nächste Phase ist für uns selbstverständlich

Internationale Bergbau Projekte

International Mining Projects

und dominiert die Branche. Wir entwickeln Loyalität gegenüber unseren Arbeitgebern und den Menschen, die an abgelegenen Orten arbeiten, und wenn es eine Chance gibt das Projekt voranzutreiben, neigen wir dazu, es zu versuchen. Schließlich führt dies zu weniger Achtsamkeit bei der vorläufigen, wirtschaftlichen Abschätzung (PEAs), die oft als Mittel gesehen wird das Projekt voranzutreiben. Leider sind es diese Vorstudien, die die Voraussetzungen für die folgenden Studien schaffen. Annahmen, welche in den PEAs getroffen werden, können die Erwartung für die Vergabe und die Durchführung von nachfolgenden, höheren Studien beeinflussen.

Alle Bergbaustudien erfordern eine Kombination aus a) einer Form von Leistungsvergleich und b) Berechnungen von Kosten und Produktivität, welche die Verfügbarkeit von Maschinen und Arbeitskräften und die Einschränkungen der untertägigen Bergbauumgebung berücksichtigen. Bei ordnungsgemäßer Ausführung kann der Leistungsvergleich von Produktivität und Kosten von aktiven Bergbauen sehr nützlich sein, da dieser Verfügbarkeit, Eventualitäten für unerwartete Ereignisse sowie unvermeidliche menschliche Fehler beinhaltet. Aus diesem Grund erscheinen zuverlässige Kennzahlen im Vergleich zu berechneten Werten eher pessimistisch und infolgedessen werden einige umfangreiche Kennwertstudien, welche die Bergbauproduktionsraten vergleichen, ignoriert.

Ein Bergbau ist die andere Realität einer Bergbaustudie mit unterschiedlichen Prioritäten. Für die Studie ist es wichtig, eine positive Rendite der Investition widerzuspiegeln. Für die Bergbaubetreiber sind eine sichere Arbeitsumgebung und die Produktivität der Menschen am wichtigsten, während zur gleichen Zeit die erforderliche Tonnage erzeugt wird. Fehler werden auf allen operativen Ebenen gemacht und beinhalten auch Headoffice-Entscheidungen, Leitung vor Ort, Logistik, technische Dienstleistungen und bergmännische Ausführungen. Die Ursachen können uneigennützig durch Fehlinformationen passieren, Unterschiede in wahrgenom-

menen Prioritäten und manchmal Apathie sein. Die Industrie ist voll von folkloristischen Ansammlungen von Fehlern, welche auf großen Produktionsdruck zurückzuführen sind. Der Faktor Mensch wird normalerweise nicht in Machbarkeitsstudien miteinbezogen, außer es wird ein Leistungsvergleich herangezogen, wo dieser berücksichtigt wird.

Um konkurrenzfähig zu bleiben, setzt der Untertagebau im Vergleich zu anderen Branchen viel stärker auf Informationen von Bergbauausrüstungsfirmen, Bergbaukostendatenbanken, Auftragnehmern und Bergbausoftware, welche mit dem Argument zu überzeugen versuchen, dass ihr Produkt mit weniger mehr erreichen wird. Es gibt technische Themen bei denen moderne Software auf Bergbaulösungen angewendet wird, diese liefern auch Antworten, die genau wiederholbar sind, aber leider als nicht repräsentativ gelten.

Die Auslegung der Bewetterung und die langfristige Gesundheit der Bergleute sind für die Industrie immer wichtiger geworden, und die Unterschätzung der mobilen Flottengröße ist der häufigste Fehler, der zu unterdimensionierten Strecken und unzureichender Bewetterung führt.

Ein gesonderter Artikel des Autors befasst sich mit den Gründen, warum Erzverunreinigung und Erzverlust in Untertagebergbaustudien unterschätzt werden.

Underground Mining: The Difference Between Optimal and Real

Paul Tim Whillans, Whillans Mine Studies Ltd., Vancouver

Full articles available at
paul@whillansminestudies.com

Abstract

An underground mining study that is done in accordance with NI43-101, JORC, PERC or similar reporting code is generally assumed by the public to be representative, indepen-

dent and impartial. However, it has been well documented by academics and professionals in our industry that there is a sharp difference between the forecasts presented in these underground studies and the actual costs when a mine is put into production.

For underground mines, the risks associated with obtaining representative information are much greater than for surface mining and the cost of accessing underground ore is also proportionally much greater. We need to demonstrate that our projections are aligned with what is real and can be achieved, thus bringing more credibility to our industry. The reduction in risk will attract investment and build foundations of solid trust with jurisdictions and communities in which future mines will operate.

The objective of this article and a companion article presented last month in Montreal titled "Mining Dilution and Mineral Losses" is to:

- Discuss practices currently in use in our industry that lead to a composite or aggregate effect of over optimism;
- Provide simple tools to identify which studies are likely to be more closely aligned with reality;
- Identify some specific points where underground mining studies are generally weak;
- Describe the effects of overly optimistic studies on our industry;
- Outline some specific changes that are necessary to overcome these challenges; and
- Foster collaboration to better align mining studies with reality.

Introduction

Mineral project reporting guidelines such as NI 43-101 were created to prevent fraud and standardize reporting for mineral projects. The guidelines for sampling and geological reporting are well defined, but the quality of reports is highly variable with regard to mine economics. T.Lwin and J.Lazo of Export and

Development Canada have indicated that capital expenses averaged 40% over budget for underground projects and that since 2009 this trend has been increasing. It became clear in the course of writing this article that there are other components to underground studies that also trend toward optimism and lead to an aggregate or composite effect indicating variances much larger than that would be apparent reviewing only capital costs, variances that would not be addressed by Monte Carlo analysis unless the probability of one outcome triggering another can be identified. Some key indicators apart from capital costs are:

- Time and resources to reach full production;
- Interpretation of project sensitivities
- Mill throughput;
- Dilution and mineral losses;
- Mine unit costs (if they are provided);
- Size of mobile fleet; and
- Allowance for contingencies

Discussion

An important challenge to achieving an impartial mining study representative of future project economics is the perception of those working within the mining business of what these studies are meant to achieve. Negative studies don't get published. We are people of action and the natural collaboration in moving the project to the next phase is natural to us and dominates our industry. We develop loyalty to our employers and to the people working in remote places and if there is a chance the project can move forward we tend to seek it. Finally, less care is taken with Preliminary Economic Assessments (PEAs) which are often seen as a "way to move the project forward". Unfortunately it is these preliminary studies that may set the bar for the studies that follow. Assumptions made in the PEAs can influence the expectation, awarding and execution of subsequent higher level studies.

All mining studies require a combination of a) some form of benchmarking and b) base or

Internationale Bergbau Projekte International Mining Projects

first principles compiling of costs and productivities that consider availability of machinery and labour and take into account the restrictions of the underground mining environment. If properly executed, benchmarking of productivities and costs from existing operating mines can be very useful because it includes allowances for availability, contingencies for unexpected occurrences as well as inevitable human error. It is for this precise reason that reliably benchmarked numbers appear pessimistic compared to calculated values and as a consequence, some extensive benchmarking studies comparing mine production rates is being ignored.

A mining operation is a different reality from a mining study, with different priorities. For the study, it is important to reflect a positive return on the investment. For the mine operator, the safety of the people and managing them to be productive is paramount, while at the same time producing the required tonnage. Errors are made at every level of the operation and include head office decisions, site supervision, logistics, mine supervision, technical services as well as the miners. The causes may be altruistic but ill-informed, differences in perceived priorities and at times, apathy. Our industry is full of folkloric accounts of mistakes which compound when an operation is under great pressure to produce. The human factor is not normally considered in feasibility studies unless benchmarking is used as a way of taking them into consideration.

Compared to other industries, underground mines rely much more heavily on data from suppliers of mining equipment, mining cost databases, underground contractors and mining software who in order to compete, present convincing arguments to show their product will do more with less.

There are technical issues with how modern software is applied to some mining solutions, yielding answers that are precisely repeatable but can be demonstrated as not representative.

Mining has become much safer over the past

30 years and academic influence has played a part in this but we now have fewer generalist decision makers who understand the impact of statistical probabilities such as the effect on mine production if 20% of the areas where machine remote mining occurs, experiences some instability in rock conditions.

Ventilation considerations and long term health of the miners are increasingly important to our industry and underestimating the size of the mobile fleet is the most common error leading to undersized airways and insufficient air flow. Jurisdictions allow varying levels of contaminants in diesel fuel, have different restrictions on engine type and air flow that may not compensate for high altitude work or require de-rating of diesel engines to compensate for altitude.

A separate article available from the author deals with the reasons why mining dilution and mineral losses tend to be underestimated in underground studies.

Risikomanagement und Nachbergbau der RAG Aktiengesellschaft

Simon Heuter, Karin Wiethoff, Frank Wollnik, RAG Aktiengesellschaft

Die RAG Aktiengesellschaft betreibt nur noch zwei aktive Bergwerke, sodass sich der Großteil der Bergbauflächen bereits in der Nachbergbauphase befindet. Der Aufgabenbereich des Nachbergbaus erstreckt sich unter anderem über das Risikomanagement, das Monitoring sowie die Prognose und Sanierung von bergbaulichen Hinterlassenschaften.

Das Risikomanagement der RAG Aktiengesellschaft arbeitet sowohl reaktiv, z.B. bei Tagesbrüchen, als auch proaktiv auf Basis eines etablierten Priorisierungssystems. Modernstes Monitoring liefert Informationen bezüglich Bodenbewegungen, Grubenwasserständen und der Beschaffenheit von Schächten. Alle Bereiche über tagesnahen Abbau werden bezüglich Geologie, Flächennutzung und der bergbaulichen Situation analysiert und bewertet. Auf diese Art und Weise können risikobehaftete Flächen frühzeitig erkannt und gesichert werden.

Das Ziel ist es, bergbaubedingte Gefahren für Mensch und Umwelt abzuwehren. Aus diesem Grund beseitigt die RAG Aktiengesellschaft nicht nur akute Gefahren, sondern nutzt zusätzlich ein Priorisierungssystem, um Risiken prognostizieren und frühzeitig minimieren zu können.

Risk Management and Post-Mining Activities of the RAG Aktiengesellschaft

Simon Heuter, Karin Wiethoff, Frank Wollnik, RAG Aktiengesellschaft

Even though two hard coal mines are still producing, the majority of the RAG Aktiengesellschaft mining sites have been closed many years ago. A sound handling of their legacy leads to a wide scope of post-mining activi-

ties including risk management and monitoring as well as the prediction and remediation of structural damage.

The post-mining management of the RAG Aktiengesellschaft functions not only reactive to events like sinkholes, but also proactive using a risk management system. State of the art airborne and ground based monitoring gives information about ground movement, water level and the condition of shafts. The established risk management system develops a rating for every parcel of land located above near-surface mining sites based on parameters regarding geology, mining operation and land use. This way, high risk areas are dealt with, before the geological or structural faults occur.

Minimizing the impact on people, wildlife and environment is of utmost importance. Therefore, the RAG Aktiengesellschaft eliminates any immediate threats and uses its monitoring and risk management to predict and minimize potential risks.

Entwicklung und Einsatz eines Kletterschalungssystems zur Herstellung einer Brunnenröhre in Schächten der RAG

Stefan Nilotzki, ZPP Ingenieure AG, Bochum

Karl-Heinz Lohmüller, RAG Aktiengesellschaft, Herne; Arnold Kaiser, PASCHAL-Werk G. Maier GmbH, Steinach

Der Steinkohlenbergbau in Deutschland steht vor großen Umbrüchen. Ende 2018 schließen die letzten beiden Zechen in Nordrhein-Westfalen. Folgerichtig stellt die RAG Aktiengesellschaft ihr Wasserhaltungskonzept grundlegend um – von der untertägigen Wasserhaltung hin zur Brunnenwasserhaltung. Dazu werden die an den Wasserhaltungsstandorten untertägig installierten Pumpenanlagen demontiert, das noch offene Grubengebäude abgeworfen und die Schächte teilverfüllt. Die weitere Wasserhaltung erfolgt zukünftig im Schacht über Tauchpumpen. Um die Zugänglichkeit bis zu den Wasserhorizonten zu gewährleisten, werden in die Vorbau-säule des Schachts sogenannte Hüllrohre eingebaut.

Diese Hüllrohrtechnik kam bei allen bisher umgerüsteten Wasserhaltungsstandorten zum Einsatz. Für zwei weitere Standorte, die ebenfalls für eine Brunnenwasserhaltung vorgesehen sind, ist die Hüllrohrtechnik nur schwer einsetzbar. So müsste am Wasserhaltungsstandort Friedlicher Nachbar 2 in Bochum die Erstellung der Brunnenröhre bei laufender Grubenwasserförderung erfolgen. Der Einsatz von längsgeteilten Hüllrohren mit einem unverhältnismäßig hohen konstruktiven und wirtschaftlichen Aufwand wäre die Folge. Beim Wasserhaltungsstandort Fürst Leopold in Dorsten muss während der Teilverfüllung betriebsbedingt ein Teil des abzuwerfenden Grubengebäudes offengehalten werden. Über die Hüllrohre könnte weder eine ausreichende Bewetterung noch ein qualifizierter Rettungsweg gewährleistet werden.

Die RAG Aktiengesellschaft hat zusammen mit der ZPP Ingenieure AG aus Bochum im

Rahmen einer Machbarkeitsstudie die Möglichkeiten alternativer Bauverfahren für die Erstellung einer Brunnenröhre in Schächten untersucht. Als Ergebnis dieser Studie erwies sich die Kletterschalungstechnik als ein geeignetes Bauverfahren für Teilverfüllungen, sowohl während der laufenden Wasserhaltung als auch bei Fortführung der Hauptbewetterung. Die Kletterschalungstechnik ist ein im Hochbau gängiges Verfahren zur Herstellung von beispielsweise Türmen, Pylonen und Aufzugschächten.

Konsequenterweise entwickelten RAG, ZPP und der Schalungshersteller PASCHAL aus Steinach ein kreisrundes Kletterschalungssystem speziell für den Einsatz in Schächten, welches im Gegensatz zum klassischen Anwendungsgebiet invers arbeitet, d.h. die Betonage erfolgt zwischen innenliegender Schalung und äußerer Schachtwandung. So entsteht im teilverfüllten Schacht ein im Durchmesser 2,70 m großes „Brunnenloch“, welches bis zu drei Tauchpumpen aufnehmen kann.

Entscheidend für die Funktionstüchtigkeit der Kletterschalung ist die Öffnungsmechanik der drei Schalungssegmente je Kletterschalungsring. Die Mechanik basiert auf einem patentierten System des Schalungsherstellers PASCHAL. Über ein spindelbares Zugstangensystem mit einem sogenannten Ausschälkeil lässt sich der Durchmesser der Schalung von 2,70 m auf rund 2,66 m verringern und ermöglicht somit das Ausschalen nach innen sowie das Versetzen der Kletterschalung zum nächsten Betonierabschnitt. Die Lagesicherheit der Schalungssegmente wird über eine 12 m hohe, innenliegende Betonierbühne gewährleistet. Von ihr aus lässt sich die Ausschälmechanik von der obersten Ebene aus bedienen. Das Bedienpersonal erreicht die Betonierbühne über einen Befahrungskorb. Dieser kann die Bühne bei Bedarf aber auch komplett durchfahren und bei einem Notfall z.B. als Rettungsmittel eingesetzt werden.

Die Entwicklung der Kletterschalung erstreckte sich von Anfang 2015 bis Mitte 2016 und mündete Anfang August 2016 in einem Beto-

nierversuch auf dem Gelände der Schachtanlage Haus Aden in Bergkamen. Der Versuch zeichnete die wesentlichen Randbedingungen des Schachts Friedlicher Nachbar nach. So simulierte er den Schachtdurchmesser von 4,5 m und die exzentrische Positionierung der Kletterschalung im Schacht. Die Betonierhöhe von 5 m entsprach dem späteren täglichen Betonierfortschritt. Die LPI Ingenieurgesellschaft mbH aus Hannover und die DMT GmbH & Co. KG aus Essen begleiteten den Versuch betontechnologisch. Die erfolgreiche Versuchsdurchführung bewies die Einsatzfähigkeit der Kletterschalung und des eigens für dieses Bauvorhaben von LPI entwickelten Betons.

Ende 2017 ist der Einsatz der Kletterschalung im Schacht Friedlicher Nachbar vorgesehen. Der Schacht 1 der Zeche Fürst Leopold soll zeitnah ebenfalls mit der Kletterschalungstechnik teilverfüllt werden.

Development and operation of a climbing formwork system for production of a well pipe in shafts from the RAG

Stefan Nilotzki, ZPP Ingenieure AG, Bochum

Karl-Heinz Lohmüller, RAG Aktiengesellschaft, Herne; Arnold Kaiser, PASCHAL-Werk G. Maier GmbH, Steinach

Pit-coal mining is on the move in Germany. At the end of 2018, the last two coal mines in North Rhine-Westphalia are closing. Consequently, the RAG Aktiengesellschaft fundamentally implements its long term water management concept – from the underground water management to the well water management. Hereto, the water pumping regimes installed underground at the water management locations are disassembled, the still-open pit building is discarded and the shafts are partially filled. Future, further water management is processed through submersible pumps in the shaft. In order to ensure accessibility to the water horizons, so-called

clad pipes are implemented into the advancing pillar of the shaft.

This clad pipe technology was applied to all modified water management locations in the past. For two further locations, which are also intended for a well water management, applying the clad pipe technology proves difficult. For example, at the water management site Friedlicher Nachbar 2 in Bochum, the production of the well pipes would have to be processed during ongoing mine drainage pumping. The application of slitting clad pipes with a disproportionately high constructive and economic effort would be the result. With the water management site Fürst Leopold in Dorsten, a part of the to-be-discarded pit building has to be kept open during the filling due to operational reasons. By way of the clad pipes, neither a sufficient ventilation nor a qualified escape route could be guaranteed.

The RAG Aktiengesellschaft, alongside ZPP Ingenieure AG from Bochum, has surveyed the possibilities of alternative construction procedures for the production of a well pipe via a feasibility study. As the result of this study, the climbing formwork technology has proven to be the appropriate construction procedure for partial fillings, both during the ongoing ground water holding, as well a during continuation of the main ventilation. The climbing formwork technology is a method, common in the field of building construction, for the production of e.g. towers, pylons and elevator shafts.

Consequently, RAG, ZPP and the formwork producer PASCHAL from Steinach developed a circular climbing formwork system specialised for the application in shafts, which, contrary to the classic field of application, works inverse, meaning that the concreting is processed between inboard framework and outer shaft wall. This way, a “well hole” with a diameter of 2,70 m occurs in the partially filled shaft, which can receive up to three submersible pumps.

The decisive factor for the serviceability of the climbing formwork are the opening me-

Internationale Bergbau Projekte International Mining Projects

chanics of the three formwork segments of each climbing formwork ring. The mechanics are based on a patented system by the formwork producer PASCHAL. Through a spindled tie rod system with a so-called stripping wedge, the diameter of the formwork could be reduced from 2,70 m to roundabout 2,66 m, therefore enabling the inward stripping as well as the offset of the climbing formwork up to the next concreting segment. The safety against displacement of the formwork segments is ensured through a 12 m high inboard concreting platform. From that platform, the stripping mechanics can be operated from the highest level. The operation personnel can reach the concreting platform through a descending cage. The cage can, if needed, also completely pass through the platform and utilised as a rescue device in a case of emergency.

The development of the climbing formwork stretched from early 2015 to mid-2016, leading to a concreting attempt on the site of

the shaft facility Haus Aden in Bergkamen. The attempt traced the substantial boundary conditions of the shaft Friedlicher Nachbar. It simulated the shaft diameter of 4,5 m and the eccentric positioning of the climbing formwork inside the shaft. The concreting height of 5 m complied with the later, daily concreting progress. The LPI Ingenieurgesellschaft mbH from Hannover and the DMT GmbH & Co. KG from Essen accompanied the attempt concrete-technologically. The successful experimental procedure proved the operational capability of the climbing formwork and the concrete that was developed by LPI specifically for this construction project.

For late 2017, the application of the climbing formwork is planned for the shaft Friedlicher Nachbar. The shaft 1 of the Zeche Fürst Leopold is also planned to be partially filled via the climbing formwork technology in a timely manner.



Abb. 1: Einheben der Kletterschalung in den Schachtdummy.

Fig. 1: Raising in the climbing formwork into the shaft dummy.



Abb. 2: Betätigung der Spindel an der Kletterschalungsmechanik während des Betonversuchs.

Fig. 2: Operation of the spindle at the climbing formwork mechanics during the concreting attempt.

Die Situation in der internationalen Rohstoffwirtschaft aus australischer Sicht

Dr. Frank Leschhorn, Munich Mining & Industry Consulting GmbH

Über den Vortragenden

Dr.-Ing. Frank Leschhorn arbeitet als selbständiger und unabhängiger Berater auf der Basis seiner weitreichenden Erfahrungen in der Rohstoff- und Energiewirtschaft. Nach vielen Jahren operativer Tätigkeit im deutschen und internationalen Bergbau (Kohle, Gold, Metalle) ist er vorwiegend in Australien angesiedelt, wo er auch Aufgaben im Management von Bergbauunternehmen und damit verbundenen Unternehmungen übernimmt. Als Mitglied im Präsidium der GDMB, in der AusIMM und der AHK Sydney ist er in der Branche gut vernetzt.

Über das Thema

Wegen ihrer zyklischen Eigenschaften unterliegen die Märkte für mineralische Rohstoffe ständigen Veränderungen. Sie sind abhängig vom Wachstum in den Wirtschaftsräumen und bestimmten Ländern wie China. Die Nachfrage ist außerdem stark von Versorgungsstrategien bei den Verbrauchern, von technischen Entwicklungen und von politischen Vorgaben bestimmt. Mineralische Rohstoffe und Energie sind grundsätzliche Produktionsfaktoren in der globalen Wirtschaft. Wegen ihrer strategischen Bedeutung können sie Anlass von politischen Auseinandersetzungen oder sogar Kriegen sein. All diese Themen sind Bestandteil der Betrachtung der internationalen Rohstoffmärkte aus dem australischen Blickfeld. Diese Ansichten mögen nicht der allgemeinen deutschen Meinung entsprechen, wo eine objektive Würdigung der Rohstoffindustrie in Öffentlichkeit, Industrie und Politik weitgehend abhanden gekommen ist.

Aktuelle Lage

Unsicherheit ist zur Zeit die einzige Sicherheit in der Beurteilung von Nachfrage und Angebot in der Rohstoffindustrie. Es bestehen starke

Preisschwankungen, die das Investitionsverhalten der Bergbauunternehmen beeinflussen. Nach der GFC, der Schwächeperiode in China und nun dem Trump Effekt befindet sich die Weltwirtschaft in Unruhe. Die Bergbauindustrie konnte in 2016 steigende Nachfrage und bessere Marktpreise erfahren, aber das hat sich seit Beginn des Jahres wieder relativiert. Dabei sind auch kurzfristige Schwankungen der Preise etwa durch Naturkatastrophen, wie Überflutungen und heftige Stürme entstanden, die zum Beispiel die Kohlen- und Eisenerzproduktion in Australien sowie die Kupfererzeugung in Südamerika betrafen. Das letzte Ereignis war der Zyklon Debbie, der im März 2017 die Gruben und Infrastrukturen im Bowen Basin von Queensland traf, wo etwa 50% der Weltförderung von Koks-Kohle betroffen war, wie schon einmal in 2011. Die größte Unsicherheit geht aber von der zukünftigen wirtschaftlichen Entwicklung in China aus, wo grundsätzlich etwa die Hälfte der globalen Rohstoffproduktion verbraucht wird. Danach kommen Indien und die südostasiatischen Länder mit ihren hohen Wachstumsraten.

China

In den letzten Prognosen von IMF und OECD wird für China ein Wirtschaftswachstum in 2017 von 6.5% angenommen, nach 6.7% in 2016 und rund 10% in den vorangegangenen Jahren. Diese Annahme ist für den Welthandel sehr beruhigend und besser als vorher angenommen. Indien wird sicherlich 7.6% erreichen und auch die anderen asiatischen Länder erfreuen sich hoher Wachstumsraten. Es scheint so, als sei China jetzt auf dem Weg eines kontrollierten Wandels vom Schwerpunkt in der Fertigungs- und Bauindustrie, inzwischen mit einem Anteil am BSP von lediglich 40% zu einer Dienstleistungsgesellschaft, die schon 52% Anteil am BSP aufweist. Wesentliche Kräfte bei dieser Reform sind auf der Angebotsseite deutliche Reduzierungen im Bereich der unwirtschaftlichen Stahlerzeugung und bei der Förderung von minderwertigen Kohlen. Der sich wiederbelebende Wohnungsbau und die Errichtung signifikanter Infrastrukturprojekte spiegeln sich 2016 in

Internationale Bergbau Projekte

International Mining Projects

der steigender Rohstoffnachfrage wider und lassen den internationalen Bergbau auf weiter steigende Preise hoffen. Die aggressive Trump Rhetorik mit dem Slogan „America First“ hat dazu geführt, dass sich nun China als anerkannte Führungsnation sieht und diesen politischen Vorteil für sich nutzen wird.

China wird die propagierte One Belt, One Road (OBOR) Strategie aggressiv als perfektes Zeichen seiner Verantwortung für die weltweite wirtschaftliche Zusammenarbeit verfolgen. OBOR ist ein ambitioniertes Vorhaben, mit der eine Kontinenteübergreifende Handelsstruktur entstehen soll, die China mit mehr als 60 Ländern in Europa, der Golfregion, Afrika, Südostasien und Australien verbinden soll. PwC schätzt, dass darin Projekte und Vereinbarungen im Wert von rund 500 Mrd US\$ enthalten sein werden. China glaubt, dass der Handel in diesem Komplex im nächsten Jahrzehnt ein Volumen von 2.5 Billionen US\$ pro Jahr erreichen wird, welcher in 2015 noch etwa 1 Billion US\$ betrug. Das sind immense Handelsperspektiven, aber dazu werden auch riesige Investitionen in Straßen, Bahnverbindungen, Häfen, Flugplätze und andere Infrastrukturmaßnahmen notwendig sein, die Ressourcen und Dienstleistungen erfordern, welche China liefern will, um damit natürlich auch seine industriellen Kapazitäten auszulasten.

Staatliche chinesische Firmen haben mehr als 756 Mrd US\$ in Beteiligungen außerhalb Chinas investiert, wo inzwischen rund 346.000 chinesische Staatsbürger beschäftigt sind. Bei neuen Projekten sollen die Vorhaben, die im Zusammenhang mit OBOR stehen, Vorrang genießen. Nicht alle, der im Ausland für 2016 vorgesehenen Projekte konnten verwirklicht werden und es wurden M&A Vorhaben in Höhe von 75 Mrd US\$ gestoppt. Zudem fanden hohe Abschreibungen statt. Solche Vorgänge im risikobehafteten Bergbaubereich haben sich aber auch bei privatwirtschaftlichen westlichen privaten Unternehmen ereignet. So mussten die 40 größten Bergbauunternehmen in 2015 mit 27 Mrd US\$ den bisher höchsten kollektiven Nettoverlust in der Geschichte hinnehmen, der mit einem

Börsenwertverlust von 37% einherging. Die kumulierten Wertabschreibungen von Bergwerksprojekten betragen im Zeitraum von 2011 bis 2015 etwa 200 Mrd US\$.

Producer Countries and Companies

Die zehn wichtigsten Produzentenländer für mineralische Rohstoffe (Wert der Produktion in 2014 Mrd US\$, ohne Erdöl und Erdgas) sind: China (220), Australien (120), Süd Afrika (92), Brasilien (54), Russland (49), Chile (46), Indien (40), USA (38), Kanada (34) and Kasachstan (32).

Die zehn größten Bergbauunternehmen (nach Marktwert in 2015) sind: BHP Billiton, Rio Tinto, China Shenhua Energy, Coal India, Norilsk Nickel, Glencore, Grupo Mexico, Vale, Potash Corp. und Maaden.

Commodity Markets

Nach den für den Weltbergbau schwierigen Jahren 2014 und 2015 mit Einkommensverlusten bei den großen Bergwerksgesellschaften von 139 Mrd US\$, geben seit 2016 die jüngsten Entwicklungen mit steigenden Gewinnmargen Grund zu neuem Optimismus. Während sich die USA und vor allem Westeuropa nach den Beschlüssen des Klimagipfels von Paris in 2015 schrittweise aus der Kohleverstromung verabschieden, wird nun die Zukunft des Energieträgers **Kraftwerkskohle** in der asiatisch-pazifischen Region entschieden. Im BP Energy Outlook 2017 wird mit einem starken Rückgang der Wachstumsraten im Kohleverbrauch zur Stromerzeugung gerechnet, der etwa zur Mitte der 2020er Jahre seinen Gipfel erreichen soll. Insbesondere China, wo die veralteten Kraftwerke nach und nach durch moderne Anlagen ersetzt werden, wird der Kohleverbrauch in den nächsten 20 Jahren nicht weiter wachsen. Auf China entfällt nahezu die Hälfte der globalen Nachfrage an Kraftwerkskohlen und ihr Anteil am Primärenergieverbrauch des Landes wird weiter bedeutend sein, auch wenn er von 75% in 2015 auf 45% oder weniger in 2035 fallen wird. Dem gegenüber wird Indien seinen Kohleverbrauch verdoppeln und ähnliche Ent-

wicklungen zeigen sich in anderen Ländern Südostasiens. Weltweit sollen vornehmlich im asiatischen Raum etwa 1.500 Kohlekraftwerke im Bau und in der Planung sein und es sieht so aus, als vertrauten die weltweit größten Emittenten von Treibhausgasen den Marktkräften mehr als den Klimawissenschaftlern und Advokaten für regenerativen Energien. Die Kohleindustrie wird von Aktivisten in der ganzen Welt demonstriert, wobei auch der Hinweis auf neue technische Verbesserungen nichts ändert. Diese Haltung hat auch Banken und private Investment-Fonds erfasst, die sich inzwischen weigern, Kredite für Kohleprojekte und die damit verbundenen Infrastrukturmaßnahmen zu gewähren. Veraltete Anlagen sind noch in großem Umfang in Betrieb, in denen billige minderwertige Kohlen verbrannt werden. Inzwischen sind Technologien für saubere Kohlenutzung vorhanden, so dass trotz der Zubaumaßnahmen die globalen Emissionen sinken werden. „Clean Coal“ beginnt bei den modernen HELE Kraftwerken, die hohe Wirkungsgrade erreichen und damit den spezifischen Kohleverbrauch reduzie-

ONE BELT ONE ROAD CONCEPT



ren. Solche modernen Kraftwerke verlangen zudem „saubere“ hochwertige Kohlen mit niedrigen Asche- und Schwefelgehalten und hohen Heizwerten.

Die **Kernkraftnutzung** wird sich nicht so entwickeln, wie es die Planzahlen noch zeigen. Reduzierte Stromnachfrage aus Großkraftwerken und nachlassende Gaspreise haben die frühere wirtschaftlich vorteilhafte Position für Nuklearenergie ausgehöhlt. Sie ist extrem teuer und wird mit immer komplizierteren technischen und sicherheitlichen Anforderungen konfrontiert. Nachdem inzwischen Westinghouse, Toshiba, General Electric und Areva mit starken Verlusten in diesem Bereich, Zweifel an der Wettbewerbsfähigkeit von Kernkraftwerken andeuten, scheint nur noch China zu verbleiben, das mit seinen nuklearen Ambitionen daraus ein Exportgeschäft aufbauen will. Das sind für die **Uranproduzenten** weiterhin keine guten Zukunftsprognosen.

Die globale **Stahlerzeugung** wächst nur noch langsam und soll in 2018 etwa 1.6 Mrd t erreichen. Indien wird mit seinen Plänen, bis

Internationale Bergbau Projekte International Mining Projects

2030 eine Produktion von 300 Mt/a zu erzielen, dann die Nr. 2 in der Welt werden. Der Präsident des chinesischen Planungs- und Forschungsinstituts für Metallurgie (CISA), Li Xinchuang, verkündete, dass der chinesische Stahlverbrauch in 2017 um weitere 1.9% auf 660 Mt sinken werde. Der maximale Stahlverbrauch in China war bereits in 2014 mit 702 Mt erreicht worden. Die zukünftige chinesische Stahlerzeugung soll nun von den Exportaussichten bestimmt werden. Diese Industrie verlangt mit 1.2 Mrd t riesige Mengen an Eisenerz. Die Nachfrage wird zunehmend durch Importe gedeckt, welche bereits in 2016 rund 1 Mrd t betragen. China wird weiterhin die eigene Eisenerzförderung mit ihren niedrigen Fe-Gehalten (auch aus Umweltgründen) durch Importe ersetzen, die auch in 2017 und 2018 um weitere 50 Mt anwachsen dürften. Deshalb wird sich die eigene chinesische Eisenerzproduktion (qualitätsvergleichbar) in 2017 um 20% und in 2018 um weitere 2% verringern, so dass dann von den einst 400 Mt/a Produktionskapazität nur noch 100 Mt/a verbleiben. Der Eisenerzpreis fiel im März 2017 auf 81.57 US\$/t, welcher für die großen Produzenten gute Gewinnmargen ermöglichte. Marktbeobachter aber sehen noch in diesem Jahr einen starken Rückgang in den Bereich der 50er oder 60er Dollarpreise. Neue Produktionskapazitäten in Höhe von 50 Mt/a werden in 2017 auf den Weltmarkt drücken, wobei aber weiterhin die Unsicherheit im Zusammenhang mit der chinesischen Eigenproduktion die Marktteilnehmer beunruhigt.

Die **Technologierohstoffe**, mit ihrem ganz eigenen Boom, sind die neuen Lieblinge in der Rohstoffwirtschaft. Als Ergebnis der rasanten Entwicklung in der regenerativen Energieerzeugung, verbunden mit Technologien zur Energiespeicherung, ist die Nachfrage nach solchen „kritischen Rohstoffen“, wie Lithium, Graphit, Kobalt und Vanadium rapide gestiegen. Die zukünftige Nachfrage nach diesen Rohstoffen ist schwer vorauszusagen. Einige Quellen sagen geradezu astronomisch hohe Verbrauchswerte und Marktpreise voraus,

aber die genannten Zahlen könnten sich als völlig falsch erweisen, wie es bei den „Seltenen Erden“ der Fall war, wo sich die gerade hysterische Entwicklung in früheren Jahren inzwischen wieder beruhigt hat.

Die Produzenten der **klassischen Metalle** erfreuen sich an der jüngsten Entwicklung einer steigenden Nachfrage mit entsprechenden Preissteigerungen. Die neuen Investitionen der großen Bergbaukonzerne konzentrieren sich bereits auf diese Rohstoffe. Während sich bei Kupfer und auch bei anderen Metallen in den nächsten Jahren Verknappungen abzeichnen, wird das Überangebot an Aluminium wohl weiter bestehen. Auf China entfällt etwa die Hälfte der Weltproduktionskapazität für Aluminium, aber die eigenen Ressourcen an Bauxit sind knapp und von schlechter Qualität. Rund 40% des Bauxits muss zu Marktpreisen importiert werden, was dazu führt, dass es für die großen integrierten Aluminiumproduzenten in der westlichen Welt vorteilhafter ist, das Bauxit aus ihren Gruben nach China zu liefern, als es in den eigenen Hütten zu verarbeiten.

Australien ist mit seinen Rohstoffkonzernen bei all den genannten Entwicklungen in besonderer Weise beteiligt.

The situation in the global mining industry as seen from Australia

Dr. Frank Leschhorn, Munich Mining & Industry Consulting GmbH

About the speaker

Dr.-Ing. Frank Leschhorn is a freelancer and independent consultant where he uses his wide experience in the minerals and energy markets. After many years of operative work in the German and international mining industry (coal, gold, metals), he currently is based in Australia, where he also holds directorships of mining companies and related firms. As a member of the GDMB executive board, the AusIMM and the AHK Sydney he is well connected.

COMMODITY PRICE DEVELOPMENT IN 2016

	CHANGE	END OF YEAR PRICE
Aluminium	+ 17 %	1,728 \$/t
Coking Coal	+ 178 %	226 \$/t
Copper	+ 17 %	5,660 \$/t
Gold	+ 9 %	1,151 \$/oz
Iron Ore	+ 81 %	80 \$/t
Natural Uranium	- 42 %	19 \$/lb
Nickel	+ 17 %	10,972 \$/t
Potash	- 26 %	215 \$/t
Thermal Coal	+ 70 %	87 \$/t
Zinc	+ 66 %	2,665 \$/t

Source: Leschhorn

About the subject

Due to their cyclical nature, the mineral markets are constantly changing. They are influenced by the growth of economic areas and individual countries. Demand is strongly determined by supply strategies of the consumers, technical trends and political decisions. Minerals and energy are the basic factors of production for the global economy. They are of strategic importance and may be subject to political struggles or even wars. All those themes will be touched when the main issues in the international mineral markets are described from an Australian view. This must not match the common opinion especially in Germany, where an objective attitude to the minerals industry in public, industry and politics is widely lost.

Current issues

Uncertainty is the only certainty in minerals demand and supply. High volatility of prices remain as they influence the investment behaviour of the market players. After the GFC, the

China slow down and now by the Trump effect, the world economy is in turmoil. In 2016 the mining industry could enjoy increasing demand for commodities with rising prices but much of this was already reversed since the beginning of this year. Volatility of prices in the short-term is also induced by natural disasters such as floods and severe storms affecting the coal and iron ore mines in Australia as the copper mines in South America. The latest event was cyclone Debbie which in March 2017 severely hit the mines and infrastructure in the Bowen Basin of Queensland, where about 50% of the world's export coking coal is produced, as it happened before in 2011. The biggest uncertainty is the future of the economy in China where roughly half of the world's supply of minerals is being consumed. Then there is India followed by the south-east Asian nations with their outstanding growth rates.

Internationale Bergbau Projekte International Mining Projects

China

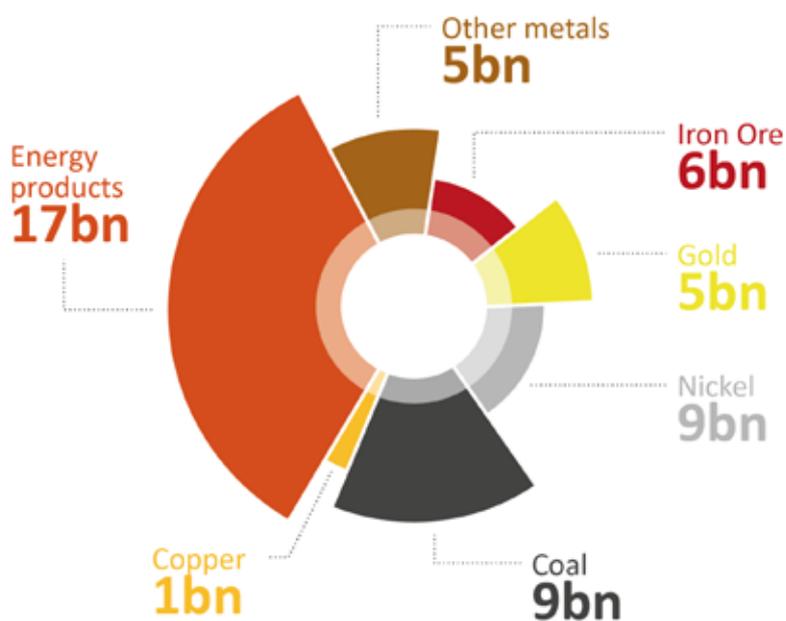
The IMF and OECD have upgraded their latest forecasts for China's economic growth in 2017 at 6.5% after 6.7% was reached in 2016 and around 10% in previous years. The near-term prognosis for the Chinese economy is far more encouraging than most had expected. India is set to reach 7.6% and also the other Asian countries are showing very strong growth rates. It seems that China is now in a controlled transition from manufacturing and construction with a GDP share of already 40% in 2016 to services with a GDP share of 52%. One of the main forces which is called "supply side reform" has been the cutback in uneconomic steel production and poor quality coals. Revived construction of houses and significant infrastructure development was reflected in commodity price increases last year which may give confidence in future prices.

The Trump rhetoric of "America First" has enhanced China's role as a global statesman and the country is clearly keen to seize this political advantage.

The One Belt, One Road (OBOR) strategy is aggressively pursued as a perfect example of this commitment to global economic co-operation. OBOR is an ambitious program to establish a transcontinental infrastructure linking China to Europe, to the gulf region, Africa, Southeast Asia and Australia covering more than 60 countries. PwC estimates that about \$US500b worth of projects and deals were announced under OBOR. China expects its annual trade with these countries to surpass \$US2.5t in the next decade, up from about \$US1t in 2015. These are immense trade opportunities but first huge investments in roads, railways, ports, airports and other infrastructure are needed. This induces a huge demand for materials and services which China wants to supply by utilizing its own industrial capacities.

Chinese state-owned enterprises have invested offshore more than \$US756b and there are 346,000 employees working already offshore in those companies. China gives now priority to projects that are part of the OBOR initiative. Not all of the announced

IMPAIRMENTS BY COMMODITIES 2015



Source: PwC analysis

\$US220b worth of out-bound investments by Chinese companies for 2016 were realized and \$US75b of mergers and acquisition deals had to be cancelled while huge impairments occurred. But this, as a shame, also happened to investments of the leading mining companies. In 2015, the world's 40 largest mining companies suffered with \$US27b their first collective net loss in history and a decline in market capitalization of 37%. The cumulative impairments from 2011 to 2015 were \$US200b.

Producer Countries and Companies

The top ten producer countries for minerals (2014 values in \$USb, oil and gas excluded) are: China (220), Australia (120), South Africa (92), Brazil (54), Russia (49), Chile (46), India (40), USA (38), Canada (34) and Kazakhstan (32).

The top 10 mining companies (market value in 2015) are: BHP Billiton, Rio Tinto, China Shenhua Energy, Coal India, Norilsk Nickel, Glencore, Grupo Mexico, Vale, Potash Corp. and Maaden.

Commodity markets

After the horrible years 2014 and 2015 in international mining, when the revenues of the top mining companies fell by \$US139b, the recent developments in the bulk commodity markets are showing again increasing profit margins for the mining industry. The future of **thermal coal** will be decided in the Asia-Pacific region, because in the aftermath of the Paris climate agreement the USA and Europe are phasing out coal-based electric power generation. In its 2017 Energy Outlook, BP states that the growth of global thermal coal demand will fall sharply until it reaches the peak in the mid-2020s. Especially in China, where polluting power stations will gradually be replaced by modern plants, coal will plateau over the next 20 years but will remain the main energy source. China accounts for nearly half of the global thermal coal consumption but its domestic share in the primary energy consumption will fall from 75% in 2015

to 45% or less in 2035. India is the largest growth market by doubling its coal consumption to 2035. A similar development is seen in the south-east Asian countries. Globally there are 1.500 coal-fired power stations under construction or planned and it seems that the world's largest greenhouse gas emitters are finding that the laws of markets are more reliable than climate science and renewable energy, but they will use clean-coal technologies. This will result in less emissions although the overall plant capacity will further grow.

Coal is generally demonized by activists in many parts of the world and even new and advanced technologies are being rejected. This attitude has already reached banks and private funds which do not want to grant credits to coal projects and associated infrastructure at all. Clean-coal technology starts with HELE power stations which run at much higher efficiencies than traditional plants thus reducing specific coal consumption. Outdated plants are still widely used and they burn low-value coals which are available at low prices. Investments in clean-coal projects are immense. Modern power stations need clean coals with low ash, low sulphur and high caloric values.

The development of **nuclear energy** will not happen as globally planned because slowing demand for electricity and tumbling prices for natural gas have eroded the economic position for nuclear power as it is extremely costly and technically challenging to develop. Since Westinghouse, Toshiba, General Electric and Areva are expressing doubt about the economic viability only China will be left with its ambitions to turn its growing nuclear abilities into a major export business. Under this scenario it will be hard for the **uranium** producers to survive.

Global **steel** production is slowly increasing and should reach 1.6 Gt in 2018 mostly because of India which will become the world's No.2 with its plans to boost steel production to 300 Mt by 2030. Li Xinchuang, president of the China Metallurgical Industry

Internationale Bergbau Projekte International Mining Projects

Planning and Research Institute (CISA) just stated that the Chinese steel demand has entered an “era of reduction” and will decline in 2017 by 1.9% to 660 Mt. Peak steel consumption in China was already in 2014 at 702 Mt. How much steel will be produced in the future will depend on export opportunities. China’s demand of **iron ore** at about 1.2Gt is increasingly supplied by imports, which reached some 1 Gt in 2016. The country further replaces low grade domestic iron, which also causes unnecessary pollution. A further 50 Mt of imports could be added in 2017 and 2018. The Chinese iron ore production, “quality adjusted” will fall by 20% in 2017 and by another 2% in 2018 to reach a final capacity of 100 Mt/a. In March 2017, the iron ore price fell to new low of \$US81.57/t, which is still a great price for the major producers but market experts foresee a sharp fall in prices into the 50s or even 40s (\$US/t) range. New capacity of 50 Mt/a will enter the market in 2017 and there is ongoing uncertainty about a Chinese domestic production revival.

The new “darlings” in the world of commodities are the **technology resources** which are currently experiencing their own boom. As a result of the fast development in regenerative electricity generation, including energy storage technologies, the need for such, also called “critical resources”, like lithium, graphite, cobalt and vanadium, has risen rapidly. The future demand and prices of these commodities are hard to predict. In some cases, nearly astronomical consumption figures and prices are projected. But they could be completely wrong, as it happened in the rare-earth market, where the almost hysterical development of previous years has now calmed down.

But also the classic **base metals** are experiencing increasing demand which results in significant price increases. Especially for copper where a future shortfall in supply is foreseen and mining companies are strongly targeting this commodity for their new investments. While the markets also for most of the other metals are improving, the opposite is seen in aluminium where substantial excess supply

remains. China which produces about 50% of the world’s aluminium is forced to import about 40% of its bauxite supply at market prices because the domestic production cannot provide the volumes and quality. Currently, it is more profitable for the leading aluminium producers in the western world to export the bauxite from their mines to China rather than to process it in their own plants.

Australia with its experienced mining companies is engaged in all these developments in first place.



KIC Raw Materials - Forschung und Innovation in der europäischen Rohstoffbranche vorantreiben

Dr. Karen Hanghoj, EIT Raw Materials GmbH

Ein schriftlicher Beitrag der Begrüßungsrede lag zum Redaktionsschluss nicht vor.

KIC Raw Materials - driving research and innovation in the European raw materials sector

Dr. Karen Hanghoj, EIT Raw Materials GmbH

Nanotechnology, advanced materials, and advanced manufacturing technologies are key enabling technologies that drive innovation in many sectors in Europe. A sustainable production and supply of raw materials in Europe needs to be secured to ensure that these technologies develop their full potential and find their way to the market through European companies.

EIT RawMaterials is a Knowledge and Innovation Community (KIC) that aims at turning raw materials into a major strength for Europe. This is done by boosting competitiveness, growth, and attractiveness of the raw materials sector via radical innovation and entrepreneurship. The community consists of more than 120 partners from across Europe, representing the so-called Knowledge Triangle of industry, universities, and research institutes. Current issues and challenges related to raw material supply bottlenecks and the use of critical and toxic materials have significant innovation and business potential across the entire value chain, from mineral exploration, over mining, processing, substitution, and recycling to the transition towards a circular economy (e.g., industrial symbiosis, design). The presentation introduces EIT RawMaterials, our spirit of raw materials innovation, and examples of projects in the fields of up-scaling, education, and start-up support related to advanced battery materials, dismantling, and resource criticality assessment.

Hin zu einer nachhaltigen Zukunft für Energie- und Mineralstoffversorgung: Management von Ressourcenströmen unter Verwendung der Vereinten Nationen Rahmenklassifizierung

Harikrishnan Tulsidas, Charlotte Griffiths, United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), Genf; David MacDonald, BP and Chairman, UNECE Expert Group on Resources Classification; Julian Hilton, Aleff Group

Für das weitere Wohlergehen der Menschheit sind nachhaltige und ungehinderte Energieströme und Rohstoffe in erheblichen Mengen erforderlich. Die nachhaltigen Entwicklungsziele der Vereinten Nationen (SDGs) erkennen die Notwendigkeit für bezahlbare und saubere Energie, welche eng mit dem übergeordneten Aufruf für dringende Maßnahmen gegen den Klimawandel verknüpft ist. Ein grundlegender Aspekt der Erreichung der SDGs ist die nachhaltige Produktion und Verteilung von Energie und Rohstoffen.

Die globale Energieinfrastruktur erfordert vielfältige Rohstoffe für ihre Grundfunktionen. Erneuerbare Energiegewinnung wird mit Nachdruck verfolgt, um den Kohlenstoff-Fußabdruck der Energieerzeugung zu reduzieren. Parallel dazu werden „sauberere“ fossile Brennstoffnutzungsszenarien erforscht. Die nachhaltige Entwicklung hängt dabei stark von der sorgfältigen Verwaltung und Nutzung der weltweit nicht erneuerbaren und erneuerbaren Energien und der mineralischen Ressourcen in ausgewogener Weise ab.

Die **United Nations Framework Classification for Resources (UNFC)** ist eine allgemein akzeptable und international anwendbare Regelung für die Klassifizierung, Berichterstattung und Verwaltung von Energie und Bodenschätzen. Vor kurzem wurde UNFC erweitert und umfasst jetzt erneuerbare Energien, und insbesondere detaillierte Spezifikationen für Geothermie, und andere Energien wie Sonne, Bioenergie, Wind und Wasser sollen bald nachfolgen. Durch den Einsatz von UNFC ist eine ganzheitliche und nachhaltige Bewirtschaftung aller Energieressourcen und

Rohstoffströme möglich.

Die Gewinnung, Verarbeitung und Nutzung von Rohstoffen erzeugen erhebliche Mengen an Nebenprodukten und Rückständen an verschiedenen Punkten in der Wertschöpfungskette. Die Auswirkung von Kohlendioxid, eines der wichtigsten Nebenprodukte, ist signifikant. Allerdings gibt es andere Rückstände wie Bergbauhalden und insbesondere Phosphatgips, welches ein Nebenprodukt der Phosphataufbereitung und Düngemittelindustrie, und damit auch ein wertvoller Beitrag für die Nahrungsmittelproduktion ist. UNFC könnte für die nachhaltige Bewirtschaftung und die vollständige Auslastung aller Rückstände innerhalb gängiger Industriestandards einer Kreislaufwirtschaft angewendet werden. Ein Beispiel hierfür sind die UNFC-Spezifikationen für Injektionsprojekte zur geologischen Speicherung von CO₂, die vor kurzem in Betrieb genommen wurden.

Die Welt sieht den Beginn einer neuen Revolution, welche grundlegend verändert wie Menschen leben, arbeiten und sich verhalten. Dies wird durch den Zusammenfluss von vielen Schwellen- und vielfältigen Technologien und unterstützt und durch neue Modelle für Energie- und Stoffströme angetrieben. Wenn eine neue Regierungspolitik und Geschäftsmodelle entstehen um die Produktion, den Verbrauch, und den Transport und Liefersysteme neu zu gestalten, ist auch ein neues System erforderlich, welches den Energie- und Materialfluss verwaltet. UNFC ist ein solches zukunftsorientiertes Management-System, das die nachhaltige Entwicklung aller Energie- und Bodenschätze unterstützen kann.

Towards a sustainable future for energy and mineral supplies: managing resource flows using the United Nations Framework Classification

Harikrishnan Tulsidas, Charlotte Griffiths, United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), Geneva; David MacDonald, BP and Chairman, UNECE Expert Group on Resources Classification; Julian Hilton, Aleff Group

Sustainable and unimpeded flows of energy and raw materials in significant volumes are required for the continued wellbeing of mankind. The United Nations Sustainable Development Goals (SDGs) recognize the need for affordable and clean energy, which is intimately linked to the overarching call for urgent action on climate change. A fundamental aspect underlying the attainment of the SDGs is the sustainable production and distribution of energy and raw materials.

The global energy infrastructure requires multifarious raw materials for its basic functioning. Renewable energy is being pursued vigorously to reduce the carbon footprint from energy production. In parallel, "cleaner" fossil fuel utilization scenarios are being explored. Sustainable development is closely hinged on the careful management and use of the world's non-renewable and renewable energy and mineral resources in a balanced manner.

The United Nations Framework Classification for Resources (UNFC) is a universally acceptable and internationally applicable scheme for the classification, reporting and management of energy and mineral resources. Recently, UNFC was expanded to encompass renewable energy, and specifically detailed specifications were approved for geothermal energy with others such as solar, bioenergy, wind and hydro slated to follow soon. Holistic and sustainable management of all energy resources and raw material flows is possible through the use of UNFC.

The extraction, processing and utilization of raw materials create significant volumes of by-products and residues at various points

in the value chains. The impact of carbon dioxide, one of the key by-products, is significant. However, there are other residues such as mine tailings and, in particular, phosphogypsum, which is a co-product of the fertilizer industry and a valuable input for food production. UNFC could be applied for the sustainable management and total utilization of all such residues within the best practices of a circular economy. One example of this approach are the UNFC specifications for injection projects for geological storage of CO₂, which recently became operational.

The world is seeing the beginning of a new revolution that is fundamentally changing the way people live, work and behave. This is driven by the confluence of many emerging and diverse technologies and aided by new models in energy and material flows. As new governing policies and business models emerge to reshape production, consumption, transportation, and delivery systems, a new system to manage the energy, and material flow is also required. UNFC is such a future facing management system that can aid the sustainable development of all energy and mineral resources.

Globale Rohstoffpotenzialanalysen der DERA & zukünftige Lieferquellen mineralischer Rohstoffe für deutsche Unternehmen

Dr.-Ing. Sven-Uwe Schulz, Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Berlin

Status Quo

Die Versorgung der deutschen Industrie mit mineralischen Rohstoffen erfolgte über viele Jahrzehnte zu einem großen Teil aus eigenen Bergwerken oder Bergwerksbeteiligungen auf der ganzen Welt. In den 1990er und frühen 2000er Jahren wurden die meisten Aktivitäten im Ausland eingestellt oder stark reduziert. Heute müssen viele der mineralischen Rohstoffe, die in Deutschland verbraucht und verarbeitet werden, auf dem Weltmarkt eingekauft werden.

Quo Vadis?

Aufbauend auf statistischen Daten werden die früheren, aktuellen und – am wichtigsten – die zukünftigen Bedarfe der deutschen Industrie sowohl an den klassischen Industrierohstoffen als auch an Rohstoffen für Zukunftstechnologien gezeigt.

Der zweite Schwerpunkt der Ausführungen sind die potenziellen Preis- und Lieferrisiken und die zukünftigen Lieferquellen mineralischer Rohstoffe für deutsche Unternehmen. Darauf aufbauend werden die Herausforderungen einer auch zukünftig verlässlichen Rohstoffversorgung diskutiert.

Der Vortrag stellt die Rohstoffpotenzialbewertungen der DERA in den Mittelpunkt. Sowohl in einem eher globalen Blickwinkel als auch mit einem regionalen Fokus werden bestehende und neue Rohstofflagerstätten, aber auch beispielsweise die Potenziale von Bergbaurückständen bewertet, um neue Lieferquellen oder Investitionsmöglichkeiten zu identifizieren. Die Kooperationen der DERA mit vielen staatlichen geologischen Diensten und anderen Rohstoffinstitutionen in den

Hauptbergbauländern der Welt erlauben die Errichtung neuer Informationsplattformen und Netzwerke. Dies eröffnet deutschen Unternehmen neue Möglichkeiten, Ausweichstrategien zu entwickeln, um den aktuellen und zukünftigen Herausforderungen an Rohstoffmärkten erfolgreich zu begegnen.

worldwide build up new information platforms and networks to develop and to implement strategic options for German companies to secure their sustainable mineral raw materials supply.

Evaluation of global mineral resources by DERA & future raw materials supply sources for the German industry

Dr.-Ing. Sven-Uwe Schulz, German Minerals Resources Agency (DERA) at the Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR), Berlin

Status Quo

Over decades the German industry met its demands on mineral resources to a great extent from own operations or participations abroad. During the 1990's and early 2000's a large amount of activities abroad were abandoned or reduced. Today many of the raw materials used in Germany have to be supplied from the world market.

Quo Vadis?

Based on statistical data the past, current and - more important - future needs of the German industry for both classic industrial commodities as well as high tech commodities for emerging technologies are shown.

The second topic are the potential price and supply risks and the future sources of raw materials for German companies. On that basis the challenges to meet the needs for securing future supply are discussed.

The presentation focusses on DERAs evaluations of mineral resources. On a global scale as well as on local level existing or new raw material deposits or mine residuals are assessed to identify new supply and investment opportunities. DERAs cooperations with many geological surveys and other institutions

Selektive Zerkleinerung von Erzen bei Prallbeanspruchung

Dr.-Ing. Max Hesse, Institut für Aufbereitungsmaschinen, TU Bergakademie Freiberg, Deutschland

Einleitung

Vorkonzentration ist eine bewährte Möglichkeit den Energieverbrauch der Erzmahlung zu senken und den Veränderungen im zukünftigen Bergbau wie zum Beispiel zunehmend niedrigere Erzgehalte entgegenzutreten. Selektive Zerkleinerung kann ein effizienter

Weg sein, um Vorkonzentrate herzustellen. Im nachfolgenden Beispiel wird gezeigt, wie sich die Effizienz einer Aufbereitungsanlage durch gezielten Einsatz der Selektiven Zerkleinerung steigern lässt. Die Einsparungen werden bei gleichzeitig hohem Wertstoffausbringen durch signifikante Energieeinsparungen erzielt.

Selektive Zerkleinerung

Selektive Zerkleinerung ist eine Eigenschaft eines Zerkleinerungssystems, bestehend aus dem Stoff vor und nach der Zerkleinerung und der Zerkleinerungsmaschine. Die Selektive

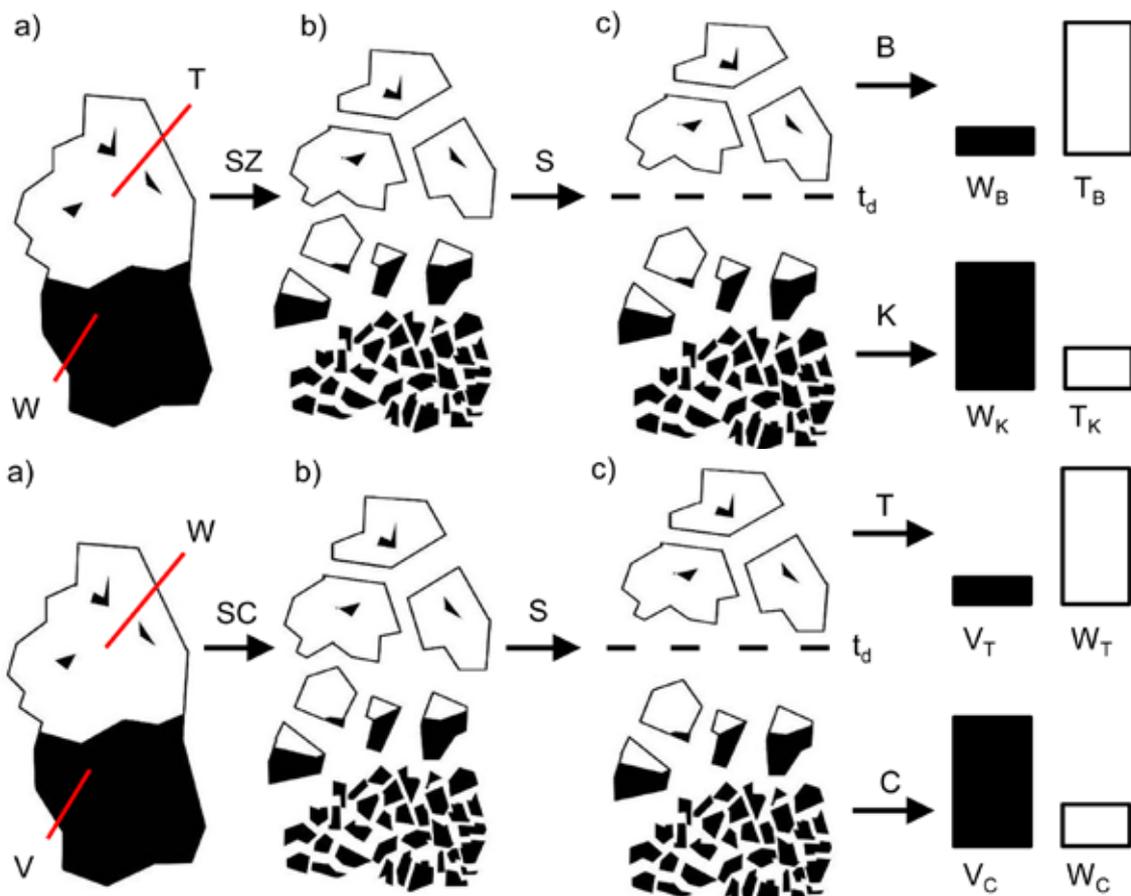


Abb. 1: Das Beispiel zeigt ein Prinzip zur Trennung von Wertstoff (W) und Taubem (T) aus dem Aufgabematerial (a) durch Ausnutzung der Selektiven Zerkleinerung (SZ). Ein Klassierprozess (S) teilt das Zerkleinerungsprodukt (b) an einem Trennschnitt (t_d) in zwei Produktfraktionen (c). Eine Fraktion kann als Berge betrachtet werden mit niedrigem Wertstoffgehalt (W_B) und hohem Gehalt an Taubem (T_B). Die andere Fraktion mit hohem Wertstoffgehalt (W_K) und niedrigem Gehalt an Taubem (T_K) kann als Vorkonzentrat weiter verarbeitet werden.

Fig. 1: The example shows a principle for the separation of valuable (V) and waste (W) components contained in the feed material (a) by using Selective Comminution (SC). A screening process (S) divides the comminution product (b) at a screening cut (t_d) into the two product fractions (c). One fraction can be treated as tailings (T) with low content of the valuable component (V_T) and a high content of the waste component (W_T). The other fraction with high content of valuable component (V_C) and low content of waste component (W_C) can be further processed.

Zerkleinerung unterteilt sich in Vorzugszerkleinerung (siehe Abb. 1) mit bevorzugtem Bruch eines oder mehrere Korn- und Phasenbestandteile (z.B. Minerale) und selektive Zerlegung mit bevorzugtem Bruch entlang der Korn- und Phasengrenzen. Die weiteren Ausführungen beschränken sich auf die Vorzugszerkleinerung. Das unterschiedliche Zerkleinerungsverhalten der Bestandteile wird bei der Selektiven Zerkleinerung so ausgenutzt, dass die Bestandteile anschließend auf einfachem Wege, zum Beispiel mittels Klassierung, getrennt werden können. Die Selektive Zerkleinerung ist damit Bestandteil eines Sortierprozesses,

der die Bestandteile vorrangig nach ihren bruchmechanischen Eigenschaften trennt. Die Selektive Zerkleinerung kann bei mineralischen Rohstoffen zur Trennung von Erz und Nebengestein, zur Trennung von Erzvarietäten oder zur Trennung von Erzmineralen von Bergeminerale verwendet werden.

Beispiel Fluorit-Erz

Die Druckfestigkeit vom Fluorit beträgt 38 MPa und vom Nebengestein 125 MPa. Es werden separate Proben mit je 450 Partikeln für jede Parametereinstellung aus drei verschiedenen Aufgabefraktionen und drei verschiedenen

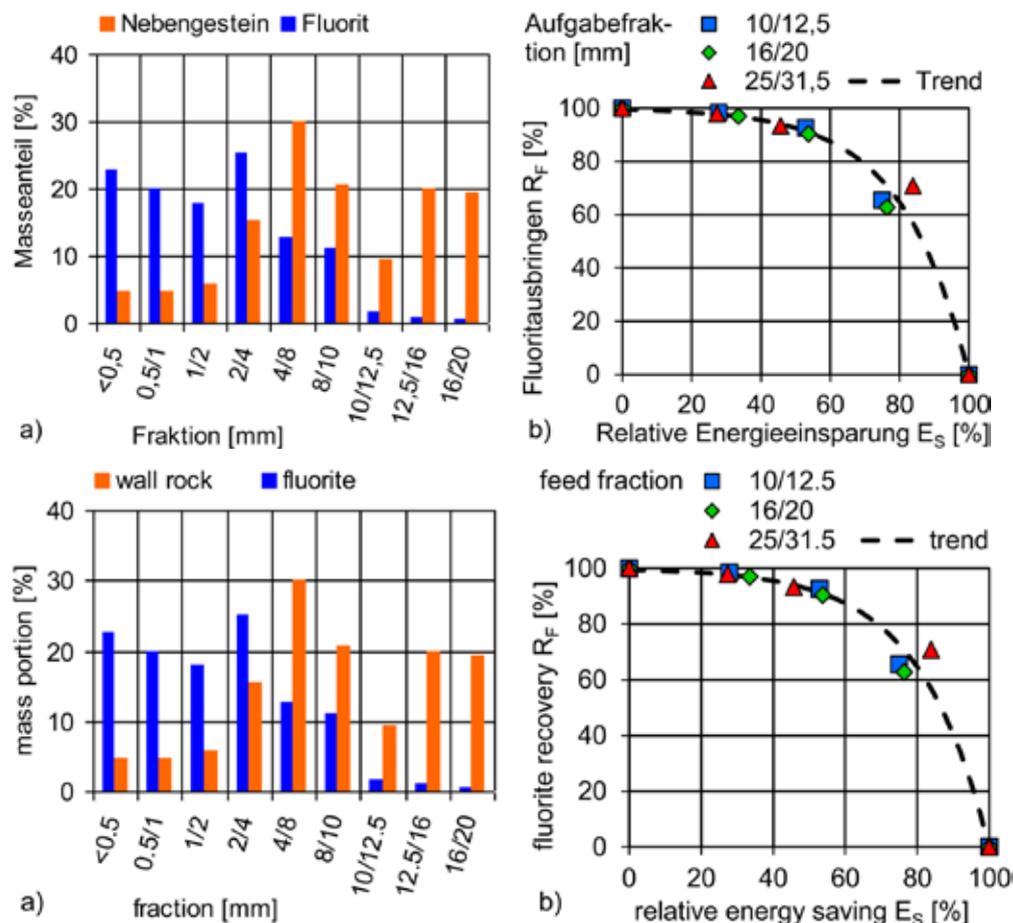


Abb. 2: a) Partikelgrößenverteilung von Fluorit und Nebengestein nach Selektiver Zerkleinerung durch Prall (Lagerstätte: Marienberg, Erzgebirge; Prallgeschwindigkeit: 51,5 m/s; Aufgabefraktion: 16/20 mm, kubische Partikel; Prallwinkel: senkrecht); b) Fluoritausbringen R_F gegenüber relativer Energieeinsparung E_S für verschiedene Aufgabefraktionen und Prallgeschwindigkeiten (Trendfunktion $R_F=1-ea \cdot (E_S-100\%)$ mit $a = 0.052$ als empirische Konstante des Zerkleinerungssystems)

Fig 2: a) Particle size distribution of fluorite and wall rock after Selective Comminution by impact load (deposit: Marienberg, Erzgebirge; feed fraction: 16/20 mm, cubic particles; impact velocity: 51.5 m/s; impact angle: perpendicular);

b) Fluorite recovery R_F in relation to the relative energy saving E_S for different feed fractions and impact velocities Trend function $R_F=1-ea \cdot (E_S-100\%)$ with $a = 0.052$ as a empiric constant of the comminution system)

Prallgeschwindigkeiten (17,5 m/s; 35 m/s; 51,5 m/s) hergestellt. Die Partikel werden einzeln durch Prallbeanspruchung zerkleinert. Die Abb. 2a zeigt die Massenverteilung von Fluorit und Nebengestein für ein Zerkleinerungsprodukt. Für dieses Beispiel wird nach der Selektiven Zerkleinerung die Fraktion 12,5/20 mm vor der weiteren Zerkleinerung abgetrennt. Die abgetrennte Fraktion enthält viel Nebengestein und kaum Fluorit. Der Fluorit wird als Verlust betrachtet. Das Abtrennen dieser Fraktion führt zur Energieeinsparung bei der weiteren Zerkleinerung. Ziel ist es, den Fluoritverlust zu senken und die Energieeinsparung durch Abtrennung von Nebengestein zu steigern. Die Energie zur Mahlung des gesamten Aufgabematerials A ist die Referenzenergie $E_{R,A}$. Die eingesparte Energie der vom Zerkleinerungsprodukt P abgetrennten Fraktion 12,5/20 mm ist $E_{E,P}$. Die relative Energieeinsparung E_S ist das Verhältnis von $E_{E,P}$ und $E_{R,A}$ nach folgender Gleichung:

$$E_S = \frac{E_{E,P}}{E_{R,A}} \cdot 100\%$$

Prallgeschwindigkeit, Aufgabepartikelgröße, Energieeinsparung und Fluoritausbringen stehen in einem einfachen Zusammenhang (Abb. 2b). Das bietet einen einfachen Ansatz zur Verbesserung bei mehrstufigen Selektiven Zerkleinerungen zur weiteren Energieeinsparung. Der Ansatz bietet auch die Grundlage für ein Optimierungskriterium für die Nachhaltigkeit als Kompromiss zwischen Fluoritausbringen und Energieeinsparung.

Die vorliegende Arbeit wurde durch die Europäische Union (Europäischer Sozialfond) und den Freistaat Sachsen (Antragsnr. 100270113) gefördert und ist Teil des Projektes InnoCrush - Dynamische Verfahren der mechanischen Gesteinszerkleinerung und hohe Selektivität in Prozessketten bei der Gewinnung wirtschaftsstrategischer Primärrohstoffe in Sachsen.

Selective Comminution of ores at impact load

Dr.-Ing. Max Hesse, Institute of Mineral Processing Machines, TU Bergakademie Freiberg, Germany

Introduction

Pre-concentration is a proven option to reduce energy consumption for milling ores and to address the challenges of future mining such as diminishing ore grades. Selective Comminution can be an efficient way to generate pre-concentrates. The following example shows how the efficiency of a concentrating plant can be increased by using Selective Comminution. The savings were achieved by significant energy savings at a concurrent high level of recovery.

Selective Comminution

Selective Comminution is property of comminution system consisting of the material before and after the comminution and the comminution machine. The Selective Comminution can be divided into preferential breakage (see Fig. 1) with preferred fracturing of a single or some grain and phase components (e.g. minerals) and interfacial breakage with a preferred fracturing along the grain and phase boundaries. Further remarks focus on the preferential breakage. The different comminution behavior is exploited by Selective Comminution in such a way that the components can be separated subsequently in a simple way, for example by classification. By this combination the Selective Comminution becomes part of a sorting process, which can separate materials mainly according to their fracture mechanic behavior. The Selective Comminution of mineral resources can be used to separate ore from wall rock, to separate ore varieties or to separate ore from gangue minerals.

Example Fluorite ore

The compressive strength of fluorite is 38 MPa and that of wall rock is 125 MPa. Separate samples with 450 particles are produced for each parameter setting from three different feed fractions and three different impact velo-

cities (17.5 m/s; 35 m/s; 51.5 m/s) of the experiments, respectively. The particles are crushed separately by impact. Fig. 2a shows the mass distribution of fluorite and the wall rock of the comminution product from one separate sample. For this example the fraction 12.5/20 mm is removed after the Selective Comminution from further comminution. This removed fraction contains wall rock and only minor amounts of fluorite. This fluorite is considered as lost. Removing this fraction saves energy in downstream milling. The aim is to decrease the fluorite lost and to increase the energy saving by removing the wall rock. The energy to mill the whole feed material F of one sample is termed reference energy $E_{R,F}$. Whereas, the energy saving of the removed fraction 12.5/20 mm in the comminution product P is defined as $E_{S,P}$. The relative energy saving E_S is the relation of $E_{S,P}$ and $E_{R,F}$ in the equation:

$$E_S = \frac{E_{S,P}}{E_{R,F}} \cdot 100\%$$

Impact velocity, feed particle size, energy saving, and fluorite recovery stay in a simple relation (Fig. 2b), which offers a simple approach for the improvement of multistage Selective Comminution for enhanced energy saving. This approach offers the basis for an optimization criterion for the sustainability as a compromise between fluorite recovery and energy savings.

This work is financially supported by the European Union (European Social Fund) and the Saxonian Government (Grant No. 100270113) and part of the Project InnoCrush - Dynamic methods of mechanical excavation and comminution for high selective production chains in Critical Raw Materials in Saxony.



Europäische Union



European Union

Entwicklung eines umweltverträglichen Verfahrens zur Gewinnung und Aufbereitung Seltener Erden Elemente

Dr.-Ing. Wilfried Hüls, Dr. Romy Matthies, G.U.B. Ingenieur AG, Zwickau, Abteilung Forschung und Entwicklung

Wachsende Risiken im Hinblick auf Fördervolumen und Marktpreisentwicklung kritischer Technologiemetalle (e.g. Schwere Seltene Erden, SSEE [1]) erfordern die Entwicklung innovativer Abbaustrategien – auch unter der Berücksichtigung ökonomischer und ökologischer Gesichtspunkte. Im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „r4 – Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – Forschung zur Bereitstellung wirtschaftsstrategischer Rohstoffe“ wird im Verbundprojekt „Seltene-Erden-Metallurgie: Fortgeschrittene Methoden für die optimierte Gewinnung und Aufbereitung am Beispiel von Ionenadsorptionstonen“ (SEM², 033R127B) ein Verfahren zur Gewinnung und Aufbereitung Seltener Erden am Beispiel von Ionenadsorptionstonen (IAT) entwickelt. Durch ihre spezifischen physikochemischen Eigenschaften finden SSEE zunehmend Anwendung in Schlüsseltechnologien der Energieerzeugung (e.g. Windenergiekraftanlagen) und Elektromobilität (e.g. Elektro- und Hybrid-Autos).

Ionenadsorptionstonlagerstätten in Südchina sind derzeit weltweit die Hauptquelle dieser kritischen Technologierohstoffe. Seit mehr als zwei Jahrzehnten werden dort IAT-Lagerstätten hauptsächlich durch heap-leaching und mountain-top mining und unter Inkaufnahme teilweise signifikanter Umweltschäden (e.g. Bodenerosion, Zerstörung von Ökosystemen, Kontamination von Oberflächen- und Grundwässern) abgebaut. Darüber hinaus sind weltweit über 200 vergleichbare Lagerstätten bekannt, u.a. in Madagaskar, Laos, Surinam und Brasilien. Folglich wird jegliche alternative und optimierte Abbautechnologie für diesen Lagerstättentyp mit signifikantem Multiplikatoreffekt zur Verbesserung der Ressourceneffizienz und Umwelt-

verträglichkeit weltweit beitragen.

Das Hauptziel dieses Forschungsprojektes ist die Entwicklung von Abbau- und Verarbeitungsmethoden für die in-situ Laugung der SSEE aus IAT mittels steuerbarer, sicherer und umweltverträglicher Verfahren. Dafür wird Probematerial aus der madagasischen Lagerstätte Tantalus Rare Earths Malagasy S.A.R.L verwendet [2]. In diesem Lagerstättenkomplex im Nordwesten von Madagaskar wurden beträchtliche Vorräte insbesondere der Seltenen Erden Elemente Dysprosium (Dy), Europium (Eu), Neodymium (Nd), Terbi- um (Tb), and Yttrium (Y) erkundet.

Im Detail werden folgende Untersuchungen abgeleitet:

- a) **Verbesserung der Sedimentporosität und -permeabilität** mittels pneumatischem Fracturing,
- b) **Optimierung** der traditionell angewandten **geochemischen Laugungsprozesse** zur SSEE Mobilisierung sowie Entwicklung **neuer biogeochemischer Prozesse** wie etwa auf der Grundlage organischer Lixivianten und Chelatoren,
- c) Entwicklung (bio)chemischer Methoden zur **spezifischen Rückgewinnung der SSEE** auf der Basis von Biomaterialien wie Algen- und modifizierten Hefestämmen und
- d) Simulation und **Optimierung der Prozesse in der Aufbereitungskette** durch numerische Simulation basierend auf experimentellen thermodynamischen Daten.

Im Vortrag wird insbesondere auf die geotechnische Konditionierung des lateritischen Probematerials und der dazu erforderlichen geotechnischen Laboruntersuchungen eingegangen. Ziel dabei ist die Erhöhung der Sedimentdurchlässigkeit und Vergrößerung der reaktiven Oberfläche zur Vorbereitung optimierter Bedingungen für die nachfolgende in-situ Laugung. In diesem Zusammenhang werden auch die umfangreichen bio(geo)chemischen Laboruntersuchungen zur SSEE-Mobilisierung und -Rückgewinnung vorgestellt.

Bibliographie:

[1] European Commission, 2014: Communication from the commission to the European Parliament, the Council, The European Economic and Social Committee and the committee of the regions on the review of the list of critical raw materials for the EU and the implementation of the raw materials initiative, //eur-lex.europa.eu/legal-content, pp. 7.

[2] SGS, 2016: Resources for the Tantalus Rare Earth Ionic Clay Project Northern Madagascar. Updated NI 43-101 Technical Report, pp. 149.

www://r4-sem2.gub-ing.de/en/

Development of an environmentally sustainable method for the extraction and processing of Rare Earth Elements (REE)

Dr. Wilfried Hüls, Dr. Romy Matthies, G.U.B. Ingenieur AG, Zwickau, Research and Development Division

Increasing supply risks and the volatile market price development of critical technology materials (e.g. Heavy Rare Earth Elements, HREE [1]) require the development of innovative mineral extraction and processing techniques - also under economic and environmental considerations. In the frame of the r4 research call "Raw Materials of Strategic Economic Importance" of the Federal Ministry of Education and Research as part of our research project "Economically strategic materials: Rare Earth Elements metallurgy-advanced methods for optimized extraction and beneficiation by ion adsorption clays" (SEM², 033R127B), we develop an environmentally sustainable process for the extraction and processing of HREE from Ion Adsorption Clay deposits (IAC). Their particular physicochemical properties make HREE essential components of key technologies for the generation of electricity (e.g. wind power stations) and e-mobility (e.g. electric and hybrid vehicles).

Ion-adsorption clay deposits in southern China are currently the main source of these critical raw materials worldwide. For more than two decades have HREE been extracted there applying heap leaching and mountain-top mining leading to in parts significant environmental impacts (e.g. soil erosion, destruction of ecosystems, contamination of surface and groundwater bodies). About 200 comparable HREE-rich deposits are currently known worldwide (e.g. in Madagascar, Laos, Suriname, Brazil). Consequently, any alternative and optimized mining technology developed for this type of deposit will lead to a significantly improved resource efficiency and environmental sustainability worldwide.

The main aim of this research project is the development of methods for the in-situ extraction and processing of HREE from ion adsorption clays via efficient and sustainable processes. For this purpose, we use sample material of the Tantalus Rare Earths Malagasy S.A.R.L. deposit in the Northwest of Madagascar [2]. The deposit contains appreciable amounts of critical rare earths such as Dysprosium (Dy), Europium (Eu), Neodymium (Nd), Terbium (Tb), and Yttrium (Y).

In detail, our project aims to:

- a) **enhance sediment porosity and permeability** via pneumatic fracturing,
- b) **optimize** traditionally employed **geochemical processes** for the mobilization of HREE and to develop **new biogeochemical processes based on** organic lixivants and chelators,
- c) develop **(bio)chemical methods** for the **specific recovery of HREE** on biomaterials such as algae and modified yeast strains and
- d) model and **optimize HREE extraction and recovery processes** by numerical process simulation that are based on experimentally derived thermodynamic data.

In our presentation we will focus on the geotechnical conditioning of the lateritic sediment samples and the presentation of the necessary geotechnical laboratory investigations. Its objective is to increase sediment

permeability and reactive surface areas in preparation for a consecutive optimized in-situ leaching. We will also highlight the most important bio(geo)chemical investigations for the mobilization and recovery of HREE that are applied within the project.

References:

[1] European Commission, 2014: Communication from the commission to the European Parliament, the Council, The European Economic and Social Committee and the committee of the regions on the review of the list of critical raw materials for the EU and the implementation of the raw materials initiative, //eur-lex.europa.eu/legal-content, pp. 7.

[2] SGS, 2016: Resources for the Tantalus Rare Earth Ionic Clay Project Northern Madagascar, Updated NI 43-101 Technical Report, pp. 149.

www://r4-sem2.gub-ing.de/en/

Untersuchung von hydraulischen und sprengtechnischen Konditionierungsmethoden zur in-situ Biolaugung im Festgestein

Dipl.-Ing. Ralf Schlüter, Prof. Dr.-Ing. Helmut Mischo, TU Bergakademie Freiberg, Institut für Bergbau und Spezialtiefbau, Freiberg

Einleitung

An der TU Bergakademie Freiberg (TUBAF) wurde im Jahr 2013 das Biohydrometallurgische Zentrum für strategische Elemente (BHMZ) initiiert, um die Forschung entlang der gesamten biohydrometallurgischen Prozesskette voranzutreiben. Der Fokus der ca. 15 involvierten Doktoranden, ihrer 13 Universitätsinstitute und assoziierten Wirtschaftspartnern liegt hierbei auf der Extraktion von Indium und Germanium aus primären und sekundären Sulfiderzen und Recyclingmaterial durch die bakterielle Laugung, sowohl aus ingenieurs- als auch aus naturwissenschaftlicher Sicht.

Motivation

Eine verlässliche, umfassende und nachhaltige Versorgung mit Rohstoffen, speziell Metallen, ist von grundlegender Bedeutung für jede Industrienation. Diese Abhängigkeit bezieht sich auch auf die sogenannten „strategischen Elemente“, wie sie von der Europäischen Kommission 2010 deklariert wurden. Dazu zählen vor allem Seltene Erden (REEs), Platingruppen Elemente (PGEs) und eine Vielzahl anderer Metalle, so z.B. Indium und Germanium, die unverzichtbar für die Hightech Industrie sind und in elektronischen Geräten, Touchscreens, Solarzellen, Glasfaserkabeln und Infrarot-optischen Geräten Verwendung finden.

Lagerstättenbedingte Herausforderungen wie größere Teufen, geringere Gehalte und komplexe Vererzungen bzw. Mineralisation erschweren die verlässliche Versorgung der Industrienationen mit Rohstoffen auch in Zukunft.

Zudem werden Bergbauaktivitäten in den Industrienationen zunehmend auf Grund

ihrer Umwelteinflüsse und einem steigenden sozioökonomischen Konfliktpotenzial eingeschränkt. Daraus resultiert, dass konventionelle Bergbau- und Aufbereitungsprojekte aufgrund von sozialen und technischen Aspekten beschränkt sein können.

Um diese Restriktionen zu überwinden, ist die Entwicklung neuer, alternativer Technologien notwendig. Ein vielversprechender Ansatz, speziell im Falle von Armerzen, ist die Anwendung von (bio-)hydrometallurgischen Methoden, sowohl bei der Aufbereitung als auch bereits zunehmend bei der primären bergmännischen Extraktion der Wertminerale (Rossi, 1990).

Methode

Im Rahmen des BHMZ-Projektes beschäftigt sich das Institut für Bergbau und Spezialtiefbau, im speziellen die Professur für Rohstoffabbau und Spezialverfahren unter Tage, mit der Implementierung eines Versuchsstandes zur in-situ Biolaugung im Grubengebäude des universitätseigenen Forschungs- und Lehrbergwerkes (FLB). Ein Schwerpunkt der Forschung ist dabei die Erzeugung von optimierten Wegsamkeiten mittels hydraulischer und sprengtechnischer Konditionierungsmethoden im Erzgang. In einem System von parallelen Aufgabe- und Drainagebohrlöchern wird die Produktionslösung in einem geschlossenen Kreislauf geführt und reichert sich auf den Mineraloberflächen in den Rissen zwischen den Bohrlöchern an. Die Bewertung dieser Konditionierungsmethoden bezüglich der Eignung erfolgt dabei aus laugungskinetischer- und gebirgsmechanischer Sicht.

Die Lokalisierung des Laugungsfeldes, der Bohrlöcher und der Konditionierungshorizonte benötigt ein hohes Maß an Vorerkundung. Hierzu werden geophysikalische Methoden, beispielweise Seismik und Geoelektrik angewendet, um den Erzkörper hinsichtlich seiner Ausprägung sowie seiner Beschaffenheit zu erkunden. Wichtig für die Eignung der Konditionierungsmethoden sind mächtige und ungestörte Erzhorizonte, die wenig geklüftet sind, um die Bohrlochintegrität speziell für

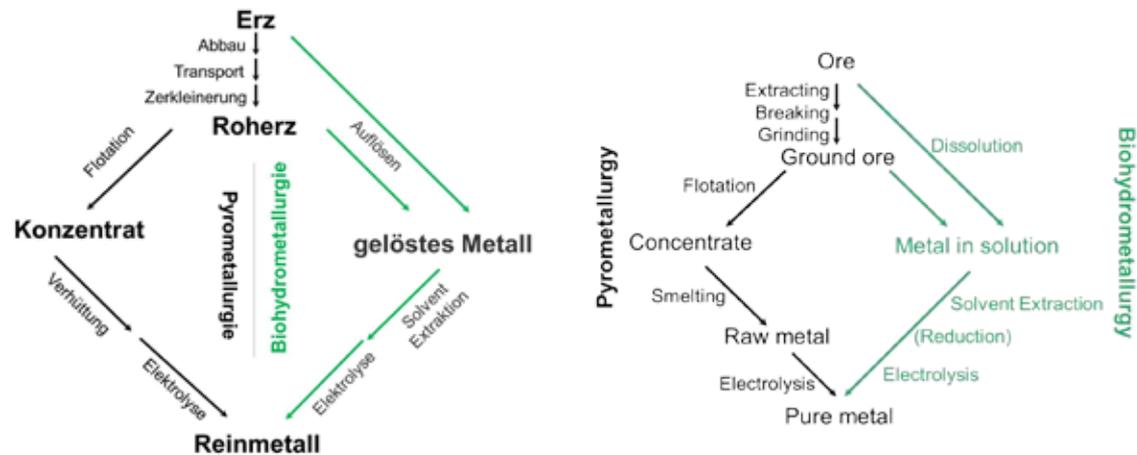


Abb. 1: Vergleich der pyrometallurgischen und der (bio-)hydrometallurgischen Prozessketten.

Fig. 1: Comparison of pyrometallurgical and (bio-)hydrometallurgical process chains.

die hydraulische Konditionierung zu gewährleisten. Geoelektrische Verfahren kommen zusätzlich auch als Monitoring-Verfahren zum Einsatz, um die Ausprägung von erzeugten Rissen darzustellen und zu überwachen. Die Erstellung der Aufgabe- und Drainagebohrungen erfolgt mittels Kernbohrungen. Dies ermöglicht eine detaillierte Bohrkernansprache bezüglich der Ausprägung, Gehalte und Klüftigkeit einzelner Bohrlochhorizonte, die bei der Anwendung der entsprechenden Konditionierungsmethoden berücksichtigt werden müssen.

Referenzen

European Commission, 2010. Critical raw materials for the EU. Report of the ad-hoc working group on defining critical raw materials. (Webversion 30.7.2010)

Rossi, G, 1990. Biohydrometallurgie. McGraw-Hill, Hamburg

Investigation of Hydraulic and Explosive Conditioning in Hardrock for In-situ Bioleaching Purposes

Dipl.-Ing. Ralf Schlüter, Prof. Dr.-Ing. Helmut Mischo, TU Bergakademie Freiberg, Institute of Mining and Special Civil Engineering, Freiberg, Germany

Introduction

In 2013 the “Biohydrometallurgical Centre for Strategic Elements” (BHMZ) was established at the Freiberg University of Mining and Technology to foster interdisciplinary research along the entire biohydrometallurgical process chain. The main focus of the about 15 involved Ph.D. students along with their 13 university institutes and with commercial associates is on the extraction of Indium and Germanium from deposits, tailings and recycling material through bacterial leaching, covering engineering as well as scientific aspects.

Motivation

A reliable, substantial and sustainable supply of raw materials is of crucial importance for any industrialized country. This dependency also applies to the “strategic elements” as they were declared by the European Commission in 2010, including rare earth elements (REEs), platinum group metals (PGMs) and a variety of other metals, as for instance indium and germanium, which are needed for high-tech industry products such as electronic devices, touch screens, solar panels, fibre optics and laser technology.

A growing depth of deposits, lower ore grades and more complex ore mineralogy will increasingly hamper an adequate supply of the industrial nations with raw materials in the

future. In addition, mining activities are being progressively more restricted due to their environmental and socio-economic impact. As a consequence, conventional mining and processing projects will be limited, more often than not, by technical constraints e.g. high energy consumption and social aspects.

To overcome the limitations of conventional methods, the development of new and alter-

native technologies is required. A promising alternative approach is to utilize (bio-)hydro-metallurgical methods, particularly for low grade ores (Rossi, 1990). Such methods include transforming insoluble metal compounds into aqueous form through bacterial leaching, after which the metals are selectively separated by solvent extraction and further refined by electrolysis or thermal processing. Bacterial leaching can also be done

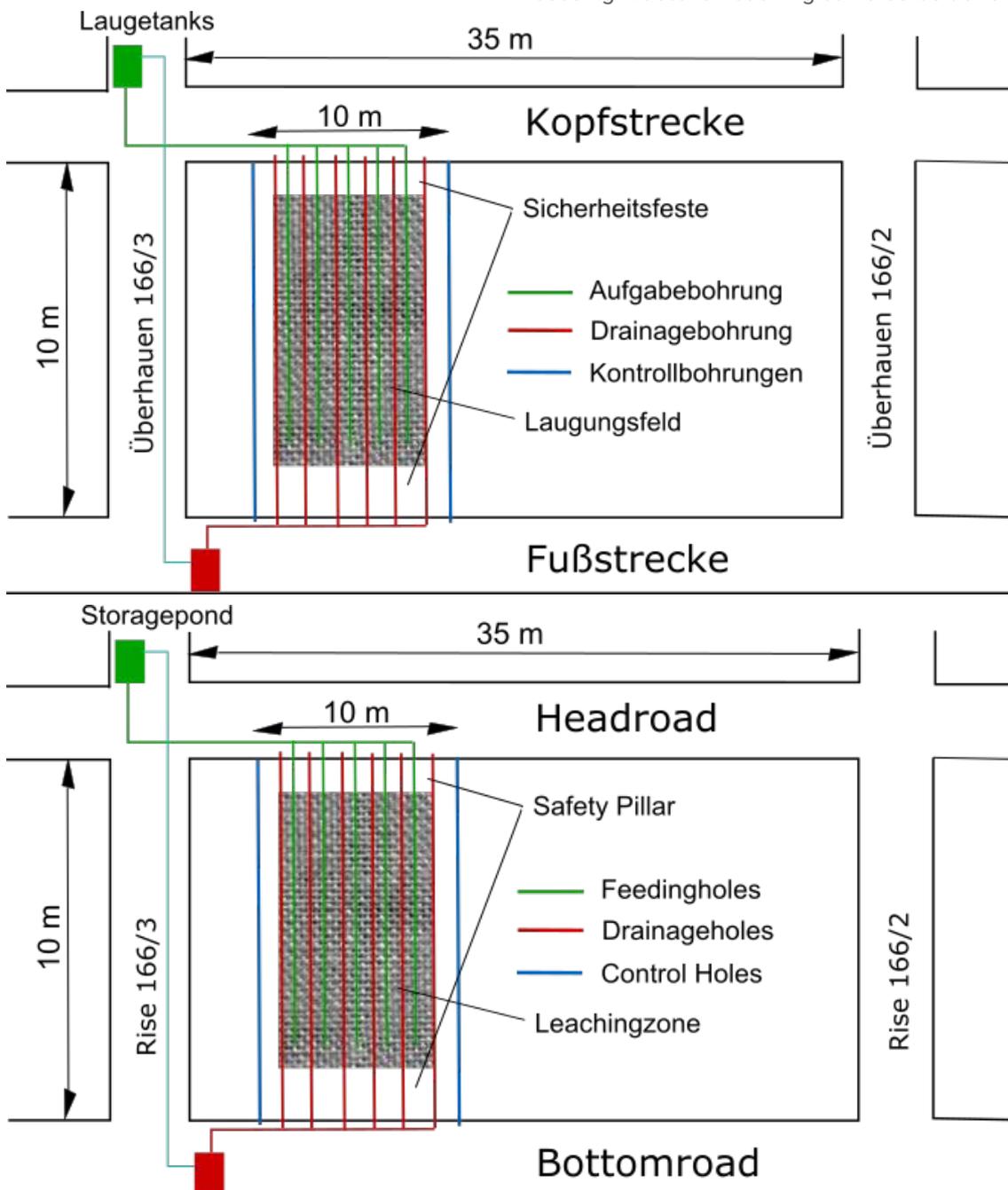


Abb. 2: Konzeptmodell des in-situ Laugungsversuchstandes

Fig. 2: Conceptual model of the underground in-situ bioleaching facility

in-situ within deposits, and is regarded as a combined mining- and processing method.

Methodology

Within the BHMZ project the Department of Underground Mining Methods deals with the design and implementation of an underground testing facility for microbial in-situ stope leaching in its own "Research and Educational Mine". One focus of research, among others, lies on the investigation of different conditioning methods for sufficient stream and flow paths and hence specific mineral surface creation. In particular, crack initiation and conditioning is performed by hydraulic fracturing and water pressure blasting. After conditioning, the leaching solution is pumped into a closed cycle through a system of feeding- and drainage holes arranged in parallel. Gradually the leaching solution is being enriched by biochemical processes on the mineral surface within the cracks between the holes. The evaluation of the different conditioning methods is conducted under consideration of leaching kinetics and geomechanical conditions.

The localization of the leaching field, the arrangement of the drill holes and the conditioning horizons require a high grade of exploration. Therefore geophysical methods e.g. seismic technology and geoelectrics are applied to characterize the constitution and shape of the orebody. A massive and undisturbed ore horizon with small grade fractured zones is crucial for the suitability of the respective conditioning methods, especially for hydraulic stimulation, to ensure the integrity of the borehole wall. Additionally, geoelectrical measuring is applied for monitoring purposes, to render the generation and constitution of induced cracks. Feeding- and drainage holes are created with a drill core machine. This allows for a detailed mapping and sampling with respect to mineralization, ore grades, pre-existent cracks and therefore the integrity of different horizons in the formation, which have to be considered in the application of the respective conditioning

method.

References

European Commission, 2010. Critical raw materials for the EU. Report of the ad-hoc working group on defining critical raw materials. (Webversion 30.7.2010)

Rossi, G, 1990. Biohydrometallurgy. McGraw-Hill, Hamburg

Nutzung von künstlichen neuronalen Netzen zur qualitativen und quantitativen Prognose geologischer Ereignisse - Hintergrund, Software und Fallbeispiele

Andreas Knobloch, Silke Noack, Sven Heico Etzold, Peggy Hielscher, Dr. Andreas Barth, Beak Consultants GmbH, Freiberg, Deutschland

Zusammenfassung

Künstliche neuronale Netze (ANN) werden bereits seit langer Zeit für die Analyse komplexer Datensätze verwendet – bisher jedoch nur selten für geowissenschaftliche Fragestellungen. In der Vergangenheit stießen Vorhersagesoftwarepakete, welche verschiedenste andere Methoden verwenden, in den Geowissenschaften aufgrund der damit verbundenen räumlichen und zeitlichen Aspekte, der Komplexität der Beziehungen und der fehlenden einfach zu bedienenden Anwendungsprogramme oft an ihre Grenzen. Seit 2007 hat Beak erhebliche Anstrengungen zur Entwicklung

einer effektiven und benutzerfreundlichen Software mit umfassenden Datenvor- und Nachbearbeitungs- und Modellsicherheitsbewertungsinstrumenten unternommen. Heute bietet die entwickelte advangeo® Prediction Software die vollständige Integration der künstlichen neuronalen Netzwerk-Technologie in 2D-Datenverarbeitungsprozeduren, so dass die Methode auch Geowissenschaftlern in ihrer standardmäßigen Esri ArcGIS-Softwareumgebung für den täglichen Gebrauch zur Verfügung steht. Daneben wurden Fuzzy-Logik und Weights-of-Evidence als alternative Methoden zur unabhängigen Modellvalidierung integriert.

ANN haben sich als wertvolles Werkzeug für die Analyse geologischer Merkmale mit ihren komplexen und oft nicht linearen und unscharfen Beziehungen bewiesen und ermöglichen, die Gewichtung der vielen potenziell beeinflussenden Faktoren (Abb. 1) zu verstehen. Mit großer Genauigkeit erkennen ANN Abhängigkeiten zwischen mehreren kontrollierenden Parametern und einer abhängigen Variablen.

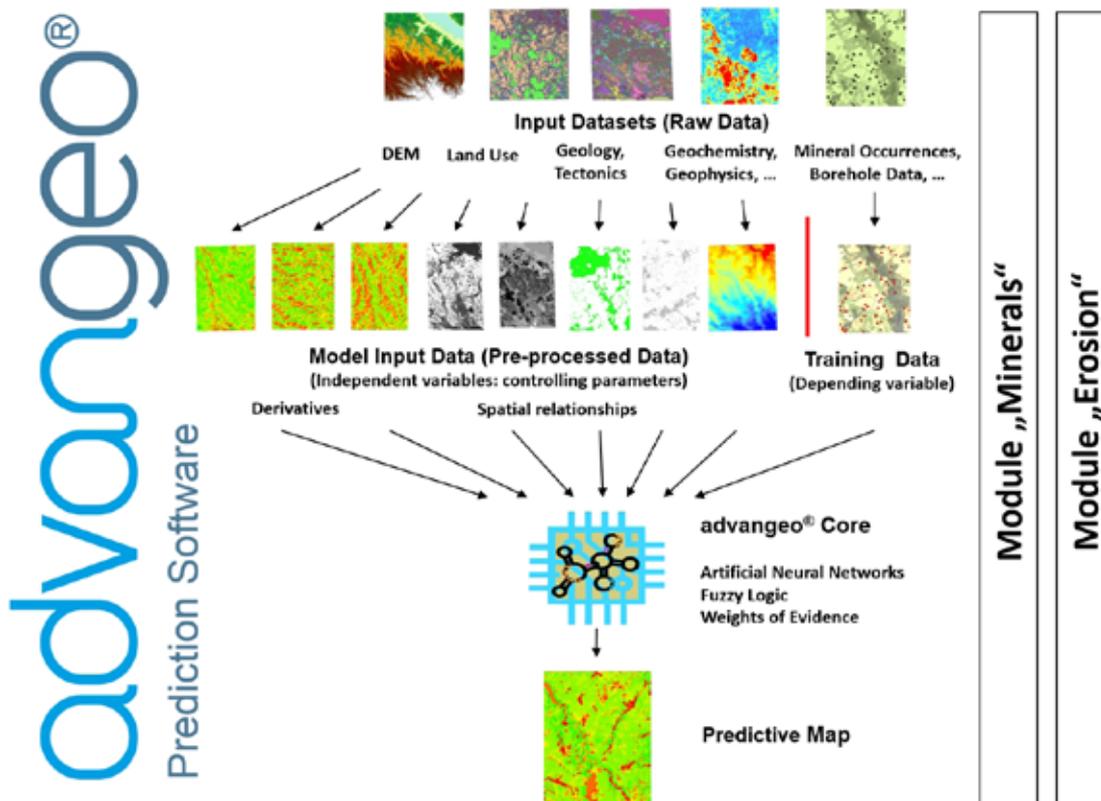


Abb 1: Arbeitsschema der advangeo® Prediction Software.

Fig. 1: advangeo® Prediction Software workflow.

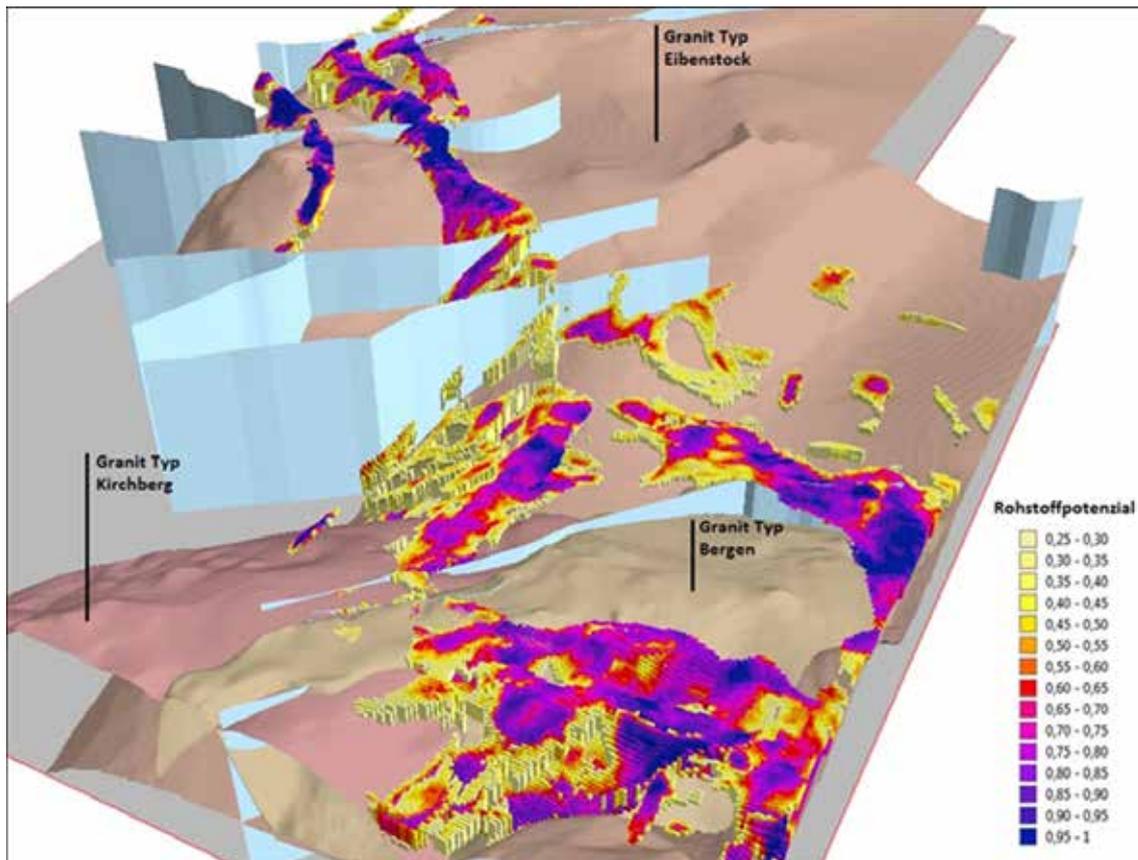


Abb 2: Dreidimensionales Modell des Rohstoffpotenzials in Meta-Karbonaten im mittleren Erzgebirge in Sachsen. © LfULG, 2016.

Fig. 2: Three-dimensional model of mineral potential in meta-carbonates in the Mid-Saxonian Ore Mountains/Germany. © LfULG, 2016.

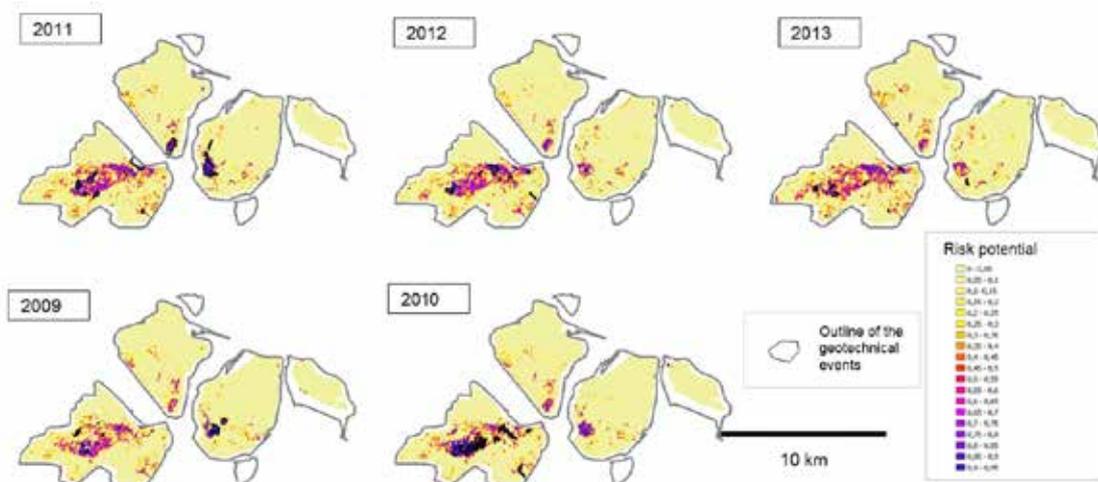


Abb 3: Zeitliche Vorhersage der Stabilität von Braunkohletagebauhalden. © LMBV, 2015.

Fig. 3: Temporal prediction of lignite waste rock piles stability of Lusatia / Germany. © LMBV, 2015.

Die Integration von ANN-Datenanalysetechnologien in echte 3D-Modelle ist Gegenstand der aktuellen Forschung. Erste Ergebnisse im Bereich der Rohstoffhöflichkeitprognose sind sehr vielversprechend (Abb. 2). Die neu entwickelte advangeo® 3D Prediction Software integriert erstmalig ANN-Technologien in bestehende 3D-Modellierungspakete wie z.B. GOCAD.

ANN lassen sich erfolgreich für die Analyse quantitativer und qualitativer räumlicher und zeitlicher Beziehungen verwenden. Sie können jedoch auch für echte 4D-Modellierung verwendet werden. Erfolgreiche Anwendungsfälle kommen aus dem Arbeitsbereich der Gefahrenhinweiskartierung und Vorhersage von Georisiken (Abb. 3).

Im Vortrag werden der theoretische Hintergrund des Ansatzes, das Arbeitsschema, die verschiedenen Datenvorverarbeitungsschritte und die möglichen Verfahren zur Bewertung der Ergebniszuverlässigkeit kurz beschrieben. Der Schwerpunkt liegt auf der Vorstellung von praktischen Anwendungsfällen: a) Regolith-Kartierung in Burkina Faso, b) zweidimensionale Zinnpotenzialvorhersage im mittleren Erzgebirge in Sachsen, c) räumliche und zeitliche Vorhersage der Stabilität von Braunkohletagebauhalden in der Lausitz.

Application of artificial neural networks for the qualitative and quantitative prediction of geological events and phenomena - Background, software and case studies

Andreas Knobloch, Silke Noack, Sven Heico Etzold, Peggy Hielscher, Dr Andreas Barth, Beak Consultants GmbH, Freiberg (Germany)

Abstract

Artificial neural networks (ANN) are used for analysing complex data sets for a long time – but not as much in geoscience, until now. In the past, predictive mapping applications that use different other methods met big difficulties in geo-sciences due to the related spatial and temporal aspects, the complexity of relationships and the lack of easy to use application software. Since 2007, Beak has invested considerable efforts to develop a sound and user-friendly software with comprehensive data pre- and post-processing and model reliability evaluation tools. Today, the developed advangeo® Prediction Software offers full integration of artificial neural network (ANN) technology into 2D data processing procedures, making the method available for daily use by non-mathematicians within their standard Esri ArcGIS software environment. Besides this, fuzzy logic and weights of evidence have been integrated as alternative methods for independent model validation.

ANN have proven themselves as a valuable tool for analysing geological features with their complex and often non-linear and unsharp relationships and to understand the weighting of the many potentially influencing factors (Fig. 1). With great accuracy, ANN recognise dependencies between multiple controlling parameters and a dependent variable.

The integration of ANN data analysis technologies into real 3D models is a matter of on-going research. First results in the field of mineral predictive mapping are very promising (Fig. 2). For the first time, the newly developed advangeo® 3D Prediction Software integrates ANN technologies into existing 3D modelling

packages, like GOCAD.

ANN are applicable for analysing quantitative and qualitative spatial as well as temporal relationships. They can be used for 4D modelling, too. Successful application cases cover the field of geo-hazard predictive mapping (Fig. 3).

The paper discusses shortly the theoretical background of the approach, describes workflows, data pre-processing steps and result reliability evaluation procedures. The focus is on practical applications and use cases: a) Regolith landform mapping in Burkina Faso, b) two- and three-dimensional tin potential prediction in the Mid-Saxonian Ore Mountains / Germany, c) spatial and temporal prediction of lignite waste rock piles stability of Lusatia / Germany.

Exkursion Excursion



Exkursion

- eine Befahrung des Tagebaus
- eine Befahrung des Zementwerks

Excursion

- open-pit mine tour
- cement plant tour

Mit freundlicher Unterstützung von

Kindly supported by



CEMEX Deutschland AG
Frankfurter Chaussee
15562 Rüdersdorf bei Berlin
Tel.: + 49 33638/54-0
Fax: + 49 33638/54-222
Mail: kundenservice.de@cemex.com
Web: www.cemex.de



CEMEX Deutschland AG
Frankfurter Chaussee
15562 Rüdersdorf near Berlin
Germany
Phone: + 49 33638/54-0
Fax: + 49 33638/54-222
Mail: kundenservice.de@cemex.com
Web: www.cemex.de

Partner, Sponsoren & Aussteller
Partners, Sponsors & Exhibitors





DMT GmbH & Co. KG

Die Aufsuchung, Gewinnung und Aufbereitung von Rohstoffen sind hochkomplexe Vorgänge, bei denen unterschiedlichste organisatorische, ingenieurtechnische und sicherheitsrelevante Faktoren aufeinander abgestimmt werden müssen.

Hier liegen die Wurzeln der DMT, die seit über 150 Jahren umfassende Beratungsleistungen für den Bergbau erbringt. Diese Historie ist der Grund dafür, dass unser Leistungsspektrum in seiner Breite und Spezialisierung weltweit einmalig ist und heutzutage nicht nur Bergwerksbetreiber, sondern auch internationale Investoren, Finanzinstitute und Entwicklungsorganisationen sich auf die Expertise der DMT verlassen.

Ob als qualifizierte Einzel- oder umfassende Komplettdienstleistung, DMT bietet in interdisziplinären Teams Beratung, Erkundung, Planung, Bewertung und Begutachtung.

DMT GmbH & Co. KG
Am Technologiepark 1
45307 Essen
Tel.: +49 201/172-01
Fax: +49 201/172-1462
Mail: info@dm-group.com
Web: www.dmt-group.com

DMT GmbH & Co. KG

The prospection, extraction and processing of natural resources are highly complex operations, involving the coordination of numerous organizational, engineering and safety-related factors.

This is precisely where DMT's roots lie, having been providing comprehensive consulting for the mining industry for over 150 years. Our impressive history is the reason that our range of services is unsurpassed in its breadth

and specialization the world over, and today, not only mine operators, but also international investors and research & development institutions rely on DMT's expertise.

Whether you're looking for a single solution to a specific problem or a comprehensive full-service package, our interdisciplinary teams offer services for all stages of your project.

DMT GmbH & Co. KG
Am Technologiepark 1
45307 Essen
Germany
Phone: +49 201/172-01
Fax: +49 201/172-1462
Mail: info@dm-group.com
Web: www.dmt-group.com



EIT RawMaterials GmbH

EIT RawMaterials, initiiert und gefördert vom EIT (European Institute of Innovation and Technology), einer Institution der EU, ist das weltweit größte und kompetenzstärkste Konsortium im Rohstoffsektor. Die Initiative hat es sich zum Ziel gesetzt, den Rohstoffbereich durch Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit und Attraktivität des Sektors zu einer strategischen Stärke Europas zu entwickeln. Maßnahmen sind die Förderung der Entwicklung von Innovationen, Hochschul- und Bildungsprogrammen, sowie die Unterstützung von Start-ups bzw. Unternehmen. EIT RawMaterials ermöglicht Innovationen im Rohstoffsektor dadurch, dass Informationen und Expertise bereitgestellt, geteilt, und aussichtsreiche Projekte gefördert werden und dass Unternehmer, Start-ups, kleine und mittelständische Unternehmen durch Fördergelder, Beratung von Experten und

effiziente Zusammenarbeit innerhalb dieses Netzwerkes unterstützt werden.

EIT RawMaterials GmbH
Europa Center
Tauentzienstr. 11
10789 Berlin
Tel.: +49 30/2 636 646 60
Mail: info@eitrawmaterials.eu
Web: www.eitrawmaterials.eu

EIT RawMaterials GmbH

EIT RawMaterials, initiated and funded by the EIT (European Institute of Innovation and Technology), a body of the European Union, is the largest and strongest consortium in the raw materials sector worldwide. Its mission is to develop raw materials into a major strength for Europe by boosting competitiveness, growth and attractiveness of the European raw materials sector via radical innovation, new education approaches and guided entrepreneurship. EIT RawMaterials aims to significantly enhance innovation in the raw materials sector by sharing of knowledge, information and expertise: Entrepreneurs, Start-ups and SMEs receive funding and support through our partner network and collaboration activities.

EIT RawMaterials GmbH
Europa Center
Tauentzienstr. 11
10789 Berlin
Germany
Phone: +49 30/2 636 646 60
Mail: info@eitrawmaterials.eu
Web: www.eitrawmaterials.eu



Euromines

Euromines
European Association of Mining Industries,
Metal Ores & Industrial Minerals
Avenue de Broqueville 12
1150 Brüssel
Belgien
Web: www.euromines.org

Euromines

Euromines
European Association of Mining Industries,
Metal Ores & Industrial Minerals
Avenue de Broqueville 12
1150 Brüssel
Belgium
Web: www.euromines.org



FAB

FAB: „Die industrielle Wertschöpfungskette benötigt langfristig eine kontinuierliche und verlässliche Rohstoffversorgung. Der deutsche Auslandsbergbau trägt aktiv zur Rohstoffsicherung bei. Unser Anliegen ist, seine Förderung sowie der bedarfsorientierte weitere Aufbau von mittelgroßen Bergbaubetrieben im In- und Ausland.“

Die Unternehmen der FAB stellen Dienstleistungen für Rohstoffprojekte zur Verfügung. Die FAB ist Anlaufstelle für die Unternehmen des Auslandsbergbaus und mit Rohstoffaktivitäten befassten Unternehmen und konzentriert sich auf die Wissens- und Kompetenzgestaltung der Netzwerkpartner.

Die deutsche Wirtschaft, die ein Auslandsengagement zur Absicherung Ihrer Rohstoffver-

Partner, Sponsoren & Aussteller Partners, Sponsors & Exhibitors

Partners Partner

sorgung sucht, findet in der FAB einen Partner zur Vorbereitung und Durchführung rohstoffwirtschaftlicher Auslandsaktivitäten. Die Unternehmen der FAB stellen dabei mit ihrer Expertise die erforderlichen Dienstleistungen für Rohstoffprojekte im Ausland zur Verfügung. Die FAB ist der wirtschaftspolitische Verband des deutschen Auslandsbergbaus in Deutschland. Mit einer mehr als 30 jährigen Tradition vertritt die FAB die branchenspezifischen Interessen seiner überwiegend in Deutschland ansässigen Mitglieder gegenüber Politik, Wirtschaft und Öffentlichkeit.

FAB

Fachvereinigung Auslandsbergbau und Internationale Rohstoffaktivitäten in der VRB
Am Schillertheater 4
10625 Berlin
Tel.: +49 30/3151-8261
Fax: +49 30/3151-8235
Web: www.consulting-fab.de

Ansprechpartner:

Dr. Martin Wedig
Geschäftsführer
Mail: Martin.Wedig@v-r-b.de

FAB

FAB "The industrial value creation chain requires a continuous and reliable raw material supply in the long term. German mining activities abroad actively contribute towards securing natural resources for Germany and the European Union. We aim to nurture and encourage them as well as continuing to expand medium-sized mining enterprises at home and abroad in keeping with requirements."

FAB companies provide services for raw materials projects. The FAB represents the contact point for companies engaged in international mining and raw materials and concentrates on ensuring that its network partners are provided with the appropriate knowledge and backup. German industry contemplating foreign involvement in order

to secure its raw materials supplies, finds a responsive partner in the FAB to execute economic activities on the natural resources sector abroad. FAB companies through their expertise provide necessary services for foreign raw materials projects. The FAB is the organization representing German companies mining abroad in Germany. Established over 30 years ago, the FAB looks after the industry-related interests of its members most of whom are based in Germany vis-a-vis politics, industry and the public.

FAB

German Federation of International Mining and Mineral Resources
Am Schillertheater 4
10625 Berlin
Germany
Phone: +49 30/3151-8261
Fax: +49 30/3151-8235
Web: www.consulting-fab.de, www.v-r-b.de

Contact Person:

Dr. Martin Wedig
CEO
Mail: Martin.Wedig@v-r-b.de



**Technische
Hochschule
Georg Agricola**

Technische Hochschule Georg Agricola

Zukunft seit 1816 lautet das Motto der als Bochumer Bergschule gegründeten Technischen Hochschule (TH) Georg Agricola. Bis heute ist die nachhaltige Rohstoffgewinnung ein wichtiger Profilschwerpunkt der Hochschule. Daneben setzt die TH auf neue Themen wie Smart Energy oder Materialeffizienz. Im 2015 eröffneten Forschungszentrum Nachbergbau werden erstmals die komplexen Heraus-

forderungen von Bergwerksschließungen, Nachsorgemaßnahmen und Folgenutzungen interdisziplinär erforscht. Aktuell steht dabei die Beendigung des aktiven Steinkohlenbergbaus in Deutschland bis 2018 im Fokus. Wie man verantwortungsvoll mit den sogenannten Ewigkeitsaufgaben des Bergbaus umgeht, lernen Studierende auch im einzigartigen Master-Studiengang Geotechnik und Nachbergbau an der TH.

Technische Hochschule Georg Agricola
Herner Str. 45
44787 Bochum
Tel.: +49 234/968-02
Web: www.thga.de

Ansprechpartnerin für Presseanfragen:
Carmen Tomlik
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit Forschungszentrum Nachbergbau
Tel.: +49 234/968-3230
Mail: carmen.tomlik@thga.de

Technische Hochschule Georg Agricola

Future since 1816 – that is the motto of the TH Georg Agricola, which was founded in 1816 as the mining college of Bochum. Until today the sustainable winning of raw materials is one of the research fields making up its profile. Besides new issues are smart energy or material efficiency. At the Research Institute of Post-Mining, opened in 2015, the complex challenges which come along with post-mining are investigated interdisciplinary, such as mine closures, the aftercare measures needed and the future use of land and facilities. Currently, the focus is lying on the end of the underground hard-coal mining activities in Germany fading out in 2018. Moreover the students of the unique master program "Geotechnical engineering and post-mining" learn, how to handle the perpetual tasks of mining.

Technische Hochschule Georg Agricola,
University
Herner Str. 45
44787 Bochum
Germany
Phone: +49 234/968-02
Web: www.thga.de/en

Contact person for public relations:
Carmen Tomlik
Research Institute of Post-Mining, Public relations
Phone: +49 234/968-3230
Mail: carmen.tomlik@thga.de



TSU e.V.

Verein für Technische Sicherheit und Umweltschutz-TSU e.V.

Der TSU e.V. ist ein gemeinnütziger, technisch-wissenschaftlicher Verein zur Förderung von technischer Sicherheit und Umweltschutz durch **sicherheitliche Beratung und sicherheitliche Weiterbildung**.

Gegenwärtige Schwerpunkte der Vereinstätigkeit:

- Gewährleistung der Sicherheit von Schachtförderanlagen
- Gewährleistung der Sicherheit bei der Herstellung und dem Einsatz von Drahtseilen in großen technischen Systemen sowie ihre sicherheitliche Prüfung
- Sicherheit tragender Konstruktionen insbesondere unter Einwirkung dynamischer Lasten
- Sicherheitsanalyse und Sicherheitseinrichtungen moderner technischer Systeme
- Maschinen- und Bauwerksdynamik, Schall- und Erschütterungsschutz bei Einwirkung auf Personen und Sachgüter
- Schutz vor Emissionen und Immissionen

von Luftschadstoffen und Gefahrstoffen

- Gewährleistung der Sicherheit bei Anlagen des Altbergbaus
- Gewährleistung der Sicherheit bei Umwelteinflüssen der Bergbau- und Hüttenindustrie.

Getragen wird die Vereinstätigkeit von anerkannten Sachverständigen und Spezialisten, die in einschlägigen Industriezweigen langjährige Erfahrungen aufweisen.

TSU e.V.

Hersdorfstr.6

99867 Gotha

Tel.: +49 3621/301034

Fax: +49 3621/301035

Mail: info@tsuev.de

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Hans-Joachim Steinfeld

Mail: steinfeld@tsuev.de

Dr. rer. nat. Manfred Wohlrab

Mail: wohlab@tsuev.de

TSU e.V.

TSU e.V.

Hersdorfstr.6

99867 Gotha

Germany

Phone: +49 3621/301034

Fax: +49 3621/301035

Mail: info@tsuev.de

Contact Person:

Dipl.-Ing. Hans-Joachim Steinfeld

Mail: steinfeld@tsuev.de

Dr. rer. nat. Manfred Wohlrab

Mail: wohlab@tsuev.de



VBGU e.V.

Der Verband Bergbau, Geologie und Umwelt e.V. (VBGU) ist ein Arbeitgeberverband. Er ist seit über 25 Jahren für seine z.Zt. 45 Mitglieder (u.a. Geotechnik-, Bergbau-, Consulting-Unternehmen sowie Unternehmen mit Bergbauspezialdienstleistungen) tätig.

Der VBGU vertritt die allgemeinen wirtschafts- und sozialpolitischen sowie tariflichen Interessen seiner Mitglieder und unterstützt sie u.a. bei der Forschung und Entwicklung sowie der Aus- und Weiterbildung. Er ermöglicht ihnen den Zugang zu wirtschaftlichen und politischen Entscheidungsträgern auf Bundes- und Länderebene.

Der VBGU ist gut vernetzt und selbst Mitglied in Arbeitgeberverbänden und Organisationen der Bundesrepublik Deutschland in den Ressorts Arbeits-, Abfall-, Berg-, Umwelt- und Wasserrecht.

Wir führen Kolloquien, Fachexkursionen, Workshops, Jahrestagungen sowie parlamentarische Abende und Empfänge durch.

Wir wollen mit unseren Mitgliedern „Gemeinsam, nachhaltig Zukunft gestalten“.

VBGU e.V.

Poststraße 30

10178 Berlin

Tel.: +49 30/40054270

Fax: +49 30/40054271

Mail: info@vbgu.de

Web: www.vbgu.de

VBGU e.V.

The Association of Mining, Geology and Environment (VBGU), an employers association, works since more than 25 years as a stakeholder of its currently 45 ordinary member companies (representing entrepreneurs of the branches especially geotechnics, mining, consultancy and companies which offers special services in mining).

VBGU represent the ordinary politico-economic and socio-political plus tariff interests of its member companies and support the companies for instance in research and development plus further education. VBGU provides for member companies access to economic and political decision makers at federal level and state level.

VBGU itself is well connected and a member of several employer associations and non-governmental bodies in the Federal Republic of Germany in ranges of labour law, waste legislation, mining law, environmental law and water rights.

We organized colloquiums, field trips, workshops, annual meetings and events like parliamentary evening and the New Year's welcome.

With our member companies we will "together, create a sustainable future".

VBGU e.V.
Poststrasse 30
10178 Berlin
Germany
Phone: +49 30/40054270
Fax: +49 30/40054271
Mail: info@vbgu.de
Web: www.vbgu.de



VDMA Mining

Im VDMA Fachverband Mining haben sich ca. 135, hauptsächlich mittelständische Unternehmen aus folgenden Bereichen zusammengeschlossen: Bergbau über und unter Tage, Aufbereitungstechnik sowie Consulting, Forschung und Entwicklung. Diese Unternehmen repräsentieren ein Umsatzvolumen von zuletzt rund 3,6 Mrd. Euro (2015). Die Branche der Bergbauzulieferer gehört zu den exportintensivsten Maschinenbauzweigen in Deutschland. Wichtige Märkte sind die Region Naher-/ Mittlerer Osten, China, Nordamerika sowie Lateinamerika und Europa.

Wir schaffen das Netzwerk der Mitgliedsunternehmen untereinander und unterstützen Exportaktivitäten durch Marktdaten, Auslandsbüros, Gemeinschaftsbeteiligungen auf Auslandsmessen sowie durch rechtliche und technische Informationen. Wir organisieren die nationale, europäische und internationale Normung und fördern mit gemeinsamen Forschungsprojekten den technischen Fortschritt.

VDMA Mining
Lyoner Straße 18
60528 Frankfurt am Main
Web: www.mining.vdma.org
Ansprechpartner:
Klaus Stöckmann
Mail: klaus.stoeckmann@vdma.org

VDMA Mining

In the VDMA Mining Association approximately 135 companies mainly medium-sized merged from the sectors underground mining, open cast mining, mineral processing technology, consulting, research and development.

These companies lastly represent an entire trade volume which reached some 3.6 billion Euro (2015). The mining supplier branch is one of the most export-intensive mechanical engineering sectors in Germany. Key markets are the Near and Middle East, China, North and Latin America as well as Europe.

We create the network among our member companies and support export activities by market data, liaison offices abroad, joint booths on foreign trade fairs (German Pavilions) as well as legal and technical information. By common research projects we do support the technological progress and organize the National, European and International Standardization in this field.

VDMA Mining
Lyoner Straße 18
60528 Frankfurt am Main
Germany
Web: wwwmining.vdma.org

Contact Person:
Klaus Stöckmann
Mail: klaus.stoeckmann@vdma.org



WISMUT

Wismut GmbH

Sanierung der Hinterlassenschaften des Uranerzbergbaus in Sachsen und Thüringen

Die Wismut GmbH ist ein Unternehmen des Bundes in Sachsen und in Thüringen. Ihre Hauptaufgabe besteht in der Stilllegung, Sanierung und Rekultivierung von Urangewinnungs- und Uranaufbereitungsbetrieben.

Das Wismut-Projekt ist zu einem international bedeutsamen Referenzprojekt für zukunftsweisende Technologien bei der Sanierung radioaktiver Altlasten geworden. Auch regional leistet das Unternehmen einen wesentlichen Beitrag zur wirtschaftlichen Entwicklung an den Standorten der Sanierung.

Gesellschafter ist die Bundesrepublik Deutschland, welche durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie vertreten wird. Seit der Gründung 1991 befindet sich der Sitz des Unternehmens in Chemnitz/Sachsen.

Mehr Informationen unter: www.wismut.de

Wismut GmbH
Jagdschänkenstraße 29
09117 Chemnitz
Web: www.wismut.de

Wismut GmbH

Rehabilitation of uranium ore mining legacies in Saxony and Thuringia

Wismut GmbH is a federal government-owned company operating in Saxony and Thuringia. Its principal business is the decommissioning, cleanup, and rehabilitation of uranium mining and processing sites.

The Wismut Project has emerged as an important international reference project for

state-of-the-art remediation technologies in conjunction with the rehabilitation of radioactively contaminated sites.

Wismut is also an important partner on the regional level that makes a substantial contribution to foster the economic development of sites under remediation.

The company's sole shareholder is the Federal Republic of Germany, represented by the German Federal Ministry of Economics and Energy. Since its foundation in 1991, the company is headquartered in Chemnitz/Saxony.

More information can be found here:
www.wismut.de

Wismut GmbH
Jagdschänkenstraße 29
09117 Chemnitz
Germany
Web: www.wismut.de



Becorit GmbH

Futterungen für Treibscheiben, Seilscheiben & Bremsbeläge

Mit Futterungsqualitäten der BECORIT sichern Sie Traktion und verlängern die Seillebensdauer. Die hochwertigen Bremsbeläge von BECORIT sind weltweit erprobt. Die BECORIT arbeitet seit über 80 Jahren mit dieser Thematik. Wegen ihrer hochwertigen Qualität wird die BECORIT auch von Seilherstellern und Anwendern empfohlen.

BECORIT GmbH ist Zertifiziert nach ISO 9001, ISO 14001 und IRIS

Becorit GmbH
Rumplerstraße 6-1
45659 Recklinghausen
Web: www.becorit.de

Becorit GmbH

Linings for drive & deflection sheaves and brake pads

With linings manufactured at BECORIT you assure the traction of your sheave and you will extend the lifetime of your rope. Our brake pads are proven worldwide. BECORIT has more than 80 years of experience. Customers and manufacturer of ropes recommend our linings, because of the high-quality.

Becorit GmbH
Rumplerstraße 6-10
45659 Recklinghausen
Germany
Web: www.becorit.de



ESSER-WERKE GmbH & Co. KG

Seit 1949 sind die Esser-Werke auf die Entwicklung und Herstellung von hoch verschleißfesten Förderleitungssystemen spezialisiert. Wir beliefern Unternehmen wie Bergbaubetriebe, Kies- und Sandwerke, chemische Industrie, Glashütten, Anlagenbau und Betonpumpen, mit diesen Produkten. Unsere Produkte werden in enger Zusammenarbeit mit unseren Kunden entwickelt und individuell an die Anwendungen angepasst.

ESSER-WERKE GmbH & Co. KG
Zum Puddelhammer 25
59581 Warstein
Web: www.esser-werke.de

Ansprechpartner:
Klaus-Dieter Linke
Tel.: +49 2902/896019
Mobil: +49 151/465 332 49
Fax: +49 2902/896 30
Mail: linke@esser-werke.de

ESSER-WERKE GmbH & Co. KG

Since 1949, ESSER-WERKE are specialized in the development and manufacturing of wear resistant pipeline systems. We supply mining companies, gravel and sand plants, the chemical industry, concrete pump manufacturers and operators, glass foundries, plant manufacturers and many more. Our products are developed in close co-operation with our customers and adapted individually to the applications.

ESSER-WERKE GmbH & Co. KG
Zum Puddelhammer 25
59581 Warstein
Germany
Web: www.esser-werke.de

Partner, Sponsoren & Aussteller Partners, Sponsors & Exhibitors

Sponsoren
Sponsors

Contact Person:
Klaus-Dieter Linke
Phone: +49 2902/896019
Mobile: +49 151/465 332 49
Fax: +49 2902/896 30
Mail: linke@esser-werke.de



NYROSTEN Korrosionsschutzmittel GmbH + Co.

Drahtseilkonservierung

Bereits 1929 wurde NYROSTEN als "Koepe-seillack" erfolgreich für die Drahtseilkonservierung im deutschen Steinkohlenbergbau eingesetzt und seine schützende Wirkung dokumentiert.

Unsere Produkte werden allen Anforderungen – auch unter extremsten klimatischen Bedingungen – wie z.B. im Tagebau oder im Steinkohlenbergbau gerecht.

NYROSTEN Korrosionsschutzmittel
GmbH + Co.
Marktweg 71
47608 Geldern
Web: www.nyrosten.de

NYROSTEN Korrosionsschutzmittel GmbH + Co.

Wire protection

In 1929, NYROSTEN was successfully used as "Koepe rope lubricant" for the protection of steel wire ropes in the German mining industry and its protective effect documented.

Our products meet all requirements – even under extreme climatic conditions – e.g. in open-cast mining or hard coal mining.

NYROSTEN Korrosionsschutzmittel
GmbH + Co.
Marktweg 71
47608 Geldern
Germany
Web: www.nyrosten.de



Sachtleben Mining Services GmbH

Die Firma Sachtleben Mining Services ist ein Bergbauspezialdienstleister und Felssicherer. Nach über 30-jähriger Erfahrung im Jahr 2009 aus der Sachtleben Bergbau GmbH heraus neu gegründet, bieten wir unseren Kunden eine kompetente Betreuung und professionelle Abwicklung in folgenden Bereichen an:

- Kontraktarbeiten im Bergbau (Streckenauf-fahrung – u. Rohstoffgewinnung)
- Stollenbau
- Bergsicherung im Altbergbau
- Verfüllarbeiten in untertägigen Hohlräumen
- Planungsleistungen im Bergbau

Sachtleben Mining Services GmbH
Ippichen 5
77709 Wolfach
Tel.: +49 7834/86705-7
Fax: +49 7834/86705-99
Mail: info@sachtleben-ms.de
Web: www.sachtleben-ms.de

Ansprechpartnerin:
Tanja Borho
Tel.: 07834/86705-82
Mail: t.borho@sachtleben-ms.de

Sachtleben Mining Services GmbH

Based in Germany's Black Forest region, SACHTLEBEN Mining Services is an owner-operated technical service provider whose Underground Mining and Rock Slope Stabilization divisions have more than 30 years of practical experience.

The focus of our Underground Mining division is the contracting of development and preparatory work for metal ores and industrial minerals deposits as well as actual raw material extraction. We specialize in the application of complex rock support systems using fiber-reinforced shotcrete and various anchoring systems.

Sachtleben Mining Services GmbH

Ippichen 5

77709 Wolfach

Germany

Phone: +49 7834/86705-7

Fax: +49 7834/86705-99

Mail: info@sachtleben-ms.de

Web: www.sachtleben-ms.de

Contact Person:

Tanja Borho

Phone: +49 7834/86705-82

Mail: t.borho@sachtleben-ms.de



Beak Consultants GmbH

Beak Consultants GmbH
Am St. Niclas Schacht 13
09599 Freiberg
Tel.: +49 3731/781350
Fax: +49 3731/781352
Web: www.beak.de; www.advangeo.com

Ansprechpartner:
Dr. Andreas Barth
Geschäftsführer

Beak Consultants GmbH

Beak Consultants GmbH
Am St. Niclas Schacht 13
09599 Freiberg
Germany
Phone: +49 3731/781350
Fax: +49 3731/781352
Web: www.beak.de; www.advangeo.com

Contact Person:
Dr. Andreas Barth
Managing Director



BsS Bergsicherung Sachsen GmbH

BsS Bergsicherung Sachsen GmbH
Fundgrube Anna und Schindler Nr. 4
08289 Schneeberg
Tel.: +49 3772/28485
Fax: +49 3772/395783
Mail: info@bss-bergsicherung-sachsen.de
Web: www.bergsicherung-sachsen.de

Ansprechpartner:
Dipl.-Ing. Tobias Steinert
Geschäftsführer

BsS Bergsicherung Sachsen GmbH

BsS Bergsicherung Sachsen GmbH
Fundgrube Anna und Schindler Nr. 4
08289 Schneeberg
Germany
Phone: +49 3772/28485
Fax: +49 3772/395783
Mail: info@bss-bergsicherung-sachsen.de
Web: www.bergsicherung-sachsen.de

Contact Person:
Graduate Engineer Tobias Steinert
CEO



CFT GmbH Compact Filter Technic

CFT GmbH Compact Filter Technic
Beisenstraße 39-41
45964 Gladbeck
Tel.: +49 2043/4811-0
Fax: +49 2043/4811-900
Web: www.cft-gmbh.de
Mail: mail@cft-gmbh.de

Ansprechpartnerin:
Corinna Both
Tel.: +49 2043/4811-954
Mail: corinna.both@cft-gmbh.de

CFT GmbH Compact Filter Technic

CFT GmbH Compact Filter Technic
Beisenstraße 39-41
45964 Gladbeck
Germany
Phone: +49 2043/4811-0
Fax: +49 2043/4811-900
Web: www.cft-gmbh.de
Mail: mail@cft-gmbh.de

Contact Person:
Corinna Both
Phone: +49 2043/4811-954
Mail: corinna.both@cft-gmbh.de



A Member of The Redpath Group

Deilmann-Haniel GmbH

Deilmann-Haniel GmbH
Haustenbecke 1
44319 Dortmund
Tel.: +49 231/2891 396
Fax: +49 231/2891 492
Mail: info@deilmann-haniel.com
Web: www.deilmann-haniel.com

Deilmann-Haniel GmbH

Deilmann-Haniel GmbH
Haustenbecke 1
44319 Dortmund
Germany
Phone: +49 231/2891 396
Fax: +49 231/2891 492
Mail: info@deilmann-haniel.com
Web: www.deilmann-haniel.com



Geological Survey of Finland

Geological Survey of Finland
Betonimiehenkuja 4
02150 Espoo
Finnland
Tel.: +358 29/503 0000
Web: www.gtk.fi

Ansprechpartner:
Risto Pietilä
Tel.: +358 400 293 217
Mail: risto.pietila@gtk.fi

Geological Survey of Finland

Geological Survey of Finland
Betonimiehenkuja 4
02150 Espoo
Finland
Phone: +358 29/503 0000
Web: www.gtk.fi
Contact Person:
Risto Pietilä
Phone: +358 400 293 217
Mail: risto.pietila@gtk.fi



GERMAN MINING
NETWORK

German Competence in Mining & Resources

German Mining Network

German Mining Network
Web: www.germanmining.net

Ansprechpartner:
Andreas Wenzel
Bereich Internationale Märkte
Leiter des Referats Afrika, Internationale Rohstoffpolitik
DIHK - Deutscher Industrie- und Handelskammertag e. V.
Breite Straße 29
10178 Berlin
Tel.: +49 30/20308-2314
Fax: +49 30/20308-2444
Mail: wenzel.andreas@dihk.de
Web: www.dihk.de

German Mining Network

German Mining Network
Web: www.germanmining.net

Contact Person:
Andreas Wenzel
DIHK - Deutscher Industrie- und Handelskam-
mertag e. V.
Breite Straße 29
10178 Berlin
Germany
Phone: +49 30/20308-2314
Fax: +49 30/20308-2444
Mail: wenzel.andreas@dihk.de
Web: www.dihk.de



HEITKAMP Unternehmensgruppe

HEITKAMP Unternehmensgruppe
Wilhelmstraße 98 (Haus 12)
44649 Herne

Web: www.heitkamp-ug.de
Mail: info@heitkamp-ug.de
Tel.: +49 23 25/57-15 00

HEITKAMP Unternehmensgruppe

HEITKAMP Unternehmensgruppe
Wilhelmstraße 98 (Haus 12)
44649 Herne
Germany

Web: www.heitkamp-ug.de
Mail: info@heitkamp-ug.de
Phone: +49 23 25/57-15 00



Inkonova AB

Inkonova AB
Drottning Kristinas vag 53
11428 Stockholm
Schweden
Tel.: +46 722690427
Web: www.inkonova.se

Ansprechpartner:
Ahmed AlNomany (CEO)

Inkonova AB

Inkonova AB
Drottning Kristinas vag 53
11428 Stockholm
Sweden
Phone: +46 722690427
Web: www.inkonova.se

Contact Person:
Ahmed AlNomany (CEO)



Korfmann Lufttechnik GmbH

Korfmann Lufttechnik GmbH
Hörder Str. 286
58454 Witten
Tel.: +49 2302/1702-0
Fax: +49 2302/1702-153
Mail: info@korfmann.com
Web: www.korfmann.com

Ansprechpartner:
Dipl.-Ing. (FH) Jens Kegenhoff
Tel.: +49 2302/1702-0
Mail: info@korfmann.com

Korfmann Lufttechnik GmbH

Korfmann Lufttechnik GmbH
Hörder Str. 286
58454 Witten
Germany
Phone: +49 2302/1702-0
Fax: +49 2302/1702-153
Mail: info@korfmann.com
Web: www.korfmann.com

Contact Person:
Dipl.-Ing (FH) Jens Kegenhoff
Phone: +49 2302/1702-0
Mail: info@korfmann.com



K-UTEC AG Salt Technologies

K-UTEC AG Salt Technologies
Am Petersenschacht 7
99706 Sondershausen
Web: www.k-utec.de

Ansprechpartner:
Dipl.-Geophys. Thomas Schicht
European Geologist
Leiter Erkundungsgeophysik
Tel.: +49 3632/610187
Fax: +49 3632/610105
Mail: Thomas.Schicht@k-utec.de

K-UTEC AG Salt Technologies

K-UTEC AG Salt Technologies
Am Petersenschacht 7
99706 Sondershausen
Germany
Web: www.k-utec.de

Contact Person:
Dipl.-Geophys. Thomas Schicht
European Geologist
Phone: +49 3632/610187
Fax: +49 3632/610105
Mail: Thomas.Schicht@k-utec.de



“Take a deeper look inside”

Providing comprehensive consulting for the mining industry for over 150 years.

Our range of services is unsurpassed in its breadth and specialization the world over, and today, not only mine operators, but also international investors and research & development institutions rely on DMT's expertise.

Professional multidisciplinary services to support all aspects of mine development in almost every mining region of the world and across nearly all commodities - whether you're looking for a single solution to a specific problem or a comprehensive full-service package, our interdisciplinary teams offer international mining services in exploration, consulting and engineering.



GDMB Verlag GmbH

Zu den regelmäßigen Publikationen der GDMB Verlag GmbH zählen die beiden zweimonatlich erscheinenden Fachzeitschriften **World of Metallurgy – ERZMETALL** und **World of Mining – Surface & Underground**, die von der GDMB Gesellschaft der Metallurgen und Bergleute e.V. herausgegeben werden. Für den deutschen Markscheider-Verein e.V. wird die mit drei Ausgaben jährlich erscheinende Zeitschrift **Markscheidewesen** verlegt.

Daneben publiziert die GDMB Verlag GmbH die Fachzeitschrift **METALL - Fachzeitschrift für Metallurgie**. Zudem veröffentlicht die GDMB Verlag GmbH tagungsbegleitend zu den GDMB-Veranstaltungen Fachbücher und Hefte der Schriftenreihe.

GDMB Verlag GmbH
Paul-Ernst-Straße 10
38678 Clausthal-Zellerfeld
Tel.: +49 5323/9372 0
Fax: +49 5323/9379 72
Mail: verlag@gdmb.de
Web: www.gdmb.de

GDMB Verlag GmbH

The regular publications of the GDMB Verlag GmbH include the two bimonthly specialist journals **World of Metallurgy – ERZMETALL** and **World of Mining – Surface & Underground**, published by the GDMB Society of Metallurgists and Miners. For the German Mining Surveyors Association (Deutscher Markscheider-Verein e.V.) the journal **Markscheidewesen (Mine Surveying)** is published three times per year.

In addition, the GDMB Verlag GmbH publishes the journal **METALL**, specialist books and other publications in series, usually parallel to GDMB events.

GDMB Verlag GmbH
Paul-Ernst-Straße 10
38678 Clausthal-Zellerfeld
Germany
Phone: +49 5323/9372 0
Fax: +49 5323/9379 72
Mail: verlag@gdmb.de
Web: www.gdmb.de



www.georesources.net

GeoResources Verlag

Der GeoResources Verlag bietet Fachbesuchern aus aller Welt Informationen rund um die Themen Bauen in Boden und Fels, Gewinnung von Rohstoffen, Bergbau, Tunnelbau und Geotechnik. Aktuelle Nachrichten werden im Online-Portal www.georesources.net verbreitet. Außerdem bietet die im Portal kostenlos verfügbare Online-Fachzeitschrift GeoResources den Lesern englische und deutsche Ausgaben mit Beiträgen über neue Entwicklungen, interessante Projekte und Grundsatzthemen. Die Zeitschriften erscheinen zusätzlich als Printversionen. Das Redaktionsteam verfügt über langjährige fachliche und redaktionelle Kompetenz in den genannten Fachgebieten und arbeitet mit anerkannten Fachübersetzern zusammen.

Redaktion:
GeoResources Verlag
Oleanderweg 12
47228 Duisburg
Web: www.georesources.net

Partner, Sponsoren & Aussteller Partners, Sponsors & Exhibitors

Medienpartner
Media Partners

Ansprechpartner Redaktion:
Dr.-Ing. M.A. Katrin Brummermann (Chief Editor)
Tel.: +49 151/70 888 162
Mail: kb@georesources.net

Dipl.-Ing. Manfred König (Herausgeber und Chief Editor)
Tel.: +49 172/244 1616
Mail: mk@georesources.net

GeoResources Verlag

The GeoResources publishing house supplies technical visitors from all over the world with information on all aspects of the subjects of GeoResources – work in soil and rock, extraction of raw materials, mining, tunneling and geotechnical subjects. The news are distributed in English and German via the online portal www.georesources.net. In addition the portal offers English and German online journals with articles dealing with new developments, interesting projects and basic themes. The journals are available as printed versions as well. The GeoResources editorial team has long-term technical and editorial expertise. The GeoResources publishing house collaborates with professional technical translators.

Editorial:
GeoResources Verlag
Oleanderweg 12
47228 Duisburg
Germany
Web: www.georesources.net

Contact Person Editorial:
Dr.-Ing. M.A. Katrin Brummermann (Chief Editor)
Phone: +49 151/70 888 162
Mail: kb@georesources.net

Dipl.-Ing. Manfred König (Editor and Chief Editor)
Phone: +49 172/244 1616
Mail: mk@georesources.net



Mining Frontier

Mining Frontier
Tel.: +91 709/333 9535
Web: www.miningfrontier.com

Ansprechpartner:
Jai Singh

Mining Frontier

Mining Frontier
Phone: +91 709/333 9535
Web: www.miningfrontier.com

Contact Person:
Jai Singh

MINING MEDIA INTERNATIONAL

Mining Media International Inc. (MMI)

Mining Media International Inc. (MMI) ist ein b-t-b Verlagshaus für professionelle Leser in den internationalen Bergbau- und Aufbereitungsindustrien für Erze, Mineralien und Kohle. Bei MMI erscheinen Engineering & Mining Journal (E&MJ), Coal Age und Equipo Minero. Ergänzend zu den Fachzeitschriften informiert der Verlag seine Leser auch durch digitale Produkte (Newsletter, Internet-Portale) sowie als Veranstalter von Messen und Konferenzen.

Erfahren Sie mehr über den Verlag und sein Portfolio unter www.mining-media.com

Ihr Ansprechpartner für Deutschland, Österreich und die Schweiz:
Strasman Media Promotion GmbH
Verlags- und Redaktionsbüro Mining Media International Inc.

Pülsöhde 47
42389 Wuppertal
Tel.: +49 202/28 14 64 83
Mail: info@strasmann-media.de

Mining Media International

Mining Media International is a full service business-to-business media outlet for professionals in the mining and mineral processing sectors worldwide. MMI publishes Engineering & Mining Journal (E&MJ), Coal Age and Equipo Minero. In addition to its trade journals, the company also informs its audience through digital products and conferences.

Learn more about MMI under
www.mining-media.com

MINING REPORT Glückauf

Mining Report Glückauf

Mining Report Glückauf ist die führende technisch-wissenschaftliche Fachzeitschrift für Bergbau, Rohstoffe und Energie. Sie richtet sich in erster Linie an Entscheidungsträger aus dem Bergbau, der Bergbaumaschinen-Industrie und den Bergverwaltungen. Darüber hinaus ist das Medium in Behörden, Kommunen, Forschungs- und Prüfungseinrichtungen sowie Universitäten präsent. Marktteilnehmenden Unternehmen bietet die Mining Report Glückauf ein ausgezeichnetes redaktionelles Umfeld zur Präsentation Ihrer aktuellen Projekte, Produktneuheiten und Dienstleistungen.

Die Hauptthemen der Mining Report Glückauf sind:

- Bergbau: Planung, Entwicklung, Betrieb und Rückbau von Bergwerken unter und über Tage
- Nachbergbau: Flächenrecycling, Flächenvermarktung, Wasserhaltung, Nachnutzung

- Rohstoffe: Abbau von Rohstoffen (Kohle, Erz, Salze, Seltene Erden, Natursteine, Kies und Sand)
- Energie: Energiepolitik, Energiewirtschaft, Energierohstoffe, Energieversorgung
- Arbeitssicherheit, Arbeits- und Gesundheitsschutz, Umweltschutz im Bergbau

Alle Beiträge aus der Mining Report Glückauf stehen auch online zur Verfügung
www.mining-report.de.

Herausgeber:
Gesamtverband Steinkohle e.V., Herne
Shamrockring 1
44623 Herne
Web: www.gvst.de

Redaktion:
Dipl.-Ing. Andreas-Peter Sitte
Tel.: +49 2323/15-4320
Mail: andreas-peter.sitte@gvst.de
Web: www.mining-report.de

Mining Report Glückauf

Mining Report Glückauf is one of the leading technical and scientific journals for mining, raw materials and energy. Containing industry surveys and studies, and in-depth reports on mines, mining companies, mining regions, issues and key technical trends, Mining Report Glückauf primarily aims at key decision makers in the mining industry and mining administration. In addition, Mining Report Glückauf is available at administrative authorities, municipalities, research and testing institutions as well as at universities. Mining Report Glückauf is regularly published in English and German and with special issues in Russian and Chinese. The Mining Report Glückauf is distributed at international key events and exhibitions worldwide.

The main topics dealt with in Mining Report Glückauf are:

- Mining: Planning, development, operation and decommissioning of mines below and

Partner, Sponsoren & Aussteller Partners, Sponsors & Exhibitors

above ground.

- Post-mining: Land recycling, land reclamation, water retention, reuse.
- Raw materials: Exploitation of raw materials (coal, ore, salts, rare earth, natural stone, gravel and sand).
- Energy: Energy policies, energy sector, energy feedstocks, energy supply.
- Work safety, occupational health and safety, environmental protection in the mining industry.

All Mining Report Glückauf articles can also be found online at www.mining-report.com.

Editor:

Gesamtverband Steinkohle e.V., Herne
Shamrockring 1
44623 Herne
Germany
Web: www.gvst.de

Editors Board:

Dipl.-Ing. Andreas-Peter Sitte
Phone: +49 2323/15-4320
Mail: andreas-peter.sitte@gvst.de
Web: www.mining-report.de



RDB e.V.

Der RDB e.V. ist der Ring von Ingenieuren, Technikern und Führungskräften in allen Bergbauzweigen, in weiten Bereichen der Rohstoffindustrie und -veredelung im Über- und Untertagebau, in Behörden, Planungsbüros und Instituten, in Fachschulen, Fachhochschulen und Universitäten.

Der RDB e.V. steht für:

- fachliche Fortbildung in technischen wissenschaftlichen und gesellschaftspolitischen Bereichen
- Erfahrungsaustausch angewandter Techniken und Arbeitsverfahren
- Wahrung der berufsständischen Interessen

Der RDB e.V. bekennt sich zur:

- Pflege und Erhaltung des bergmännischen Brauchtums
- Wahrung und Förderung der bergmännischen Kameradschaft

Der RDB e.V. bietet:

- Rechtsschutz und Beratung in Rechtsfragen, die sich aus dem Dienstverhältnis oder der sozialen Versorgung ergeben
- kostenlosen Bezug der monatlich erscheinenden Fachzeitschrift „bergbau“

RDB e.V.

Ring Deutscher Bergingenieure
Juliusstraße 9
45128 Essen
Tel.: +49 201/232238
Web: www.rdb-ev.de

Ansprechpartner:

Ulrich Dondorf
Tel.: +49 201/228997
Mail: Ulrich.Dondorf@rdb-ev.de

RDB e.V.

RDB e.V.

Ring Deutscher Bergingenieure
Juliusstraße 9
45128 Essen
Germany
Phone: +49 201/232238
Web: www.rdb-ev.de

Contact Person:

Ulrich Dondorf
Phone: +49 201/228997
Mail: Ulrich.Dondorf@rdb-ev.de

DMT Geo Engineering & Exploration



**Stellen Sie
Ihre Pläne
auf ein solides
Fundament**

Im Bauwesen, bei Infrastrukturvorhaben sowie der Bergbausanierung, ist die Realisation zukunftsweisender Projekte komplex. Meist sind sie mit hohen Investitionen und individuellen Risiken verbunden. Diese gilt es zu managen. Nur optimierte Methoden, Abläufe und Qualitätsstandards führen zu Akzeptanz, Genehmigungsfähigkeit und größtmöglicher Wirtschaftlichkeit. Von der Erkundung, Sanierung und Verwahrung, über Planung, Bau, bis zum Betrieb – dies sind Stärken der DMT.

Maßgeschneiderte Ingenieurlösungen und Beratungen sowie breite geotechnische Services, sorgen für Sicherheit bei Investoren, Industrieunternehmen, öffentlichen Institutionen, Architektur-

und Planungsbüros sowie Projektentwicklungsgesellschaften und Montanunternehmen. Unsere Beratungs- und Dienstleistungskompetenz ist umfangreich – wir erkennen den besten Lösungsansatz und ermöglichen nachhaltig wirtschaftliche Projekterfolge.

Profitieren Sie von:

- engagiert intelligentem Consulting
- ganzheitlichem German Engineering
- hochspezialisierten und hocheffizienten Messsystemen und Methoden
- hohen Qualitätsstandards mit entsprechender Zertifizierung

DMT GmbH & Co. KG, Essen

Geo Engineering & Exploration

gee@dm-group.com

www.dmt-group.com

DIN EN ISO
9001
zertifiziert

DIN EN ISO
14001
zertifiziert



Earth. Insight. Values.

Verzeichnis Referenten, Moderatoren & Autoren
Directory Speakers, Moderators & Authors



Verzeichnis Referenten, Moderatoren & Autoren

Directory Speakers, Moderators & Authors

Alisch, Dr. Uta
Fugro Consult GmbH

Bracke, Prof. Dr. Rolf
GZB - INTERNATIONAL GEOTHERMAL
CENTRE

Alisch, Olaf
VBGU e.V.

Buttgereit, Dr. David
XGraphic Ingenieurgesellschaft mbH

Althaus, Dr. Paul
DMT GmbH & Co. KG

Dirscherl, Christian
Siemens AG

Anders, Martin
TU Dresden

Durchholz, Rüdiger
DMT GmbH & Co. KG

Apel, Prof. Dr. Günther
DMT GmbH & Co. KG

Eichentopf, Britta
IMR - RWTH Aachen University

Barnekow, Ulf
WISMUT GmbH

Freytag, Dr. Klaus
Ministerium für Wirtschaft und Energie des
Landes Brandenburg

Barth, Dr. Andreas
Beak Consultants GmbH

Fritzsche, Marco
Polytec GmbH

Bartnitzki, Dr. Thomas
RWTH Aachen University

Füllenbach, Christel
Atlas Copco Berg- und Tunnelbautechnik
GmbH

Beckmeyer, Staatssekretär Uwe, MdB
Bundesministerium für Wirtschaft und
Energie

Gerlach, Prof. Dr. Alfred
TSU e.V.

Beier, Florian
DMT Consulting GmbH

Glienke, Jörg
K+S Entsorgung GmbH

Benecke, Norbert
DMT GmbH & Co. KG

Goerke-Mallet, Prof. Dr. Peter
Technische Hochschule Georg Agricola

Benndorf, Prof. Dr. Jörg
TU Bergakademie Freiberg

Hanghoj, Dr. Karen
EIT Raw Materials GmbH

Verzeichnis Referenten, Moderatoren & Autoren

Directory Speakers, Moderators & Authors

Haschke, Dr. Michael
DMT GmbH & Co. KG

Koscierski, Marcin
Atlas Copco Construction Tools Division

Hebestreit, Dr. Corina
EUROMINES - European Association of
Mining Industries

Krenzer, Michael
SIEMAG TECBERG GmbH

Heep, Christian
OLKO Maschinenteknik GmbH

Kronschnabl, Michael
ELASKON Sachsen GmbH & Co. KG

Hesse, Max
Institut für Aufbereitungsmaschinen,
TU Bergakademie Freiberg

Kübler, Gerd
K&S Aktiengesellschaft

Heuter, Simon
RAG Aktiengesellschaft

Länger, Dr. Bernd
AHK Australien

Heymann, Holger
Sächsisches Staatsministerium für Wirt-
schaft, Arbeit und Verkehr

Lehmann, Prof. Dr. Bodo
DMT GmbH & Co. KG

Hohlfeld, Thomas
GGL Geophysik und Geotechnik Leipzig GmbH

Leschhorn, Dr. Frank
Munich Mining & Industry Consulting GmbH

Hotz, Dr. Stefan
Herrenknecht AG

Lux, Jens-Peter
DMT GmbH & Co. KG

Hüls, Dr. Wilfried
G.U.B. Ingenieur AG

Mann, Dr. Stefan
WISMUT GmbH

Kadlčáková, Jitka
Immobilien Freistaat Bayern

Marbler, Dr. Herwig
German Mineral Resources Agency (DERA)
in the BGR

Kleeberg, Katrin
Sächsisches Oberbergamt

Martin, Dr. Matthias
ACTEMIUM BEA GmbH

Knobloch, Andreas
Beak Consultants GmbH

Meier, Dr. Günter
Ingenieurbüro Dr. G. Meier GmbH

Verzeichnis Referenten, Moderatoren & Autoren

Directory Speakers, Moderators & Authors

Melchers, Prof. Dr. Christian
Technische Hochschule Georg Agricola

Seifert, Michael
SCHACHTBAU NORDHAUSEN GmbH

Moeck, Prof. Dr. Inga
Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik

Steinbach, Dr. Volker
Bundesanstalt für Geowissenschaften und
Rohstoffe im GEOZENTRUM HANNOVER

Neumann, Thomas
ContiTech Transportbandsysteme GmbH

Steinert, Tobias
BsS Bergsicherung Sachsen GmbH

Nilotzki, Stefan
ZPP Ingenieure AG

Steinfeld, Hans-Joachim
TSU e.V.

Pusch, Dr. Jens
Elaskon GmbH & Co. KG

Stöckmann, Klaus
VDMA Mining

Räkers, Prof. Dr. Eiko
DMT GmbH & Co. KG

Teigler, Dr. Bernhard
DMT GmbH & Co. KG

Schicht, Thomas
K-UTEC AG Salt Technologies

Tönjes, Bernd
RAG Aktiengesellschaft

Schlüter, Ralf
Institut für Bergbau und Spezialtiefbau,
TU Bergakademie Freiberg

Tulsidas, Harikrishnan
United Nations Economic Commission for
Europe (UNECE)

Schmidt, Dr. Peter
WISMUT GmbH

Uhlig, Prof. Dr. Charles-Andre
GMB GmbH

Scholze, Peter
Lausitz Energie Bergbau AG

Wedig, Dr. Martin
FAB

Schulte Strathaus, Dr. Michael
VDMA Mining

Welz, Andreas
Bezirksregierung Arnsberg

Schulz, Dr. Sven-Uwe
German Mineral Resources Agency (DERA)
in the BGR

Impressum

Imprint

Veranstalter:

DMT GmbH & Co. KG
Am Technologiepark 1
45307 Essen

Organizer:

DMT GmbH & Co. KG
Am Technologiepark 1
45307 Essen, Germany

Organisation:

Carolyn Tepel
Tel.: +49 201/172-1814
Mail: carolyn.tepel@dm-group.com

Organization:

Carolyn Tepel
Phone: +49 201/172-1814
Mail: carolyn.tepel@dm-group.com

Gesamtleitung:

Prof. Dr. Günther Apel
Jens-Peter Lux

General Management:

Prof. Dr. Günther Apel
Jens-Peter Lux

Partner/Partners:



Sponsoren/Sponsors:



Aussteller/Exhibitors:



Medienpartner/Mediapartners:



DMT GmbH & Co. KG
Am Technologiepark 1
45307 Essen

Tel.: +49 201/172-01
Fax: +49 201/172-1880

Mail: info@dm-tgroup.com
Web: www.dmt-group.com

TÜV NORD GROUP



DMT GmbH & Co. KG
Am Technologiepark 1
45307 Essen, Germany

Phone: +49 201/172-01
Fax: +49 201/172-1880

Mail: info@dm-tgroup.com
Web: www.dmt-group.com

TÜV NORD GROUP

