

Kali und Steinsalz



Tegtmeier

Der Einsatz von Baumaschinen zur
Aus- und Vorrichtung in der steilen Lagerung

Gransee

Intelligente Düngung: Neue Herausforderungen
in der Agrarforschung

Voigt, Kawka

Permeabilitätsverhalten von carnallitischem Salzgebirge
gegenüber hochkonzentrierten Lösungen

Schulze, Stier-Friedland, Körner

Eine Datenbank für Salzlösungen (Laugen)
in Salzbergwerken

27. Bergtechnische Tagung
Congress Centrum Hannover
5. Juni 2009, 9.30 Uhr

Steinhage: European Emission Trading System from 2013 to 2020

The European Commission has launched on 23 January 2008 its integrated energy and climate package to combat climate change and to boost the EU's energy security and competitiveness. The main focus of this comprehensive package of proposed measures is the proposal to improve and extend the greenhouse gas emission allowance trading system of the Community. With this proposal the Commission wants to change the emission trading system completely: introducing an EU wide cap, reducing the CO₂-emissions by 21 % from the new base year 2005 and introducing the main principle of auctioning the CO₂-emission certificates.

The proposal from the Commission needs major changes or the competitiveness of the European industries will be at stake. The VKS, in cooperation with the other affected industries and associations, has sent its comments to the bodies of the European Parliament and the EU-Council, which wants to reach an agreement in the first reading preferably by the end of the year.

Knudsen: German Law on regional planning to enforce Protection of natural Resources

One of the key issues of regional planning has been and must continue to be the access to the nation's natural resources. The draft of the new law (Raumordnungsgesetz), passed by the German government in August 2008, could do more to find an equal balance between environment protection and the needs of the mining industry. Precaution in planning is essential for future mining projects and therefore supply of raw materials.

Tegtmeier: The Application of Construction Machines for the Mine Development in the rein Type Potash Deposit

Since 2007 the Sigmundshall underground potash mine uses standard surface construction equipment as well as special designed underground loaders for haulage in development drifts. The introduced wheel loaders and dumpers manufactured by Volvo meet Sigmundshall's underground requirements. Starting at 600 m haulage distance haulage capacity of the Volvo machines exceeds the haulage capacity of the proven underground LHD-equipment.

All Volvo machines do have closed and human-engineered cabins. Volvo equips their machines with economic and low emission water cooled diesel engines.

Standard surface construction equipment is produced in large numbers, though prices are comparatively low and service availability is very good. This results in high operational availability and good spare part supply.

Granse: Intelligent Fertilisation: New Challenges for Agricultural Research

The global challenge in the next is to provide enough agricultural products to feed an increasing world population and to produce more crops for bio-energy. At the same time we have to save limited resources like soil and water. Fertilizer research is one important tool to increase the agricultural production. The main topics for the future are.

1. Yield increase at a limited area of arable land.
2. Improvement of the quality of agricultural products.
3. Enhancement of the sustainability of the production process.

The only way to achieve these goals is a better interdisciplinary research and a high standard of agricultural education.

Voigt, Kawka: Permeability Behaviour of Carnallitic Salt Rock with respect to Saturated Salt Solutions

The good knowledge of the rock permeability is an important precondition for the designing and construction of the drift seals. The measurement of the permeabilities should be performed under in situ conditions and related to specific purposes. The present paper describes the in situ permeability tests by applying different fluids (air, silicone oil, R- and CaCl₂-MgCl₂-brines) performed in the Carnallite salt rock in the mine Teutschenthal. Air and silicone oil tests yield permeabilities, which represent the unaffected pore structure of the salt rock. The tests with the R- and CaCl₂-MgCl₂-Solutions show an abnormal pressure development. The pressure curve presents a typical pressure decrease at the beginning and shows after that a pressure rising again. From the first part of the pressure curve, a permeability can be identified which is comparable with that from the air tests. An indicator for this pressure phenomenon in the final part of the curve is a chemical reaction of the salt mineral Tachhydrite with the solutions used. This can be demonstrated by laboratory tests. The chemical reaction could also be the reason for the reduction of the permeabilities that can be observed in some weeks after fracturing the salt rock.

Schulze, Stier-Friedland, Körner: A Database of Brines (Salt Solutions) in Mines

All of the brines (salt solutions) contained within the Bartensleben mine and the Marie mine are documented in a special registry. The same data sheet is used for each brine (brine influx, brine pool). The results of the chemical analyses of the brines are also documented on a standard analysis sheet. The data sheets for the brines are regularly updated. The database contains various filter and search functions in order to enable faster access to the data. With the necessary modifications, this database can also be used for the documentation of brines in other mines.

Dumperbeladung in der Hartsalzvorrichtung
Foto: K+S KALI GmbH

Steinhage Emissionshandelssystem der Europäischen Union ab 2013	Seite 6
Knudsen Rohstoffsicherung muss zentrale Aufgabe der Raumordnung bleiben	Seite 10
Tegtmeier Der Einsatz von Baumaschinen zur Aus- und Vorrichtung in der steilen Lagerung	Seite 12
Gransee Intelligente Düngung: Neue Herausforderungen in der Agrarforschung	Seite 18
Voigt, Kawka Permeabilitätsverhalten von carnallitischem Salzgebirge gegenüber hochkonzentrierten Lösungen	Seite 22
Schulze, Stier-Friedland, Körner Eine Datenbank für Salzlösungen (Laugen) in Salzbergwerken	Seite 28
Nachrichten aus den Unternehmen	Seite 36
Impressum	Seite 39



Sehr geehrte Damen und Herren,

kennen Sie Bond? – Nein, nicht der Agent ist gemeint, sondern ein ehemaliger britischer Automobilhersteller (1949 bis 1974) namens Bond Cars Ltd. Das Bond Minicar war ein Dreirad-Fahrzeug. Es hatte keinen Rückwärtsgang. Da aber Motor, Schaltung und Vorderrad als eine Einheit

entwickelt waren, konnte diese Einheit per Steuerrad um 90 Grad nach rechts und links gedreht werden und das Fahrzeug konnte fast auf der Stelle drehen. Wer weiß, vielleicht erinnerte sich der Entwickler des Dumpers mit Tunnelwendevorrichtung, wie er im interessanten Bericht über den Einsatz von Baumaschinen unter Tage von Tegtmeier beschrieben ist, an eben diesen Bond.

Kaum eine Nachrichtensendung vergeht ohne die Themen Klimawandel, Klimapolitik, Klimaschutz, eng verknüpft mit dem Thema Energie. Wie viel Klimawandel vom Menschen gemacht oder beeinflussbar ist, darüber streiten die Experten. Jedoch besteht Einigkeit darüber, dass der Mensch zur Verlangsamung des Klimawandels beitragen kann, unter anderem durch die Verringerung von Schadstoffemissionen. Fest stehen dürfte aber auch, dass sich an einem Post-Kyoto-Klimaschutz-Abkommen „alle“ beteiligen müssen, nicht allein Deutschland und Europa können die Welt retten. Steinhage berichtet über das von der EU-Kommission vorgestellte Energie- und Klimapakete.

Grundlage für die nachhaltige Rohstoffgewinnung sind langfristig belastbare und Planungssicherheit gewährende Rahmenbedingungen. Die Novelle des Raumordnungsgesetzes, hier von Knudsen vorgestellt, sollte eine solche Rahmenbedingung schaffen.

Die Klimaentwicklung sowie ein weltweit deutlich gesteigener Energieverbrauch sind auch Folgen des rasanten Bevölkerungswachstums um jährlich ca. 75 Millionen Menschen. Bis zum Jahr 2050 soll die Weltbevölkerung auf 9 Milliarden Menschen ansteigen. Die ausreichende Ernährung ist eine der bedeutendsten Herausforderungen. Dazu gehört auch die intelligente Düngung, in die uns Gransee mit seinem spannenden Beitrag einführt.

Die Vielfalt dieses Hefts wird abgerundet durch die detaillierten Berichte von Voigt und Kawka über das Permeabilitätsverhalten von carnallitischem Salzgebirge gegenüber hochkonzentrierten Lösungen sowie über die Datenbank für Salzlösungen der Schachtanlagen Bartensleben und Marie von Schulze, Stier-Friedland und Körner.

Ich hoffe, Ihr Interesse ist geweckt.

Mit herzlichem Glückauf

Ihr Hartmut Behnen

Emissionshandelssystem der Europäischen Union ab 2013



Manfred Steinhage,
Leiter des VKS-Büros in Brüssel

Die Europäische Kommission hat am 23. Januar 2008 einen Vorschlag für ein integriertes Energie- und Klimapakett der Europäischen Union zur Emissionsminderung im 21. Jahrhundert vorgelegt. Dieses beinhaltet u. a. Richtlinienvorschläge zur Revision des Emissionshandelsystems, zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen, über die geologische Speicherung von Kohlendioxid (CCS) sowie den Vorschlag für eine Entscheidung über die Anstrengungen der Mitgliedstaaten zur Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen.

Mit diesem Paket setzt die Europäische Kommission die Forderungen des Europäischen Rates vom März 2007 um. Die Staats- und Regierungschefs der EU-Mitgliedstaaten haben sich verpflichtet,

- die Treibhausgasemissionen in der EU bis 2020 um mindestens 20 % gegenüber 1990 bzw. um 30 % bei Abschluss eines internationalen Klima-Abkommens zu reduzieren,
- den Anteil der erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch der EU bis 2020 auf 20 % zu erhöhen,
- die Energieeffizienz in der EU mit dem Ziel zu erhöhen, 20 % des

EU-Energieverbrauchs, gemessen an den Prognosen für das Jahr 2020, einzusparen.

Im Mittelpunkt des EU-Energie- und Klimapakets steht der *Richtlinienvorschlag der Europäischen Kommission zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Verbesserung und Ausweitung des EU-Systems für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten* (KOM[2008]16 endgültig), der die dritte Periode des Emissionshandels von 2013 bis 2020 regeln soll. Dieser sieht im Wesentlichen folgende Neuerungen vor:

- Erstmalig wird eine EU-weite Obergrenze (Cap) von Zertifikaten festgelegt, die in den Jahren 2013 bis 2020 durchschnittlich 1.846 Mio. t CO₂ betragen soll. Die nationalen Allokationspläne, die die Zuteilung der CO₂-Emissionszertifikate in der ersten (2005–2007) und zweiten Handelsperiode (2008–2012) regeln, werden damit abgeschafft. Nationale Kompetenzen bei der Allokation von Emissionsrechten werden nahezu vollständig aufgehoben. Die Europäische Kommission entscheidet über die Obergrenze.
- Die Zertifikatsmenge ist ab dem Jahr 2013 linear jährlich zu reduzieren. Der jährliche „Abschmelz-

faktor“ beträgt 1,74% und wird in regelmäßigen Abständen überprüft. Das Cap soll von 1.974 Mio. t CO₂-Ausstoß in 2013 auf 1.720 Mio. t im Jahr 2020 gesenkt werden. Damit soll eine Reduktion der CO₂-Emissionen in Höhe von 21 % gegenüber dem neu festgelegten Basisjahr 2005 ungeachtet der technisch-wirtschaftlichen Möglichkeiten der Anlagenbetreiber erreicht werden (siehe Abb.1).

- Die Zuteilungsmethode wird umgestellt. Während in der ersten und zweiten Handelsperiode (HP) die Zertifikate noch kostenlos ausgegeben wurden, gilt für die Zuteilung der Emissionszertifikate ab 2013 grundsätzlich das Prinzip der Versteigerung. Damit sollen Wirksamkeit und Transparenz gewährleistet und ungerechtfertigte Gewinne (windfall profits) bestimmter Sektoren vermieden werden. Bereits im Jahr 2013 sollen mindestens 2/3 der Gesamtmenge an Zertifikaten versteigert werden. Bis 2020 sollen für alle Anlagen 100 % der Zertifikate versteigert werden.

- Der Stromsektor erhält bereits ab 2013 keine kostenfreie Zuteilung mehr mit der Begründung, dass die höheren Kosten in diesen Sektoren auf die Verbraucher abgewälzt werden können. Lediglich für die Erzeugung von Wärme durch hocheffiziente Kraft-Wärme-Kopplung im Sinne der Richtlinie 2004/8/EG können kostenlose Zertifikate zugeteilt werden.
- Der Industrie (außer Energieerzeugung) sollen anfänglich 80 % an Zertifikaten kostenfrei zugeteilt werden. Dieser Anteil soll linear bis 2020 auf 0% reduziert werden.
- Für Sektoren, die einem erheblichen Risiko der Produktionsverlagerung oder der Verlagerung

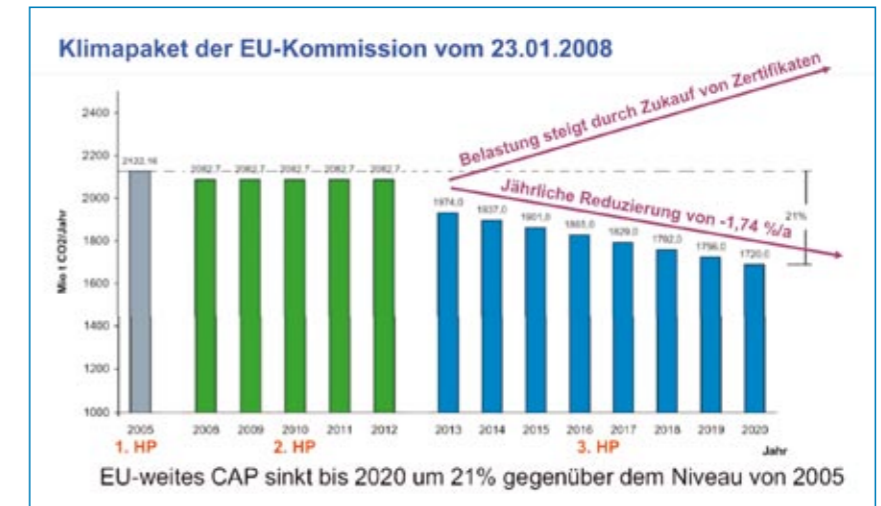


Abb. 1: Darstellung der Zuteilung der Zertifikate in den einzelnen Handelsperioden Quelle: DEHSt / Allocation of allowances during trading periods

von CO₂-Emissionen (carbon leakage) in Länder ohne Emissionshandelssysteme unterliegen, ist eine Möglichkeit der Risikominderung vorgesehen. Energieintensive Industrien und Teilsektoren (EII) mit carbon leakage können bis zu 100 % kostenlose Zuteilung von Zertifikaten erhalten. Die Europäische Kommission will diese Sektoren allerdings erst bis Juni 2010 ermitteln und danach alle drei Jahre überprüfen. Erst bis Juni 2011 soll darüber entschieden werden, welche Maßnahmen zur Unterstützung der ermittelten Industrien (kostenfreie Zuteilung und Grenzausgleichsmaßnahmen) vorgeschlagen werden.

- Das Emissionshandelssystem wird auf weitere Sektoren, wie die chemische Industrie, und auf die Gase Stickoxid und perfluorierte Kohlenwasserstoffe ausgeweitet. Die Richtlinie erfasst als Feuerungsanlagen künftig alle Anlagen, die Kohlenstoff zu CO₂ oxidieren. Durch eine Kumulierung über ganze Standorte hinweg sollen auch alle Klein-Feuerungsanlagen mit einer Leistung von über 3 Megawatt erfasst werden.

- Kleine Feuerungsanlagen (mit einer Feuerungswärmeleistung von weniger als 25 MW) mit weniger als 10.000 t CO₂-Ausstoß können von der Richtlinie ausgenommen werden, sofern vergleichbare emissionsmindernde Maßnahmen getroffen wurden.

- Mindestens 20 % der Einnahmen aus der Versteigerung der Zertifikate soll zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen, für die Entwicklung erneuerbarer Energien, CCS (Carbon Capture and Storage) und anderer „grüner“ Maßnahmen verwendet werden.

Die deutsche Kali- und Salzindustrie stellt sich ihrer Verantwortung zur Klimavorsorge und hat vorbildliche Erfolge bei der Minderung ihrer spezifischen CO₂-Emissionen und der Steigerung der Energieeffizienz seit 1990 vorzuweisen. Sie tritt für ein Emissionshandelssystem ein, das die verfügbaren technischen und wirtschaftlichen Potentiale der CO₂-Emissionsminderungen adäquat berücksichtigt und Effizienzprämien bietet.

Bereits seit 1995 beteiligt sich die deutsche Kaliindustrie an der freiwilligen Vereinbarung zur Klimavor-

sorge zwischen der deutschen Wirtschaft und der Bundesregierung. Die Selbstverpflichtungserklärung sieht vor, bis zum Jahr 2005 die spezifischen CO₂-Emissionen um etwa 66 % und die absoluten Emissionen um etwa 78 % gegenüber 1990 zu senken. Diese Ziele wurden Ende der 90er Jahre einerseits durch Produktionsrückgang und andererseits durch die Anwendung von Energieeffizienztechnologien erreicht. So werden die Industriekraftwerke schon seit einigen Jahrzehnten als Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen) betrieben. Derartige Anlagen werden nicht zuletzt von Umweltpolitikern wegen ihrer hohen Effizienz und Klima- und Umweltfreundlichkeit infolge der gemeinsamen Erzeugung von Strom und nutzbarer Wärme gefordert. Darüber hinaus werden diese KWK-Kraftwerke vorzugsweise in Gas- und Dampfturbinen-Anlagen (GuD) betrieben, wodurch die Energienutzungsgrade auf über 90% gesteigert werden konnten.

Weitere Prozess- und Anwendungsoptimierungen erfolgen stetig. Eine weitere Steigerung der Energieeffizienz ist allerdings nur noch in geringem Maße möglich. Insofern führt die Neufestlegung des Bezugsjahres 2005 quasi zu einer Bestrafung derjenigen, die zu einem frühen Zeitpunkt Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Verringerung von Emissionen ergriffen haben.

Vor diesem Hintergrund bedarf aus Sicht der Kali- und Salzindustrie die Richtlinie in der von der Europäischen Kommission vorgelegten Fassung zahlreicher Veränderungen, um die daraus resultierenden Kostenbelastungen für die betroffenen Unternehmen zu reduzieren

und die Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten. Folgende Punkte sind insbesondere zu kritisieren bzw. zu revidieren.

- Die Versteigerung von Zertifikaten für Anlagen der Industrie, insbesondere der Industriekraftwerke, wird abgelehnt. Die Benachteiligung der Industrien mit eigenen Industriekraftwerken zur Eigenversorgung durch Strom und Wärme sollte berichtigt werden, da

- keine windfall profits entstehen. Die Energie wird von den eigenen Produktionsstätten abgenommen und die dafür anfallenden Kosten können nicht an den Kunden weitergegeben werden,

- die Industrien im internationalen Wettbewerb mit nicht am Emissionshandel teilnehmenden Unternehmen stehen,

- keine größeren Reduktionspotentiale vorhanden sind, da in vielen Fällen über Selbstverpflichtungen und internationalem Wettbewerb Modernisierungsmaßnahmen durchgeführt wurden.

- Industriekraftwerke sollten grundsätzlich der Industrie zugeordnet werden, für die sie errichtet wurden, und nicht der Energiewirtschaft. Diesen Anlagen sind die Zertifikate dauerhaft kostenfrei auf der Basis von EU-weiten Benchmarks zuzuteilen, die sich an den technologischen Minderungspotentialen orientieren.

Die vorgeschlagene Versteigerung für den Nicht-Stromsektor kommt einer Produktionssteuer gleich. Betreiber hocheffizienter Anlagen, die praktisch keine technischen Minderungsmöglichkeiten besitzen und die Kosten für den Kauf der Zertifikate nicht auf die Produktpreise abwälzen können, können nur mit einer Verlagerung

der CO₂-Emissionen reagieren. In Deutschland würden die energieintensiven Industrien im Jahr 2020 mit Mehrkosten von jährlich mehr als sieben Milliarden Euro bei einem angenommenem Zertifikatspreis von 35 Euro je Tonne belastet, die nicht über den Preis weitergegeben werden können.

Ferner entzieht die Versteigerung den beteiligten Sektoren konstant Kapital. Dieses Kapital kann nicht für Investitionen zur CO₂-Reduzierung genutzt werden. Mit ambitionierten EU-weiten Benchmarks verbleibt das Kapital im jeweiligen Sektor, bewirkt eine gewollte Benachteiligung für wenig effiziente Altanlagen und schafft somit einen Anreiz für Investitionen.

- Der Emissionshandelsvorschlag der Kommission führt zu einer erheblichen Investitions- und Planungsunsicherheit, da die Kommission erst im Juni 2010/2011 über die Kompensationsmaßnahmen für energieintensive Industrien und Teilsektoren, für die ein erhebliches Risiko der Verlagerung von CO₂-Emissionen besteht, entscheiden wird. Die notwendige Sicherheit kann dadurch erreicht werden, dass in der Emissionshandelsrichtlinie bereits kurzfristig festgelegt wird, welche Sektoren eine 100-prozentigekostenlose Zuteilung erhalten sollen.

- Die aus den Versteigerungen der Zertifikate zu erwartenden Strompreissteigerungen und die damit verbundenen indirekten Kosten gefährden den Industriestandort Deutschland. Wenn ab 2013 alle CO₂-Zertifikate für den Stromsektor versteigert werden, bedeutet dies für die betroffenen stromintensiven Anlagen eine erhebliche Steigerung

des Energiekostenanteils an den Produktionskosten. Dies kommt einer Energiesteuer gleich. Nach Berechnungen des Verbandes der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft (Quelle: VIK-Kurzmitteilungen, Expertenwissen Energiekosten, 1/2008, S. 6 ff.) wird die deutsche Industrie mit einer „Strafsteuer“ in Höhe von 17 Mrd. Euro für die dann noch erlaubten CO₂-Emissionen für die Jahre 2013 bis 2020 (unter der Annahme eines CO₂-Zertifikatspreises von 30 Euro pro Tonne) belastet, während für die eigentliche CO₂-Minderung lediglich rund 1 Mrd. Euro verausgabt werden muss (siehe Abb. 2). Hinzu kommen noch die Belastungen für die Stromkunden durch steigende Strompreise. Der VIK nennt folgende Zahlen: 64 Mrd. Euro aus den Versteigerungskosten der erlaubten CO₂-Mengen und „nur“ 2 Mrd. Euro für die CO₂-Minderung. Für Deutschland ergeben sich also Zusatzkosten für die dritte Handelsperiode in Höhe von etwa 84 Mrd. Euro.

Über eine Kompensation der Strompreissteigerungen für energieintensive Unternehmen entweder in Form kostenloser Zuteilung von Zertifikaten oder der Rückverteilung von Versteigerungseinnahmen muss nachgedacht werden.

- Die Schwelle für die Ausnahme kleiner Feuerungsanlagen sollte angehoben werden. Der administrative Aufwand steht in keinem Verhältnis zu den erzielbaren Treibhausgasemissionsreduktionen. Durch die Anhebung der Schwelle von geplanten 10.000 t CO₂ pro Jahr auf mindestens 25.000 t CO₂, besser 50.000 t CO₂, können eine erhebliche Entlastung für diese Anlagenbetreiber bewirkt werden

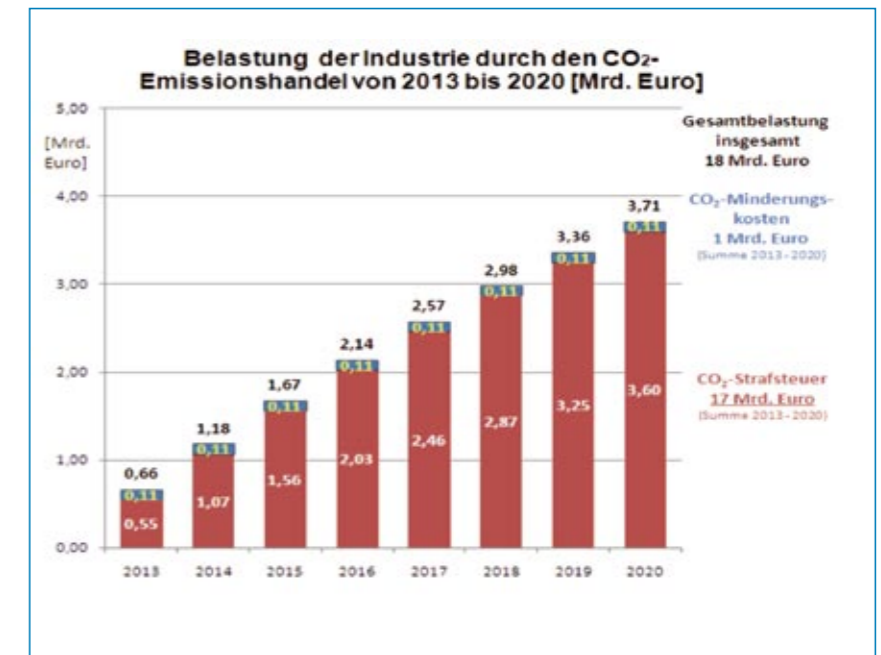


Abb. 2: Quelle: VIK

und zugleich mehr als 97 % der Emissionen erfasst bleiben.

- Die Nutzung von CO₂-Minderungs-Gutschriften aus emissionsmindernden Projekten in Drittländern (Joint Implementation/Clean Development Mechanism) muss auch nach 2012 gesichert werden. Die Anrechnung von Gutschriften von JI/CDM-Projekten sollte nicht beschränkt werden. Der Richtlinienvorschlag wird derzeit in den Gremien des Europäischen Parlaments und des EU-Ministerrats intensiv erörtert. Alle am Entscheidungsprozess beteiligten Institutionen haben deutlich zum Ausdruck gebracht, dass die Richtlinie bereits in erster Lesung verabschiedet werden soll. Die Gründe dafür liegen im Wesentlichen darin, dass die EU für ihre Verhandlungen über ein internationales Klima-Nachfolgeabkommen (post Kyoto) über ein starkes Verhandlungsmandat verfügen und ihre Führungsrolle im Kampf gegen den Klimawandel demonstrieren will sowie im Jahr

2009 das Europäische Parlament neu gewählt und die Europäische Kommission neu benannt werden.

Der VKS hat sich eindeutig positioniert und seine Stellungnahme in die Beratungen des Europäischen Parlaments und des Rates eingebracht. Eine enge Abstimmung mit den anderen betroffenen Industrien und Sektoren, für die ein erhebliches Risiko der Verlagerung von CO₂-Emissionen besteht, findet statt. Das Ergebnis der Beratungen ist derzeit völlig offen und nicht vorherzusehen. In allen Gesprächen wird die Notwendigkeit des Abschlusses eines internationalen Abkommens zum Klimaschutz hervorgehoben. Dabei muss die Politik auf nationaler und europäischer Ebene jedoch dafür sorgen, dass die Wettbewerbsfähigkeit der betroffenen europäischen Industrie nicht aufs Spiel gesetzt wird, sondern alle Länder (Industrie-, Schwellen- und Entwicklungsländer) die gleichen Bedingungen erfüllen müssen.

Rohstoffsicherung muss zentrale Aufgabe der Raumordnung bleiben

Der Entwurf eines neuen Raumordnungsgesetzes



Dr. Björn Knudsen
Rechtsanwalt, VKS Berlin

Jede Nation braucht ein Staatsgebiet. Doch wer tut was auf diesem Gebiet – und wo? Raumordnungspolitik – unter diesem sperrigen Begriff versteht man im Allgemeinen staatliches Handeln, das die Fläche – das Staatsgebiet – entwickeln und dabei konkurrierende Nutzungsansprüche miteinander in Einklang bringen soll, zum Beispiel Landwirtschaft, Wohnen, Infrastruktur und Wirtschaft. Bei der Abwägung zur bestmöglichen Nutzung der endlichen Ressource Fläche ist eines der wichtigsten Ziele, „die Aufsuchung und Gewinn-

nung von standortgebundenen Rohstoffen“ mit raumplanerischen Mitteln zu ermöglichen. Dem föderalen Aufbau Deutschlands entsprechend handelt es sich dabei um eine abgestufte Aufgabe auf Bundes-, Landes- und Kommunalebene.

Das Grundgesetz weist seit der „Föderalismusreform“ zunächst dem Bund auf dem Gebiet der Raumordnung die Kompetenz zur sogenannten konkurrierenden Gesetzgebung zu. Das bedeutet, dass der Bund den „Erstzugriff“ für gesetzliche Regelungen hat, die Länder aber davon abweichen können. Über die Besonderheiten dieser Konstruktion wird derzeit viel diskutiert, sie spielen aber für das Thema Rohstoffsicherung inhaltlich nicht die entscheidende Rolle.

Die Besonderheiten der Rohstoffsicherung

Spätestens seitdem die jüngste Explosion der Rohstoffpreise an den internationalen Märkten die Frage der Rohstoffsicherung – international wie national – neu gestellt hat, darf man von den politisch Verantwortlichen angemessene und taugliche Antworten erwarten. Die Raumordnung hat für die standortgebundene Rohstoffwirtschaft eine besondere Bedeutung. Das Aufsuchen und Gewinnen von Boden-

schätzen kann naturgemäß nur am Ort der Lagerstätte erfolgen. Ein „Ausgleich“ der Interessen durch räumliches Ausweichen gegenüber anderen Nutzungsmöglichkeiten ist daher – anders als bei nicht standortgebundenen Vorhaben – ausgeschlossen. Eine Entscheidung für eine Strukturierung der Landschaft, die mit der auch nur potentiellen Nutzung einer Lagerstätte nicht vereinbar ist, wird sich häufig als irreversibel im Hinblick auf eine spätere „Umwidmung“ herausstellen. So wird etwa die Ausweisung von Wohnnutzung die spätere Genehmigung eines Bergbau-Betriebes zumindest erheblich erschweren – faktisch meist unmöglich machen.

Hinzu kommt, dass Lagerstätten in der Erde meist nicht die geologische Gliederung der Landschaft nachvollziehen und sich oftmals über mehrere Gebietskörperschaften hinweg erstrecken, sei es in der Tiefe oder an der Erdoberfläche. Je kleiner eine Gebietseinheit (bspw. Gemeindefläche), desto unwahrscheinlicher wird es, dass diese eine Lagerstätte hoheitlich „abdecken“ kann. Sie müsste dazu im Verbund mit ihren Nachbarn raumübergreifende Konzepte erarbeiten. Es bietet sich daher an, in größeren Einheiten – im nationalen oder sogar kontinentalen Rahmen

– zu denken (vgl. Pressemitteilung der Bundesregierung zur Sicherung der Rohstoffversorgung vom 06.08.2008).

Das neue Raumordnungsgesetz

Angestoßen durch die Föderalismusreform und die damit einhergehende Neuordnung der Kompetenzen, hat die Bundesregierung nun am 16. Juli 2008 den vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung vorgelegten Entwurf eines Gesetzes zur Neufassung des Raumordnungsgesetzes (ROG-Entwurf) beschlossen (www.bmvbs.de/-,1501/Raumentwicklung.htm). Das parlamentarische Verfahren soll bis Ende des Jahres abgeschlossen sein. Die neuen „Leitbilder“ der Raumentwicklung sollen nicht nur gesetzestechnische Anpassung sein, sondern auch „die räumliche Planung der Länder und Regionen auf die Herausforderungen des Klimawandels und des Rückgangs der Bevölkerung ausrichten“ (siehe Zitat ROG-Entwurf). Zudem scheint es naheliegend, die politisch gewollte Rohstoffsicherung auf nationaler Ebene durch eine gesetzliche Säule zu stützen.

In Fachkreisen hat sich nach der Lektüre des Entwurfstextes jedoch Ernüchterung breit gemacht. Gegenüber der noch gültigen Fassung des Raumordnungsgesetzes kann die vorgesehene Fassung eher als Rückschritt denn als entschlossenes Eintreten für die Rohstoffwirtschaft gewertet werden. Denn bereits die Formulierung der neuen „Grundsätze der Raumordnung“ stellt ein Minus an Abwägungsniveau dar. § 2 Abs. 2 Nr. 4 Satz 3 des Entwurfs lautet: „Es sind die räumlichen Voraussetzungen für die

Aufsuchung und Gewinnung von standortgebundenen Rohstoffen zu schaffen.“ Diese Formulierung soll offensichtlich den bisherigen § 2 Abs. 2 Nr. 9 Satz 3 ROG ersetzen, wo es heißt: „Für die vorsorgende Sicherung sowie die geordnete Aufsuchung und Gewinnung von standortgebundenen Rohstoffen sind die räumlichen Voraussetzungen zu schaffen.“

Gerade der zentrale Aspekt der *vorsorgenden* Sicherung der Rohstoffversorgung ist für eine zukunfts-gerechte Weichenstellung elementar. Die konkrete Plangestaltung wird ohne diesen Vorsorgeaspekt nicht dazu angehalten, bedarfsunabhängig zu agieren. Vielmehr besteht die Gefahr einer reinen „Existenzsicherung“ bestehender Abbauvorhaben, ohne bisher (noch) nicht erschlossene Lagerstätten zu berücksichtigen. Dass jedoch gerade bei der Gewinnung von Bodenschätzen der tatsächliche Bedarf selbst von Experten kaum valide für größere Zeiträume abgeschätzt werden kann, das hat die Wirtschaftsgeschichte der vergangenen Jahrzehnte eindrucksvoll bewiesen. Kaum eine Vorhersage zu Angebot und Nachfrage energetischer wie nicht-energetischer Bodenschätze hatte bislang eine besonders große Halbwertszeit.

Im neuen Gesetz soll zudem erstmals dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung eine zusätzliche Planungskompetenz in Form eines „konkretisierenden Raumordnungsplans“ für das Bundesgebiet zugewiesen werden (§ 17 ROG-Entwurf). Der Gesetzesentwurf nennt auch Planungen, für die eine solche gebietsübergreifende Planung notwendig

ist, nämlich „Festlegungen zu länderübergreifenden Standortkonzepten für See- und Binnenhäfen sowie für Flughäfen als Grundlage für ihre verkehrliche Anbindung im Rahmen der Bundesverkehrswegeplanung“. Der sich geradezu aufdrängende Gedanke, dass der Zugang zu Rohstoff-Lagerstätten absolut vergleichbare Abwägungen erforderlich macht, nämlich einen strategischen Ansatz, der das Bundesgebiet (und ggf. angrenzende Nachbarn) im Blick hat, fand keinen Eingang in den vorliegenden Text.

Fazit

Zentrales Anliegen der Rohstoffwirtschaft bleibt generell die Gleichrangigkeit von Naturschutz und Rohstoffsicherung. Der VKS hat sich im bisherigen Gesetzgebungsverfahren zusammen mit anderen Wirtschaftsverbänden der Rohstoffindustrie, wie VRB und bbs, für eine verstärkte Rohstoffsicherung im neuen ROG eingesetzt. Dazu zählt die Forderung, eine Formulierung ins Gesetz aufzunehmen, die bereits die potentielle Nutzung einer Lagerstätte als ein Gut des Allgemeinwohls anerkennt, um damit zumindest insoweit den Status quo zu erhalten. In dieser Frage – wie auch zur Aufnahme der Rohstoffversorgung als Planungsanliegen auf Bundesebene – haben sich die zuständigen Ministerien jedoch bislang zurückhaltend geäußert und auf die Gesetzesausführung durch die Bundesländer verwiesen. Der Kabinettsbeschluss zum neuen Raumordnungsgesetz spiegelt daher nicht die angekündigte Strategie der Bundesregierung für einen verstärkten Einsatz heimischer Rohstoffe wieder.

Der Einsatz von Baumaschinen zur Aus- und Vorrichtung in der steilen Lagerung



Dr.-Ing. Jan Tegtmeier,
K+S KALI GmbH, Bokeloh

In der Aus- und Vorrichtung des Werkes Sigmundshall werden seit 2007 neben den konventionellen Bergbauspezialgeräten auch Baumaschinen in bewährter Standardbauweise eingesetzt. Die vorgestellte Radlader-Muldenkipper-Gerätekombination von der Fa. Volvo ist im Kali- und Steinsalzbergbau unter Beachtung der speziellen grubentypischen Randbedingungen einsetzbar. Sie zeichnet sich bei Transportentfernungen über 600 m durch eine hohe Leistungsfähigkeit gegenüber konventionellen Fahrladern aus. Mit der geschlossenen Kabine bieten die Fahrzeuge optimale Arbeitsbedingungen für den Bediener. Die sowohl sparsamen als auch leistungsstarken wassergekühlten 6-Zylinder-Dieselmotore weisen geringe Schadstoffemissionen auf. Aufgrund der Großserienproduktion für Baumaschinen sind diese gegenüber Bergbauspezialgeräten kostengünstiger und verfügen i.d.R. über ein dichtes Servicenetz. Dies äußert sich in einer hohen Verfügbarkeit der technisch sehr ausgereiften Fahrzeuge bzw. der schnellen Ersatzteilversorgung.

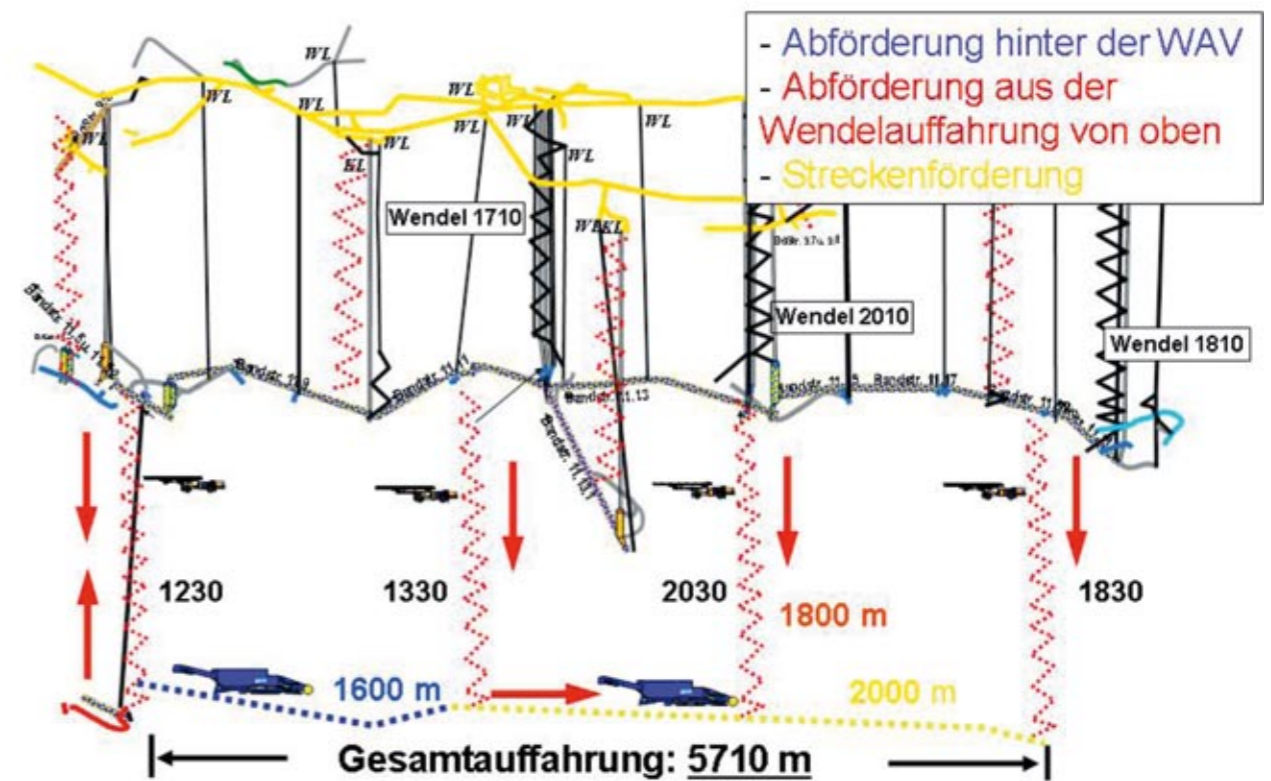


Abb. 1: Transportaufgaben der Radlader-Muldenkipper-Gerätekombination bei der Aus- und Vorrichtung / Wheel loader-dumper combination in the mine development

1. Ausgangssituation

Die K+S Gruppe zählt weltweit zur Spitzengruppe der Anbieter von Spezial- und Standarddüngemitteln, Pflanzenpflege- und Salzprodukten. Im Kaliwerk Sigmundshall, welches zur K+S Kali GmbH gehört, werden Kali- und Magnesiumprodukte für den Einsatz in der

Landwirtschaft und der Industrie hergestellt.

Seit nunmehr 110 Jahren erfolgt der Abbau der Kalisalze in dem nordwestlich von Hannover gelegenen Salzstock. Er erstreckt sich vom Steinhuder Meer über eine Länge von 12 km in südöstlicher Richtung bis in das Deistervorland

bei Barsinghausen. Im Laufe der über hundertjährigen Geschichte wurde mit dem abwärts geführten Weitungsbaue eine Teufe von 1400 m erreicht.

Zur Vermeidung von Förderengpässen in der Rohsalzversorgung des Werkes ist der Aufschluss der zwischen der 1150-m-Sohle und

Allgemeine herstellerspezifische Gerätedaten:



Muldenkipper Volvo A 25 D 4x4

Motor: 223 kW (303 PS)
Gesamtgewicht: 43,5 t
Muldeninhalt: 24 t
Geschwindigkeit: 53 km/h
Steigfähigkeit: bis 35 %
Fahrzeughöhe: 3,05 m
Wenderadius: 7,10 m
FOPS/ROPS -Kabine
Wetterbedarf: 504 m³/min

Allgemeine herstellerspezifische Gerätedaten:



Radlader Volvo L 110 E

Motor: 170 kW (230 PS)
Gewicht: 18,2 t
Schaufelinhalt: 3,4 m³ (5,5 t)
Fahrzeughöhe: 3,09 m
Geschwindigkeit: 36 km/h
Steigfähigkeit: bis 35 %
Wenderadius: 5,73 m
FOPS/ROPS -Kabine
Wetterbedarf: 345 m³/min

Abb. 2: Dumper A 25 D 4x4 mit Wendeeinrichtung / Hauler A 25 D 4x4 with turn equipment

Abb. 3: Radlader L 110 E / Wheel loader L 110 E

der 1400-m-Sohle liegenden Vorräte erforderlich. Hierfür sind eine Vielzahl von Aus- und Vorrichtungsrumbauen in jeglicher räumlichen Lage notwendig:

- söhlige Auffahrung der Lager- und Bandstrecken,
- geneigte Auffahrung für die Wendeln zwischen den Hauptsohlen,
- seigere bzw. tonnlägige Bohrungen für die Kipp- und Wetterlöcher.

Wegen der sehr guten Entwicklung der Nachfrage auf dem Weltkalimarkt steht das Kaliwerk vor der Aufgabe, den Aus- und Vorrichtungsvorlauf der Grube zu vergrößern. Die hierfür notwendigen Transportkapazitäten zur Überwindung größerer Entfernungen standen nicht zur Verfügung bzw. waren aufgrund des Einachsantriebes der bislang eingesetzten

Muldenkipper nur bis zu einer Steigung von maximal 15 % einsetzbar. Der Einsatz von Bandanlagen kam aufgrund der geologischen Verhältnisse mit der streichenden Auffahrung von Einstreckensystemen nicht in Betracht.

2. Anforderung an die Fahrzeugtechnik

Aus den zu bewältigenden Transportaufgaben und den grubenspezifischen Randbedingungen leiten sich die Anforderungen an die Fahrzeugtechnik ab. Neben der als Grundvoraussetzung anzusehenden untätigen Zulassungsfähigkeit der Maschinen sind die hohen Umgebungstemperaturen und die staubige Atmosphäre am Einsatzort zu nennen. Zum erfolgreichen Einsatz in den mit niedrig bauenden Bergbauspezialgeräten aufge-

fahrenen Grubenbauen sind eine geringe Fahrzeugabmessung und eine hohe Wendigkeit erforderlich. Die Fahrzeugkomponenten müssen weiterhin für den Schachttransport zerlegbar und im Anschluss zügig wieder montierbar sein. Aufgrund der fehlenden Erfahrung mit dieser neuen Gerätetechnik, insbesondere mit Elektronik- und Steuerungskomponenten, müssen die Fahrzeugmontage sowie die späteren Wartungs- und Reparaturarbeiten durch den Lieferanten erfolgen.

Unter Berücksichtigung aller vorgenannten Randbedingungen sollen die Fahrzeuge beim Einsatz in Steigungen von 18 % möglichst hohe Nutzlasten bei maximaler Geschwindigkeit transportieren. Unter dem Blickwinkel der Wirtschaftlichkeit bei diesen Einsatzbedingungen sind geringe Betriebskosten und Verfügbarkeiten von mind. 85 % gefordert.

Diese Anforderungen könnten neben den Bergbauspezialgeräten auch Baumaschinen erfüllen. Mittlerweile sind die Baumaschinen neben dem Erdbau und der übertägigen Gewinnung auch erfolgreich im Tunnelbau sowie vereinzelt in untätigen Bergbaubetrieben eingesetzt. Hierbei entscheiden die Zuverlässigkeit, der Service und die Effizienz über den Erfolg am Markt.

3. Technische Daten und Leistungsparameter

Unter Berücksichtigung aller oben



Abb. 4: Transportfertig zerlegter Radlader L110 E auf dem Hof der Volvo-Niederlassung in Garbsen / Wheel loader L110 E disassembled for transport on the property of the Volvo establishment in Garbsen

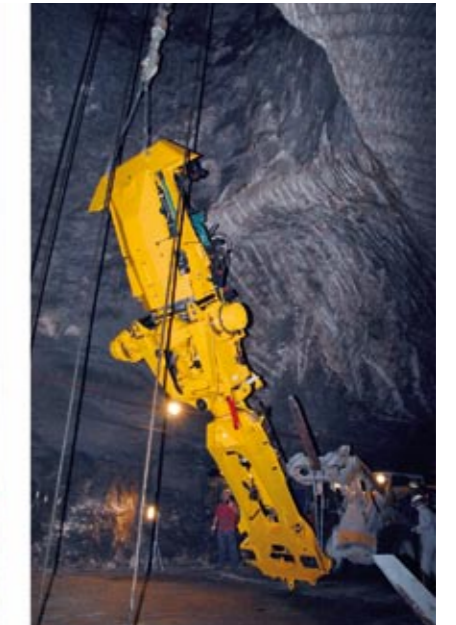


Abb. 5 + 6: Einhängen einer Muldenhälfte und des Dumperrahmens im Schacht Kolenfeld / Shaft transport of the body halves and the machine frame in the shaft Kolenfeld

genannten Anforderungen wurde die Angebotspalette des Baumaschinenmarktes gesichtet. Aufgrund der Forderung nach hoher Wendigkeit fokussierte sich die Suche auf knickgelenkte 2-Achs-Muldenkipper. Sie vereinen gegenüber 3-Achsfahrzeugen zudem den Vorteil, auf festem Untergrund den Fahrbahn- und die Reifen, z.B. beim Befahren der Wendel, zu schonen. Dieses Antriebskonzept wird leider seit dem Jahr 2000 nur noch von der Fa. Volvo angeboten. Als großer Vorteil erwies sich darüber hinaus, dass für die gesamte Dumper-Flotte eine Niedrigbauweise, als eine von vielen Ausrüstungsoptionen, angeboten wird. Der knickgelenkte 2-Achs-Dumper kann werksseitig statt mit einer Standardhöhe von

3470 mm niedrig bauend mit einer Gesamthöhe von 3048 mm ausgeliefert werden.

Ein nächster Punkt war die Auswahl des geeigneten Ladegerätes. Die vorhandenen Fahrlader sind für Beladehöhen von 2800 mm nicht geeignet. Alle Standardradlader mit einem Einsatzgewicht zwischen 18 und 19 t besitzen eine Kabinenhöhe von 3360 und 3500 mm. In der Vergangenheit konnten niedrigere Fahrzeughöhen nur durch das Einkürzen des Schutzdaches und dem damit verbundenen Entfernen der Fahrzeugscheiben realisiert werden. Einzig die Fa. Volvo konnte eine Komfortkabine in Niedrigbauweise für die Radlader anbieten.

Weiterhin musste das Mulden-

volumen, aufgrund der geringen Schüttdichte des Salzes, von 14 m³ auf 15,5 m³ vergrößert werden. Dies wurde durch die Erhöhung der Bordwand um 200 mm bei gleichzeitiger Verlängerung der Mulde um 400 mm realisiert.

Konfrontiert mit den restlichen Anforderungen, enthalten in einer 4-seitigen technischen Spezifikation, begannen nun die Preisverhandlungen und endeten mit einer Full-Service Langzeitmiete.

4. Einsatzverfahren im Kaliwerk Sigmundshall

Anlieferung

Nach der Auslieferung der Fahrzeuge an die Volvo-Vertretung in Hannover-Garbsen mussten die



Abb. 7: Verschweißen der Muldenhälften und Montagearbeiten am Dumper A 25 D 4x4 / Welding of the body halves and assembly works of the Hauler A 25 D 4x4



Abb. 8: Verlassen des Montageplatzes in der Hauptwerkstatt auf Stahlfelgen und Montagebereifung / Leaving of the main workshop on steel rims and assembly tyres



Abb. 9: Dumperbeladung in der Hartsalzvorrichtung auf der 940-m-Sohle / Dumper loading in a hard salt drift on the 940 m level



Abb. 10: Dumperkippstelle auf der 940-m-Sohle / Dumper tilting place on the 940 m level

Baumaschinen in für den Schachttransport in 940-m-Teufe geeignete Teilstücke zerlegt werden. Der freie Schachtquerschnitt und die Begrenzung des maximalen Stückgewichtes stellten den Hersteller vor die erste Herausforderung. Im söhligen „Einfädeln“ von Fahrzeugen ohne Kabine und Mulde sind seitens Volvo bereits Erfahrungen vorhanden, aber für den vertikalen Transport, das sogenannte „Einhän-

gen“, in den Materialschacht Kolonnenfeld waren viel kleinere Transporteinheiten notwendig. Je Fahrzeug wurden deshalb zwischen 8 und 10 Schachttransporte benötigt.

Montage

In der Hauptwerkstatt auf der 940-m-Sohle erfolgte die Montage der Baumaschinen durch zwei Mitarbeiter der Fa. Könicke aus Garbsen (Volvo-Niederlassung). Mit hoher

Professionalität bauten sie die von ihnen zuvor zerlegten Fahrzeuge in nur 4 Tagen wieder zusammen und rüsteten sie zusätzlich mit einer Protecfire-Bordlöschanlage aus.

Eine erste Hürde vor dem Einsatz im Grubenbetrieb stellte für alle Baumaschinen der Weg aus der Hauptwerkstatt dar. Die 2,78 m hohe Zufahrt, für die eingesetzten Bergbauspezialgeräte problemlos passierbar, war für den Hersteller

und Lieferanten eine erste Herausforderung.

Dank des Improvisationstalentes in Form von holzbelegten Felgen und der Ausstattung mit einer speziellen Montagebereifung und gutem Augenmaß konnte dieser erste Weg erfolgreich zurückgelegt werden. In Zusammenarbeit mit dem TÜV Nord erfolgte die Erstabnahme des Gerätesatzes bestehend aus einem Radlader und einem Dumper. Hierbei wurde neben dem Abgasverhalten der wassergekühlten 6-Zylinder-Dieselmotore ein besonderes Augenmerk auf die Bremsanlage gelegt.

Einsatz

Nach erfolgter Abnahme und der Anzeige bei der Bergbehörde stand dem Einsatz der Baumaschinen nichts mehr im Wege. Aufgrund der untätigen Gegebenheiten wurden die Höchstgeschwindigkeit der Fahrzeuge auf 30 km/h und ihr Einsatz auf Steigungen von max. 16 % begrenzt.

Die Gerätekombinationen, bestehend aus je einem Dumper und einem Radlader werden seit 6 Monaten in der Vorrichtung des Hartsalzreviers, der Wendelauffahrt zwischen der 1150- und der 1400-m-Sohle sowie bei der Auffahrt von Bandstrecken eingesetzt.

Hierbei wurden durch die Dumperfahrer, welche auch den Radlader bei der Beladung bedienen, über eine söhlige Entfernung von 1000 m Transportleistungen von 100 bis 120 t/h erzielt. In Abhängigkeit von der Haufwerkklage sind

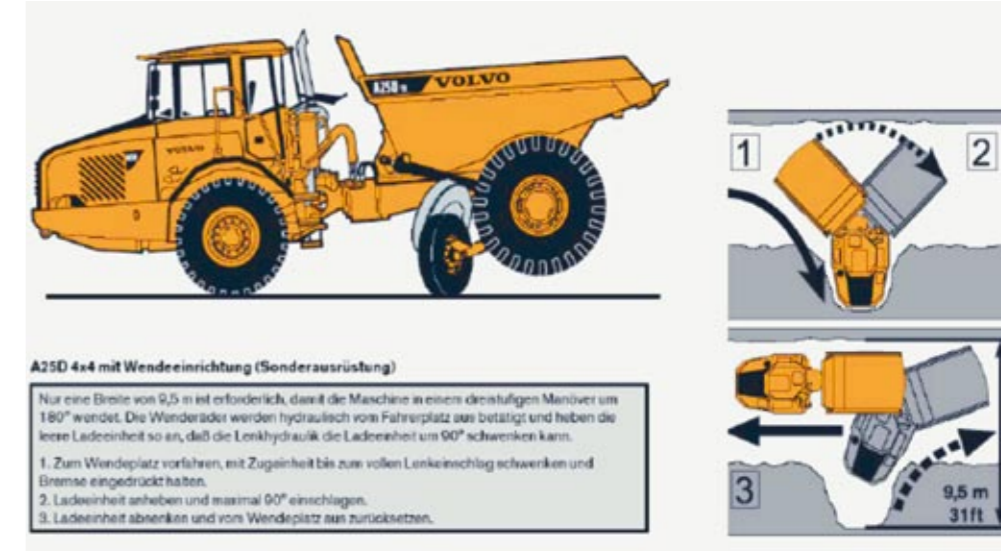


Abb. 11: Beispiel für den Einsatz den Wendeeinrichtung in Einstreckenvortrieb / Example of the application of the turn equipment in a single drift heading

zur Beladung der 24 t fassenden Mulde zwischen 4 und 5 Ladespiele notwendig. Zur kollisionsfreien Be- und Entladung des Dumpers ist eine Firsthöhe von mindestens 5,2 m notwendig.

Der im Zuge der Lade- und Transporttätigkeit entstehende Staub stellte, ebenso wie die hohen Einsatztemperaturen, für die Fahrzeuge kein Problem dar. Die Fahrzeuge zeichnen sich gegenüber den Bergbauspezialgeräten durch ihren hohen Fahrkomfort und den sehr niedrigen Schallpegel aus.

Einhergehend mit dem niedrigen Dieselverbrauch von weniger als 15 l/Bh ist der geringe Schadstoffausstoß der verbauten Niederemissionsmotore zu erwähnen. Mit der erforderlichen Wettermenge von 504 m³/min für den Dumper und 345 m³/min für den Radlader weisen die Maschinen einen sehr geringen Wetterbedarf im Vergleich mit

der von 636 m³/min für einen konventionellen 12-t-Fahrlader auf. Ein ganz besonderes Merkmal stellt die Tunnelwendevorrichtung des Dumpers dar. Sie erlaubt auch unter den beengten Verhältnissen eines Einstreckenvortriebes mit einer entsprechend gestalteten Wendeneische ein problemloses Wenden des fast 9 m langen Fahrzeuges.

In den zurückliegenden 10 Monaten absolvierten die bisher eingesetzten Volvo-Baumaschinen insgesamt 7000 Betriebsstunden. Während des Zeitraumes standen die Maschinen, mit Ausnahme von Wartungs- und Inspektionsarbeiten, lediglich an 9 Schichten durch Defekte nicht zur Verfügung. Dies entspricht einer Verfügbarkeit von 98,0 %. Die aufgrund der räumlichen Enge zu befürchtenden Schäden an den Fahrzeugen verbunden mit Ausfällen blieben bisher aus.

Intelligente Düngung: Neue Herausforderungen in der Agrarforschung



Dr. Andreas Gransee,
K+S KALI GmbH

Grundlage des Artikels ist ein Vortrag des Verfassers beim Tag der Forschung der K+S Aktiengesellschaft am 27. April 2008 in Heringen.

Düngung ist die Zufuhr von Nährstoffen zu den Pflanzen. Da in der Regel die Pflanzen bei der landwirtschaftlichen Produktion im Boden wachsen, ist diese Zufuhr nur indirekt möglich. Der Boden selbst beeinflusst als komplexes Ökosystem die Bindung der Nährstoffe in entscheidendem Maße. Es kommt also darauf an, den Nährstoffbedarf der Pflanze zu ermitteln und dabei die Wirkung des Bodens auf die Nährstoffe zu quantifizieren, um zu einer Düngeempfehlung zu kommen. Erst dadurch ist es möglich, das genetische Potential von durch die Züchtung verbesserter Sorten tatsächlich auszuschöpfen. In der Vergangenheit hat die Düngungsforschung dazu wichtige Beiträge geleistet.

So gab es noch vor 100 Jahren selbst in Europa Unterernährung und Hungersnöte als Folge von Missernten. Jahrhundertlang hatte man dem Boden mit den Ernten Nährstoffe entzogen, die aber über Wirtschaftsdünger wie Stallmist nur zum Teil zurückgegeben werden konnten. Es herrschte ein offener Nährstoffkreislauf, der zu

einem ständigen Absinken der Bodenfruchtbarkeit führte. Die Wissenschaftler Sprengel und Liebig fanden in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts heraus, dass nicht Humus, sondern Mineralstoffe für die Ernährung der Pflanze notwendig sind. Neben Wärme, Licht, Wasser und Luft benötigt die Pflanze für ein gesundes Wachstum eine Reihe von Mineralstoffen (Abb. 1).

Gleichzeitig wurde erkannt, dass dieses Pflanzenwachstum von demjenigen Nährstoff begrenzt wird, der relativ im Minimum ist. Es kommt also neben dem Vorhandensein der Nährstoffe auch auf deren richtiges Verhältnis an, um den vollen Ertrag zu erzielen. Diese Erkenntnisse fanden später ihren Niederschlag in dem Konzept der ausgewogenen Düngung.

Ausgehend von den Erkenntnissen der Agrarforschung setzte eine dynamische Entwicklung bei der Produktion von Mineraldüngermitteln ein, die die notwendigen Nährstoffe in einer für die Pflanzen verfügbaren Form enthalten. Damit wurde mit neuen Sorten, verbesserten Anbaumethoden und

effizienterem Pflanzenschutz eine gewaltige Steigerung der Agrarproduktion erzielt.

Es stellt sich nun die Frage, vor welchen Fragen die Agrarforschung, was Düngung betrifft, heute steht und welche sie für die Zukunft beantworten muss. Dies sind im Wesentlichen drei Hauptprobleme.

Die wichtigste Herausforderung ist dabei das weiter anhaltende Bevölkerungswachstum in der Welt bei begrenzten Ackerflächen.

So gehen mittlere Wachstumsprognosen der UNO davon aus, dass die Weltbevölkerung bis zum Jahr 2050 auf ca. 9 Mrd. ansteigen wird. Dies wäre doppelt so viel wie Anfang der achtziger Jahre. Demgegenüber lässt sich die Ackerfläche nur unwesentlich ausdehnen, vor allem dann nicht, wenn keine weiteren natürlichen Ökosysteme wie die Regenwälder für landwirtschaftliche Zwecke genutzt werden.

Diese Ökosysteme werden aber nötig sein, um der globalen Klimaveränderung entgegenzuwirken. Daraus ergibt sich die zweite wichtige Herausforderung für die Landwirtschaft. Wegen der begrenzten Vorräte fossiler Energieträger werden dringend Alternativen zur Energiegewinnung benötigt. Dazu leistet die Landwirtschaft einen wichtigen Beitrag, indem sie Biomasse produziert, die als Energielieferant dient. Diese Pflanzen (Mais, Zuckerrohr, Raps u.a.) konkurrieren aber wegen der begrenzten Flächen mit Nahrungspflanzen.

Eine dritte Herausforderung ist die Veränderung des Konsumverhaltens großer Teile der Weltbevölkerung. Einerseits werden verstärkt veredelte Produkte wie Fleisch nachgefragt. Dies erfordert

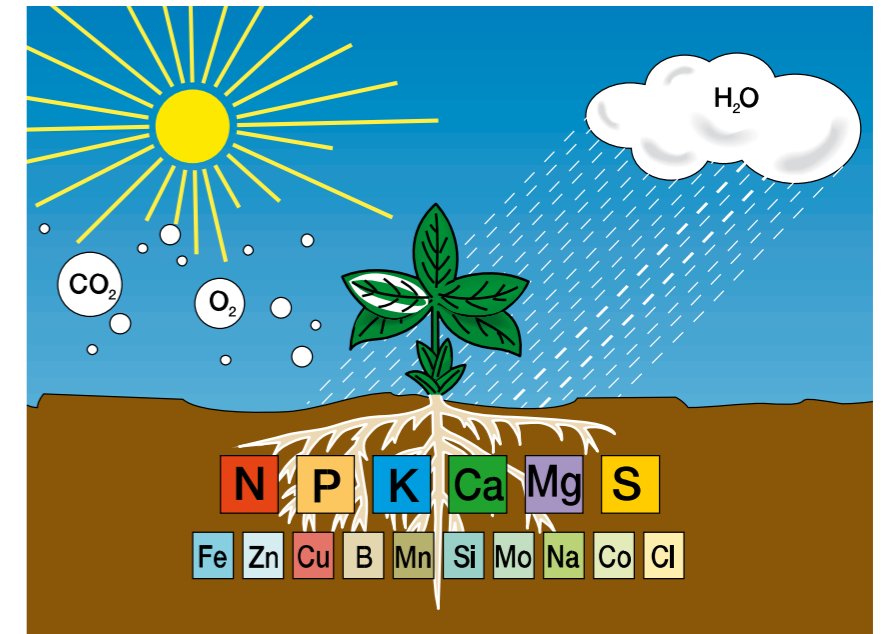


Abb. 1: Was braucht die Pflanze zum Leben? Die Pflanze nimmt die Nährstoffe in gelöster Form aus der Bodenlösung auf, unabhängig davon, ob organisch oder mineralisch gedüngt wurde | *What are the plants needs? Plants take up nutrients in dissolved forms from the soil solution independently of organic or mineral origin.*

eine überproportionale Ausweitung der pflanzlichen Produktion, denn zur Produktion von 1 kg Fleisch werden zwischen 2 und 7 kg Getreide benötigt. Andererseits nimmt die Nachfrage nach für die menschliche Ernährung wertvollen Produkten mit hohen Mineralstoffgehalten wie Kalium, Magnesium, Zink u.a. deutlich zu. Auch diese Stoffe müssen über den Weg der Düngung in die Pflanzen gelangen. Zur Bewältigung der geschilderten Herausforderungen kann die Düngung einen wichtigen Beitrag leisten. Dabei sind aus heutiger Sicht drei Forschungsfelder zu bearbeiten.

1. Ertragssteigerung

Um die Ernährungs- bzw. Energieziele erreichen zu können, sind weitere Steigerungen der Flächenerträge unerlässlich. Dabei ist über den Zusammenhang zwischen Nährstoffwirkung und Ertragsbildung

schon relativ viel bekannt. Dazu hat ein gut aufeinander abgestimmtes System von Gefäß-, Parzellen- und Feldversuchen beigetragen. Trotzdem sind aber in dieser Hinsicht neue Fragen zu beantworten. So ist vor allem zu klären, wie die Nährstoffversorgung im Bereich sehr hoher Erträge zu gewährleisten ist, denn die Pflanze braucht auf denselben Flächen in derselben Zeit einen doppelt so hohen Nährstofffluss, wenn der Ertrag verdoppelt werden muss. Wie dies intelligent auf verschiedenen Böden und Klimabedingungen zu bewerkstelligen ist, bleibt eine dringend zu lösende Frage.

Neben der Bereitstellung hochwertiger Düngermittel, die die Pflanze direkt mit verfügbaren Nährstoffen versorgen, ist die optimale Verteilung nach Mengen und Zeit eine wichtige Forderung. Eine Lösung könnte die teilflächenspezifische Düngung sein.

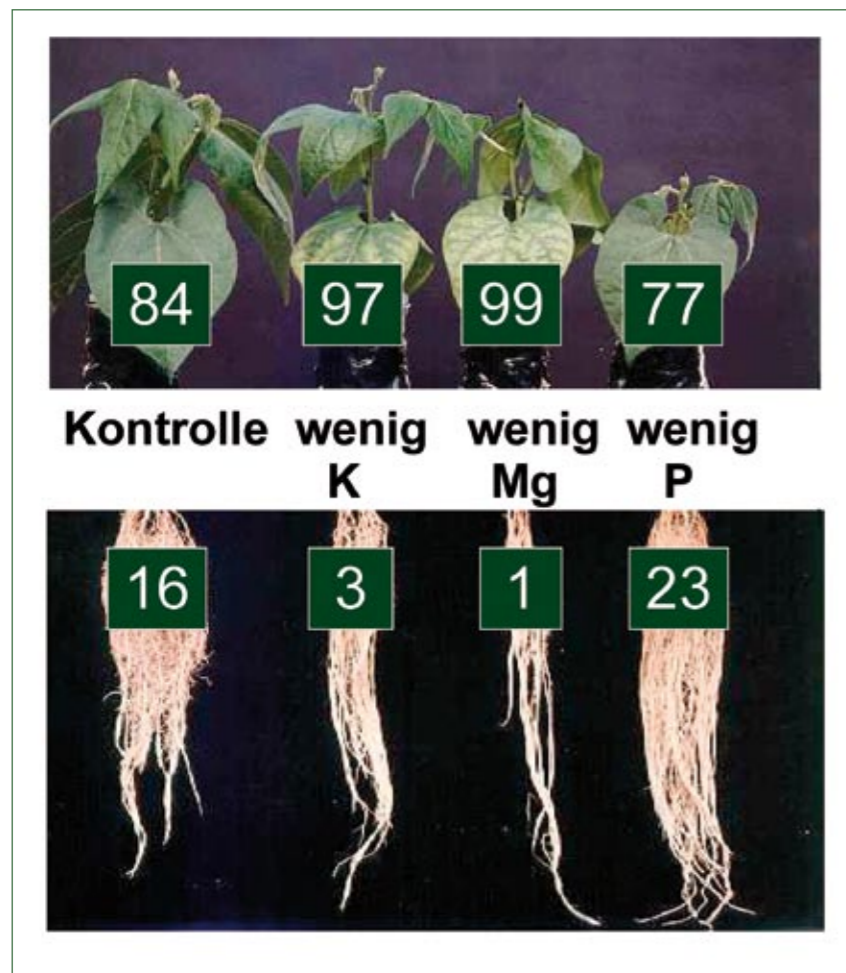


Abb. 2: Relative Verteilung der Kohlenhydrate zwischen Spross u. Wurzeln (%) / Relative distribution of carbohydrates between shoot and roots (%) (Cakmak et al., 1994)

Da sowohl der Nährstoffbedarf als auch die Nährstoffbereitstellung auf den Flächen deutlich variieren können, soll eine teilflächenspezifische Düngung diese Variabilitäten berücksichtigen und variierte Düngermengen empfehlen, die dem jeweiligen Bedarf kleinräumig besser angepasst sind. Voraussetzung dafür ist die Identifikation möglicher Unterschiede.

Dabei ist in erster Linie die klassische Bodenuntersuchung zu nennen, die mit Hilfe der GPS-Technik in sogenannte georeferenzierte Bodenkarten übertragen wird, woraus sich dann unterschiedlich

zu düngende Teilflächen ableiten lassen. Dies bleibt aber wegen der notwendigen Bodenbeprobung und der anschließenden Laboranalytik ein aufwändiges Verfahren. Ein wesentlicher Fortschritt könnte erreicht werden, wenn es Sensoren gibt, die den Ernährungszustand der Pflanzen berührungslos messen können und daraus teilflächenspezifische Düngerempfehlungen ableiten.

Für die Stickstoffbedarfsermittlung sind solche Sensoren bereits verfügbar. Für alle anderen Nährstoffe gibt es solche Systeme leider nicht. Deshalb erprobt die

K+S KALI GmbH ein System zur gezielten Boden- und Pflanzenbeprobung mit Hilfe von Sensoren, die mit Flugzeugen oder Satelliten, den Nährstoffversorgungszustand abschätzen, dann georeferenzierte Düngerkarten erstellen, über die dann die Ausbringungsmenge der Düngerstreuer gezielt gesteuert werden kann.

2. Qualitätsverbesserungen

Durch eine optimierte Düngung kann ein wesentlicher Einfluss auf die Qualität pflanzlicher Produkte ausgeübt werden.

Ein Beispiel ist die Beeinflussung der Qualität von Verarbeitungskartoffeln durch eine optimierte Kalium- und Magnesiumdüngung.

Dazu sind in den vergangenen Jahren umfangreiche Untersuchungen zur Beeinflussung der Qualität von Kartoffeln, die zu Chips, Pommes frites oder ähnlichen Produkten verarbeitet werden, gelaufen. Es konnte gezeigt werden, dass eine optimierte Kalium- bzw. Magnesiumversorgung die sogenannte Schwarzfleckigkeit deutlich verringert hat. Die Schwarzfleckigkeit ist eine nichtparasitäre Erkrankung von Kartoffeln, die durch Ungleichgewichte im Stoffwechsel der Kartoffelknollen ausgelöst wird.

Durch eine intensive Zusammenarbeit zwischen der K+S KALI GmbH, der KTBL-Versuchs-Station in Dethlingen und der Agrarwissenschaftlichen Fakultät der Georg-August-Universität Göttingen konnten die komplexen Zusammenhänge aufgedeckt und daraus verbesserte Düngerempfehlungen für den Kartoffelanbau abgeleitet werden.

Eine solche Zusammenarbeit zwischen Grundlagen- und Anwendungsforschung mit Feldversuchen wird auch in Zukunft unverzichtbar sein, um weitere Qualitätsfragen zu untersuchen.

Exemplarisch sollen dabei nur zwei Beispiele genannt werden:

- Einfluss der Düngung auf die Widerstandsfähigkeit von Pflanzen gegen Krankheiten,
- Einfluss der Düngung auf wertbestimmende Inhaltsstoffe, die direkt die menschliche Gesundheit verbessern helfen – functional food (Vitamine, Mineralstoffe).

3. Nachhaltigkeit

Die Kenntnisse zur Wirkung der Düngung auf das gesamte Nutzungssystem Boden-Pflanze sind noch weitgehend ungenügend. Um diese Wissenslücken zu beseitigen, sind zwei grundsätzliche Ansätze sinnvoll:

Best Management Practice

Der Gedanke dabei ist, das gesamte Produktionssystem und die Auswirkungen der Einzelmaßnahmen in ihrer Gesamtheit zu betrachten. Dabei werden sowohl die direkten Wirkungen auf Ertrag, Qualität und Umwelt untersucht, als auch die ökonomischen Ergebnisse betrachtet. Damit folgt dieses Modell dem Nachhaltigkeitsansatz. Die K+S KALI GmbH testet ein entsprechendes Modell zurzeit erfolgreich in Zusammenarbeit mit dem IPNI (International Plant Nutrition Institute) für den Ölpalmanbau in Indonesien und Malaysia.

Interdisziplinäre Systemforschung

Zum besseren Verstehen der komplexen Zusammenhänge ist ein

interdisziplinärer Ansatz unerlässlich. Es wird in Zukunft darum gehen, die limitierenden Ressourcen durch eine intelligente Düngungsstrategie besser zu nutzen. Dabei stehen vor allem die Ressourcen Boden und Wasser im Vordergrund. Aus diesem Grund wurde im vergangenen Jahr in Kooperation mit den Universitäten in Halle, Gießen und Kiel ein Verbundprojekt gestartet, das den Einfluss der Düngung mit Kalium und Magnesium auf die Wassernutzungseffizienz des Systems Boden-Pflanze untersucht. Dass es einen engen Zusammenhang zwischen der Kaliumdüngung und dem Wasserhaushalt der Pflanzen gibt, ist seit längerem bekannt.

Neuere Erkenntnisse zeigen, dass sowohl Kalium als auch Magnesium einen deutlichen Effekt auf die Wurzelbildung haben (Abb. 2).

Wenn Pflanzen durch eine suboptimale Versorgung mit Kalium und Magnesium ein schwaches Wurzelsystem ausbilden, werden sie nicht in der Lage sein, in Phasen ungenügender Wasserversorgung mit diesem Wurzelsystem die geringen Wasservorräte des Bodens auszunutzen. Umgekehrt werden Pflanzen mit einem starken Wurzelwachstum zusätzliche Wasserreserven erschließen können. Völlig neu ist aber die Überlegung, alle Parameter in Boden und Pflanze, die auf die Wassernutzungseffizienz einen Einfluss haben, zu betrachten und ihre langjährige Abhängigkeit von der Nährstoffversorgung zu untersuchen. Dies geht nur in enger Zusammenarbeit von Bodenphysikern, Bodenmineralogen und Pflanzenernährern. Erste Ergebnisse des genannten Ver-

bundprojektes zeigen, dass Unterschiede in der Kaliumversorgung die Fähigkeit des Bodens, Wasser zu speichern und dann den Pflanzen zur Verfügung zu stellen, deutlich verbessern, wenn eine regelmäßige Kaliumdüngung erfolgt ist. So konnte die nutzbare Feldkapazität, die ein Maß für Wasserspeicherung des Bodens ist, um 14 % erhöht werden. Sollten sich diese Ergebnisse auch im Hinblick auf die Wassernutzung der Pflanzen bestätigen, hätte dies eine Neubewertung der Wertigkeit der Kalium- und Magnesiumdüngung im Hinblick auf die bessere Nutzung der knappen Ressourcen Wasser zur Folge.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Düngung auch in Zukunft einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion leisten kann. Voraussetzung dafür ist eine solide Forschungstätigkeit, die sich aus Grundlagenuntersuchungen und Feldexperimenten zusammensetzt. Dazu ist die notwendige Infrastruktur auch auf dem Forschungsstandort Deutschland zu gewährleisten. Denn somit können Erfahrungen gesammelt werden, die global zur Lösung der Probleme eingesetzt werden. Eine intensive Zusammenarbeit zwischen den Forschungseinrichtungen und der Düngereindustrie ist dafür eine unverzichtbare Voraussetzung.

Literatur:

CAKMAK, I., HENGELER, C. AND MARSCHNER, H. (1994): Partitioning of Shoot and Root dry matter and Carbohydrates in Bean Plants suffering from Phosphorus, Potassium and Magnesium deficiency. J. Experimental Botany 45, 1245–1250.

Permeabilitätsverhalten von carnallitischem Salzgebirge gegenüber hochkonzentrierten Lösungen



Dr.-Ing. Hans-Dieter Voigt,
Institut für Bohrtechnik
und Fluidbergbau,
TU Bergakademie Freiberg



Ing. Andreas Kawka,
Institut für Bergbau
und Spezialtiefbau,
TU Bergakademie Freiberg

Die Kenntnis der Permeabilität des Gebirges ist eine wichtige Voraussetzung für die Planung und den Bau von unterirdischen Verschlussbauwerken. Diese Permeabilitäten sollten zweckmäßigerweise unter in-situ-Bedingungen gemessen werden. Als Messverfahren haben sich hier Packertests bei vielfältigen Einsätzen bewährt [1], [2]. Besondere Probleme ergeben sich für die Errichtung von langzeitstabilen Verschlussbauwerken und auch für die Bestimmung der Permeabilität aus der leichten Löslichkeit des Salzgesteins. Der Stand der Erkenntnisse und die Probleme bei der Errichtung von Verschlussbauwerken sind für dieses Umfeld zusammenfassend in [3] dargestellt. Untersuchungen zur Stabilität von leichtlöslichen Salzen wurden von Freyer u.a. [4] durchgeführt. Die vorliegenden Untersuchungen zeigen die Erkenntnisse und Besonderheiten bei der Permeabilitätsbestimmung unter in-situ-Bedingungen im Carnallitit der Grube Teutschenthal.

Messverfahren

Zur Bestimmung der Permeabilität wurden neben einer Vielzahl von den in [2] erläuterten Packertests auch Tests in speziell installierten Bohrungen durchgeführt. Die Bohrungen wurden hierzu im Testbereich mit Kies als Stützmittel gefüllt, mit einem Entlüftungsröhrchen und einem Druckmessröhrchen versehen und mit einem Packer aus MgO-Beton verschlossen (Bild 1). Zur Untersuchung wurden der Testbereich der Bohrung und die installierten Röhrchen mit dem entsprechenden Strömungsfluid (Luft, Silikonöl, R- oder $\text{CaCl}_2\text{-MgCl}_2$ -Lösung) gesättigt und anschließend ein Impulstest durchgeführt. Dazu wurde das gesamte mit Fluid gefüllte Volumen plötzlich unter Druck gesetzt (10–30 % vom Gebirgsdruck) und der sich mit der Zeit einstellende Druckabfall gemessen.

Ergebnisse

Alle geteufte Bohrungen wurden zuerst mit Gas getestet, um den durch Lösungen unbeeinflussten Zustand des Salzgesteins zu erfassen. Nachfolgend wurden die Testvolumina unterhalb des Packers und die installierten Röhrchen mit Silikonöl, R-Lösung oder $\text{CaCl}_2\text{-MgCl}_2$ -Lösung gesättigt und analoge Tests durchgeführt. In einigen Bohrungen erfolgten Tests mit einer stufenweisen Druckerhöhung bis zum Aufbrechen des Gebirges (Frac)

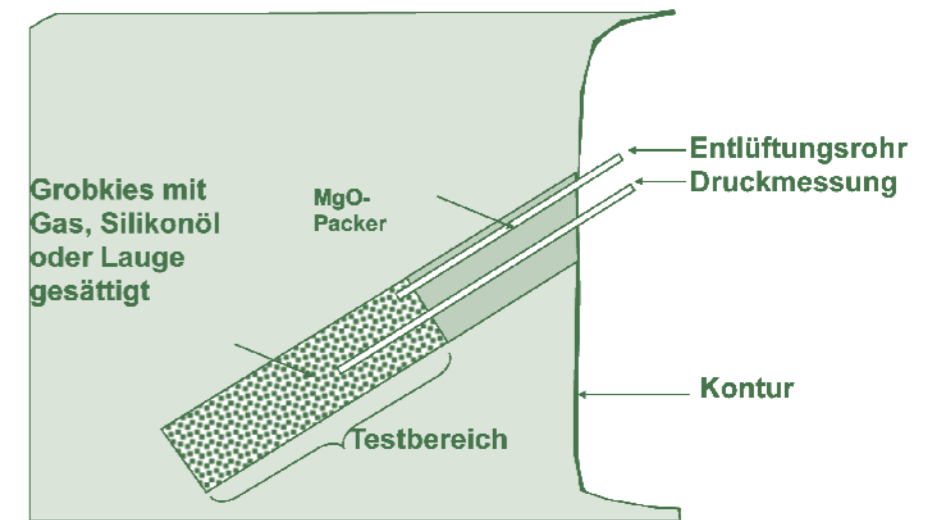


Bild 1: Installation der Bohrungen zur Permeabilitätsmessung mit Gas, Silikonöl, R- oder $\text{CaCl}_2\text{-MgCl}_2$ -Lösung als Strömungsmedium / Bore hole assembly for the permeability measurement with the test fluids gas, siliconoil, R- or $\text{CaCl}_2\text{-MgCl}_2$ -brine

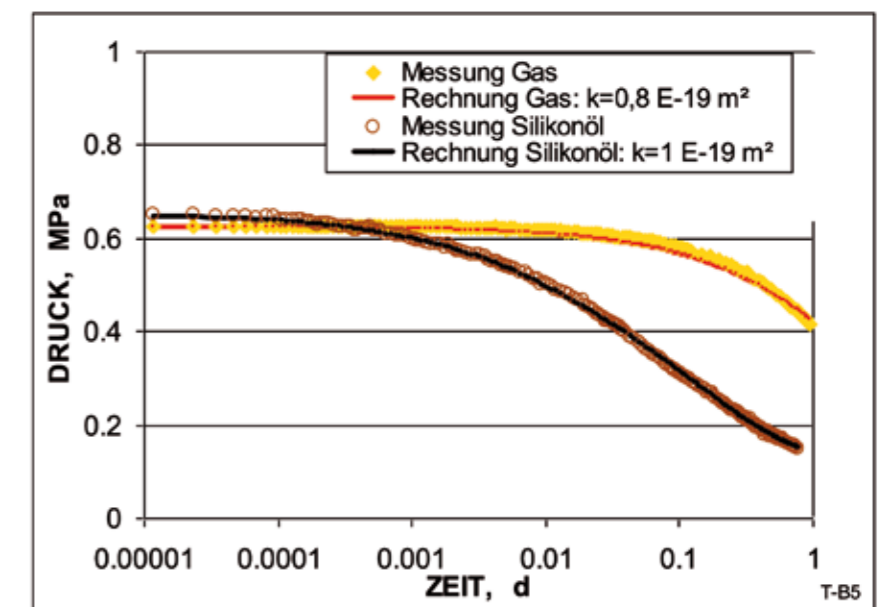


Bild 2: Testergebnisse mit Gas und Silikonöl als Testfluid / Test results for the fluids gas and silicon oil

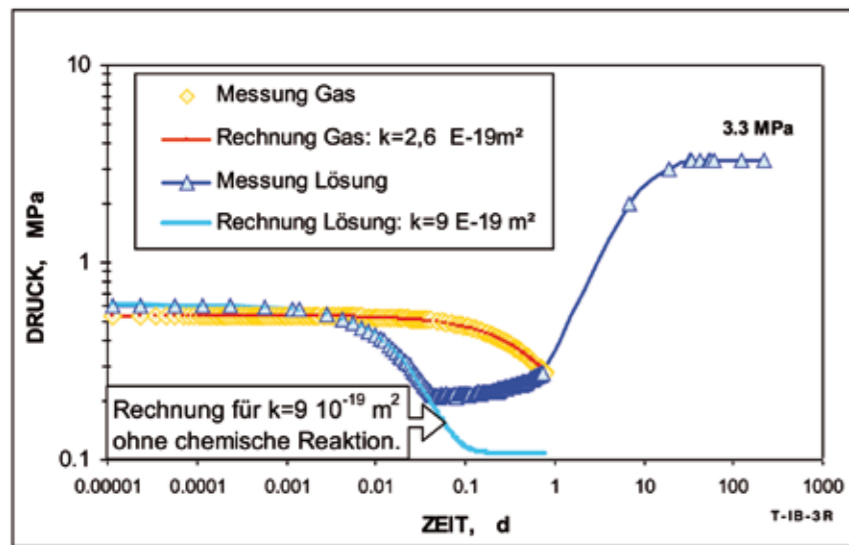


Bild 3: Tests mit Gas und R-Lösung (nach anfänglichem Druckabfall steigt der Druck beim Lösungstest bis auf 3,3 MPa erneut an) / Test results with gas and R-brine (after an early pressure decrease the pressure is rising again up to 3.3 MPa)

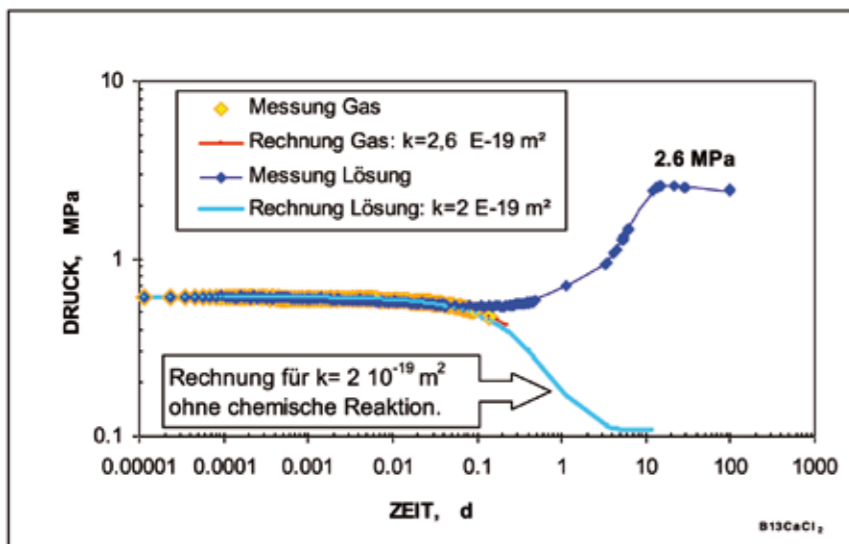


Bild 4: Tests mit Gas und CaCl₂-MgCl₂-Lösung (nach anfänglichem minimalem Druckabfall steigt der Druck beim Lösungstest bis auf 2,6 MPa erneut an) / Test results with gas and CaCl₂-MgCl₂-brine (after an early minimal pressure decrease the pressure is rising again up to 2.6 MPa)

und die Wiederholung der Tests nach einer Ruhezeit.

Test mit Gas und Silikonöl

Die Tests mit Gas wiesen einen normalen Druckabfall auf, wie von Impulstests bekannt ist. Gleichfalls zeigten Tests mit Silikonöl, einem im Salzgestein inerten, nichtreaktiven Strömungsfluid, einen normalen Druckverlauf. Beide Messungen sind in Bild 2 dargestellt und ergeben analoge Permeabilitätswerte für das Salzgestein. Der schnellere Druckabfall beim Test mit Silikonöl ist durch das wesentlich kleinere Produkt von Testvolumen und Kompressibilität des Öles gegenüber Gas bedingt.

Tests mit Gas, R-Lösung, CaCl₂-MgCl₂-Lösung und Laborversuche

Gegenüber den Tests mit Gas und Silikonöl zeigten die anschließenden Tests mit R-Lösung ein bisher noch nicht beobachtetes Phänomen. Nach anfänglich normalem Druckabfall im Testintervall, aus dem vergleichbare Permeabilitätswerte ermittelt werden können, die mit denen bei Gasströmung vergleichbar sind, steigt der Druck wieder an. Ein typisches Testergebnis mit einem derartigen Druckverlauf ist in Bild 3 dargestellt. Auch bei einer Wiederholung dieser Tests mit Lösung war der beschriebene Druckverlauf erneut zu beobachten. Die langfristige Beobachtung dieses Druckanstieges zeigt, dass

nach etwa einem Monat ein Druck von 3,3 MPa erreicht wird und dieses Druckniveau in weiteren 6 Monaten Beobachtung sich nicht verändert.

Ein weiteres Beispiel für eine derartige Messung ist in Bild 4 angegeben.

Diese Testergebnisse mit den genannten Lösungen legen die Vermutung nahe, dass Mineralumbildungen zur Volumenvergrößerung im Testintervall und zur Abdichtung des Salzgebirges in der Umgebung der Bohrung geführt haben.

Zur näheren Untersuchung des dargestellten Phänomens beim Druckverlauf der in-situ-Lösungstests wurde ein analoger Versuch im Labor durchgeführt. Eine Kernprobe mit deutlichen Anteilen an Tachhydrit (Bild 5a) wurde in einer abgeschlossenen Kammer mit R-Lösung allseitig unter Druck gesetzt und der Druckverlauf in Abhängigkeit von der Zeit gemessen. Bild 6 zeigt diesen Druckverlauf. Der Druck fällt hier analog der in-situ-Tests anfänglich ab und steigt dann erneut an.

Die Kernprobe vor und nach dem Laborversuch ist in Bild 5a und 5b dargestellt. Es zeigt sich, dass Tachhydrit in Verbindung mit R-Lösung zersetzt wurde und Gips gebildet worden ist.

In welchem Maße diese Umkristallisation die Druckanstiege beim Test verursacht hat, kann aus die-

sen Ergebnissen vermutet werden, sie liefern jedoch keinen Nachweis, da Daten über Volumenänderungen

bei Umkristallisationen von Tachhydrit zu Gips nicht verfügbar bzw. zu ungenau sind. Um diesen Druckan-

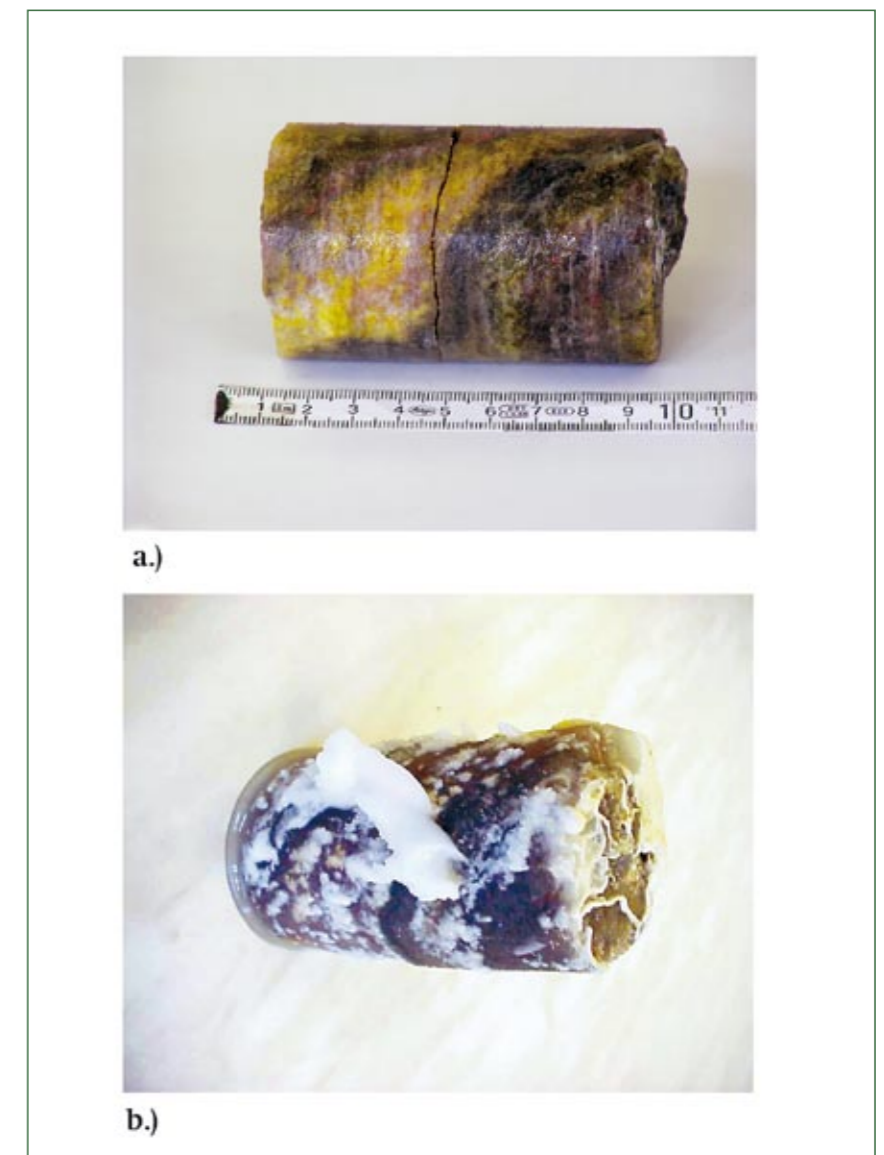


Bild 5: a) Salzkernprobe vor dem Versuch – Der Tachhydrit stellt sich in gelber Farbe dar. b) Salzkernprobe nach dem Versuch – Die Analyse der weißen Ausblühungen ergab Gips / a) Salt plug before the experiment – Tachhydrit has yellow colour b) Salt plug after the experiment – the analysis of the white material indicates Gypsum

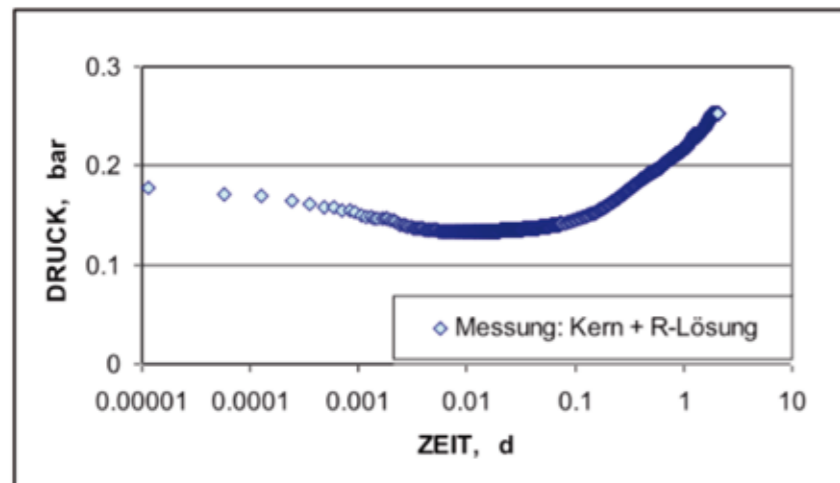


Bild 6: Laborversuch – Druckverlauf an einer mit R-Lauge allseitig unter Druck gesetzten Kernprobe / Laboratory experiment – pressure development of a salt plug in a pressurised closed volume with R-brine

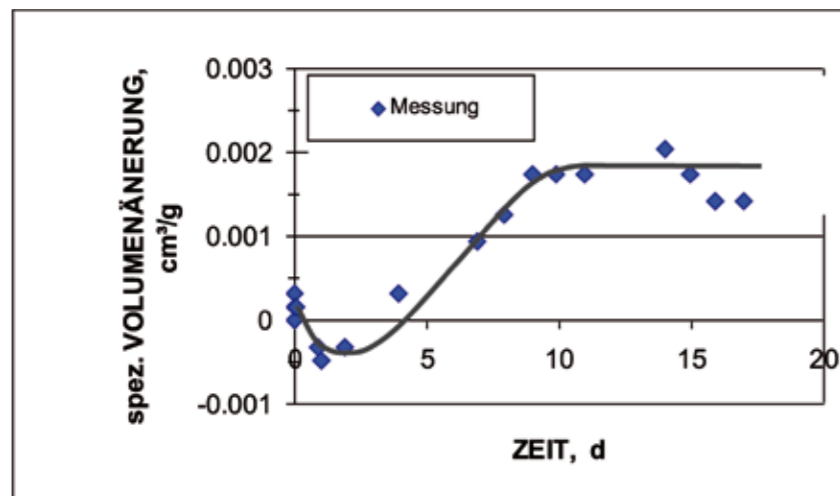


Bild 7: Pygnometerversuch – Spezifische Volumenveränderung von 6,343 g Tachhydrit mit R-Lösung / Pynometer Experiment – specific volume variation of 6.343 g Tachhydrit and R-brine

stieg näher zu klären, wurde ein weiterer Laborversuch durchgeführt. Dazu wurde das Salzmineral Tachhydrit aus erbohrten Kernen separiert, in einem Pygnometer mit R-Lösung aufgefüllt und die Volumenveränderung des Gesamtsystems in Abhängigkeit von der Zeit gemessen. Es zeigt sich wiederum

anfanglich eine abnehmende Volumenänderung, gefolgt von einem Anstieg (s. Bild 7). Die ermittelte spezifische Volumenveränderung bei der Umsetzung zu Gips beträgt bis zu 0,002 cm³ pro Gramm Tachhydrit. Durch zwei unterschiedliche Labortests konnte damit ein Indikator für die Druckanstiege bei

den in-situ-Lösungstests gefunden werden.

Tests vor und nach dem Frac des Gebirges

In einigen Bohrungen wurden weiterhin eine Reihe von Wiederholungstests mit Gas und Lauge mit geringen Testdrücken (ca. 10 % des Gebirgsdruckes) über einen Zeitraum von etwa 130 Tagen durchgeführt. Anschließend erfolgten Tests mit ansteigenden Testdrücken bis zum Frac des Gebirges und 5 Wochen nach erfolgtem Frac ein abschließender Test mit wiederum geringem Testdruck. In Bild 8 sind die Testergebnisse dargestellt. Die Permeabilitätsentwicklung zeigt, dass anfänglich die Salzlösungstests hier höhere Permeabilitätswerte als der Gastest ergeben. Bei Wiederholungstests nach längeren Standzeiten reduziert sich diese Permeabilität jedoch bis auf das Niveau der durch den Gastest ermittelten Werte. Bei steigenden Testdrücken lockert sich das Salzgebirge auf und ergibt steigende Permeabilitäten bis zum Frac. In dieser Bohrung erfolgte 5 Wochen nach dem Frac erneut ein Test zur Permeabilitätsbestimmung bei einem Druckniveau wie vor dem Frac, und es zeigte sich eine reduzierte Permeabilität, wie sie vor dem Frac ermittelt wurde. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass infolge von Umkristallisationen im Gebirge die durch den Frac erzeugten Risse wieder verheilen und die Permeabilitätsreduktion bewirken. Eine analoge Permeabi-

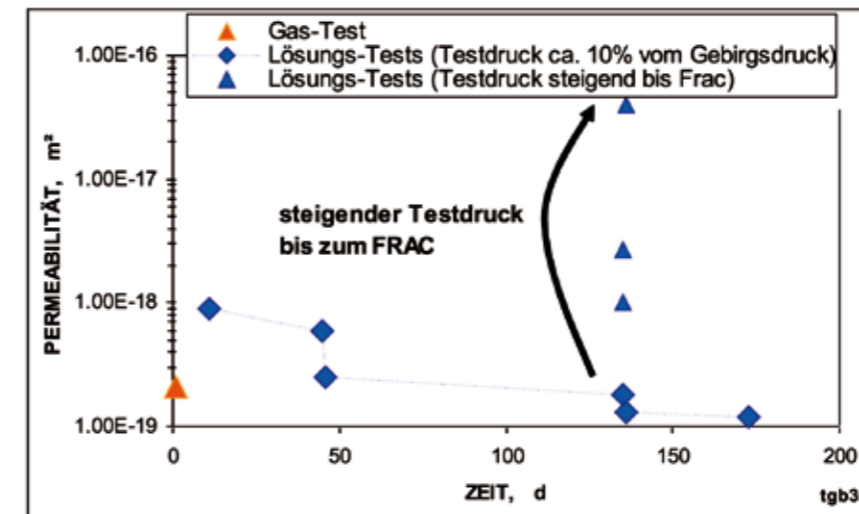


Bild 8: Ermittelte Permeabilitätsentwicklung aus 10 Tests in einer Bohrung – Ein Gastest und 5 Lösungstests bei geringem Testdruck – 3 Tests mit steigendem Testdruck bis zum Frac – Ein Test 5 Wochen nach erfolgtem Frac / Identified permeability development from 10 tests of a bore hole – One gas test and 5 tests with brine at low test pressure – 3 tests with increasing test pressure up to the frac – One test 5 weeks after the frac

litätsentwicklung wurde in allen Bohrungen mit diesem Versuchsverlauf gemessen.

Erkenntnisse und Schlussfolgerungen

Die durchgeführten Untersuchungen führen zu folgenden Erkenntnissen und Schlussfolgerungen:

→ Bei in-situ-Tests im carnallitischem/tachhydritischem Salzgestein liefern Strömungsfluide wie Gas und inerte Flüssigkeiten Permeabilitäten, die der unbeeinflussten Porenstruktur des Gesteins entsprechen.

→ In-situ-Tests mit R- oder CaCl₂-MgCl₂-Lösung zeigen einen nicht normalen Druckverlauf mit anfänglichem Druckabfall und nachfolgendem Druckanstieg.

→ Aus dem anfänglichen Druckab-

fall können Permeabilitäten identifiziert werden, die den Permeabilitätswerten mit inerten Strömungsfluiden entsprechen.

→ Ein Indikator für die nicht normalen Druckverläufe bei in-situ-Tests ist die Umsetzung des Salzminerals Tachhydrit mit den genannten Lösungen zu Gips, verbunden mit einer Volumenvergrößerung, wie in Laborversuchen gezeigt werden konnte.

→ Wiederholungstests mit steigenden Testdrücken bis zum Frac des Gebirges zeigen mit wachsendem Testdruck sich erhöhende Permeabilitätswerte, die durch die Auflockerung des Gebirges bedingt sind. Ein erneuter Test 5 Wochen nach dem Frac liefert Permeabilitäten, wie sie vor dem Frac ermittelt wurde und deutet auf ein Verheilen

der Risse durch Umkristallisation hin.

Danksagung:

Das dieser Arbeit zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 02C0942 gefördert. Im Rahmen der Freistellungsvereinbarung vom 27.11.2002 wurde der Eigenanteil der GTS GmbH & Co. KG durch das Land Sachsen-Anhalt anteilig mitfinanziert. Weiterhin danken wir Frau Dipl.-Ing. Brigitte Wasowicz für die Ausführung der Pygnometerversuche und Herrn Dr. Matthias Gruner sowie Herrn Dr. Jan-Peter Schleinig für die kritische Durchsicht der Arbeit. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren.

Literatur:

- [1] STORMONT, J.C., (1997): In situ Gas Permeability Measurements to delineate Damage in Rock Salt. Int. J. Rock Mech. Min. Si. Vol. 34, No 7, 1055–1064.
- [2] VOIGT, H.-D.; HÄFNER, F.; SITZ, P.; WILSNACK, TH. (2002): Bestimmung geringster Durchlässigkeiten im Gebirge. Bergbau, Zeitschrift für Rohstoffgewinnung, Energie, Umwelt, Heft 12, 537–539.
- [3] SITZ, P., GRUNER, M., KNOLL, P. (2005): Streckenverschlüsse im Carnallit. Kali und Steinsalz, Heft 2, 19–25.
- [4] FREYER, D., VOIGT, W., BÖTTKE, V. (2006): Zur thermischen Stabilität von Tachydrit und Carnallit. Kali und Steinsalz, Heft 1, 29–37.

Eine Datenbank für Salzlösungen (Laugen) in Salzbergwerken



Dipl.-Geophys. Christine Schulze,
Bundesamt für Strahlenschutz,
Salzgitter



Dr. Gerhard Stier-Friedland,
Bundesamt für Strahlenschutz,
Salzgitter



Dipl.-Geol. Philipp Körner,
geo-log GmbH, Braunschweig

In einem speziellen Verzeichnis werden alle im Grubengebäude der Schachtanlagen Bartensleben und Marie vorkommenden Salzlösungen (Laugen) dokumentiert. Für jedes Lösungsvorkommen (Zutrittslösung, Standlösungen) wurde ein für alle Vorkommen formal gleiches Datenblatt angelegt. Die Ergebnisse von chemischen Analysen der Lösungen wurden auf einem ebenfalls formal gleichen Analysenblatt dokumentiert. Die Datenblätter der Lösungen werden regelmäßig aktualisiert. Zum schnelleren Zugriff auf die große Datenmenge wurde eine Datenbank mit verschiedenen Filter- und Suchfunktionen erstellt. Diese Datenbank ist nach Modifikationen auch zur Dokumentation von Salzlösungen in anderen Bergwerken anwendbar.



Abb. 1: Schachtanlage Bartensleben / surface facilities of the Bartensleben mine (Foto: BfS)

1. Einleitung

Treten wässrige Salzlösungen (Laugen) in einem Salzbergwerk auf, werden diese in der Regel wegen ihrer möglichen Bedeutung für die Sicherheit der Grube überwacht. Die Überwachung umfasst auch chemische Analysen und deren Interpretation hinsichtlich Entstehung sowie Herkunft der Lösungen. Auf Grundlage dieser und weiterer

Informationen wird bewertet, ob ein Lösungszutritt Auswirkungen auf die Betriebssicherheit der Grube haben kann. Bei Untertagedeponien erfolgt eine Bewertung auch im Hinblick auf die Langzeitsicherheit der Deponie. Im Laufe der Zeit stattfindende Veränderungen an den Lösungsvorkommen werden ebenfalls erfasst. Hierdurch fällt eine große Datenmenge an, die

übersichtlich darzustellen und zu dokumentieren ist. Eine Datenbank ist hierfür hilfreich.

Eine Datenbank für diese Anwendung wurde bereits von Herrmann et al. (1978) beschrieben. Sie umfasste ein Computerprogramm zur Dokumentation von Kennwerten von Salzlösungen aus Bergwerken, mit Abfragemöglichkeiten nach lagerstättenkundlichen, che-

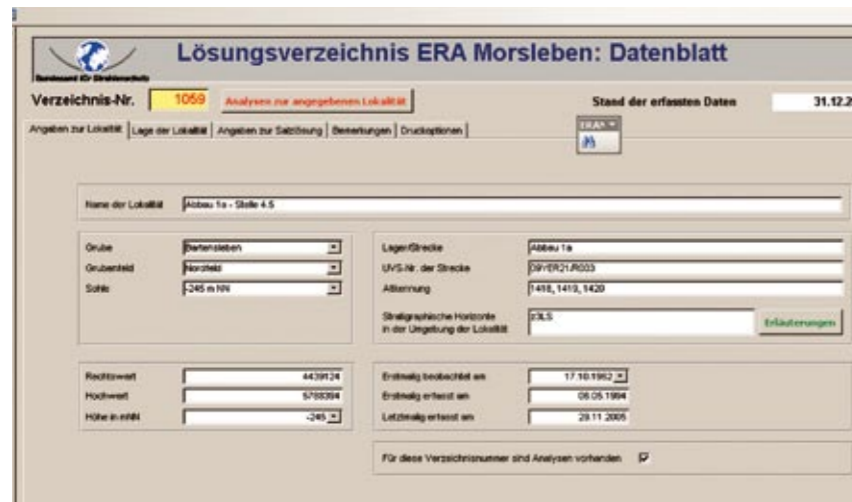


Abb. 2: Formular „Datenblatt“, Registerkarte „Angaben zur Lokalität“ / blank „data sheet“, index „information about the locality“

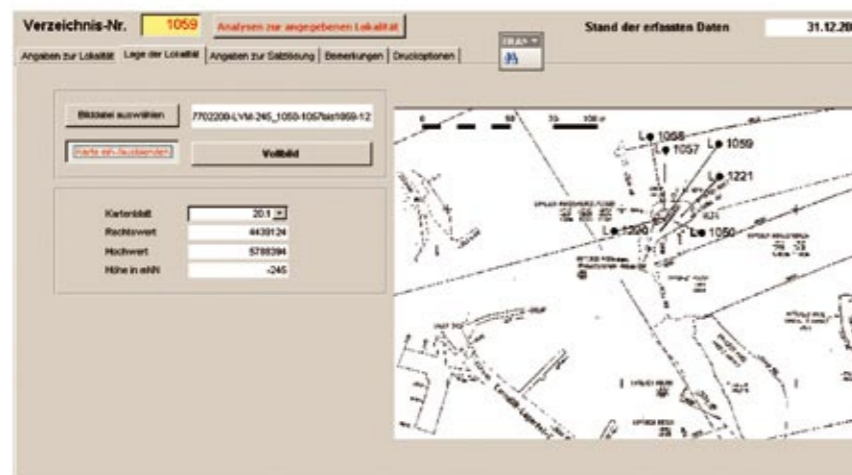


Abb. 3: Formular „Datenblatt“, Registerkarte „Lage der Lokalität“ / blank „datasheet“, index „position of the locality“

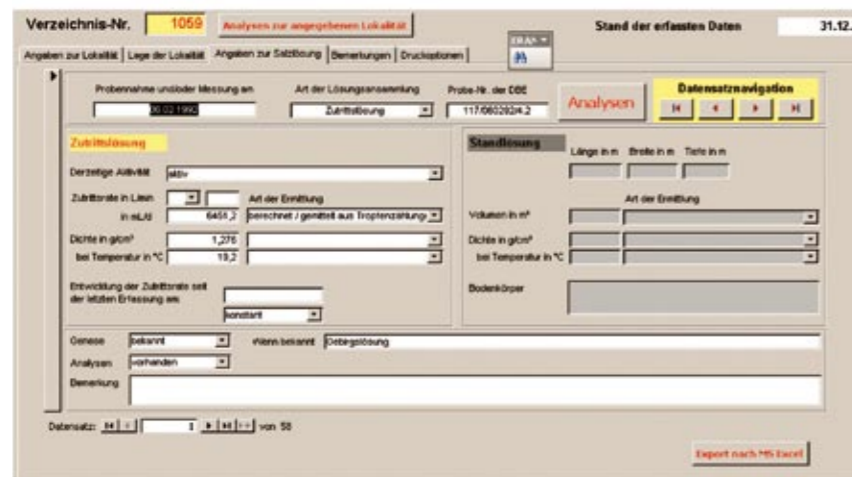


Abb. 4: Formular „Datenblatt“, Registerkarte „Angaben zur Salzlösung“ / blank „data sheet“, index „information about the brine“

mischen und zeitlichen Merkmalen der Salzlösungen.

2. Lösungsverzeichnis inkl. Datenbank für die Gruben Bartensleben und Marie

Nach dem durch die Wiedervereinigung Deutschlands bedingten Übergang der Zuständigkeit für den Betrieb des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) der ehemaligen DDR auf das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS; Salzgitter) im Jahr 1990 wurden alle Lösungsvorkommen (Tropfstellen, Standlösungen) im Grubengebäude des ERAM (Schachtanlagen Bartensleben und Marie) systematisch neu erfasst und bewertet. Nicht eindeutig als bergbaubedingt oder sonstig anthropogen bedingt identifizierbare Vorkommen wurden chemisch analysiert. Die Daten wurden in einem Lösungsverzeichnis („Lösungskataster“) dokumentiert. Das Lösungsverzeichnis umfasst neben der Dokumentation der Daten in mehreren Ordnern auch eine elektronische Datenbank. Für das ERAM liegt inzwischen die 4. Fortschreibung des Lösungsverzeichnisses vor. Hierfür wurde im Auftrag des BfS von der geo-log GmbH eine neue Datenbank auf Grundlage der Software-Anwendung Microsoft-Access 2003 erstellt (runtime-Version).

Das Lösungsverzeichnis stellt eine Dokumentation (Zusammenstellung von Messwerten) der Vorkommen von wässrigen Salzlösungen im Grubengebäude und der Ergebnisse ihrer chemischen Analysen im Labor dar. Von jedem Salzlösungsvorkommen (Lokalität) wurde ein für alle Vorkommen gleich gestaltetes Datenblatt angelegt. Erfolgte von den Salzlösungen

eine chemische Analyse, wurde zusätzlich ein Analysenblatt pro Analyse angelegt.

In der Druckversion des Lösungsverzeichnisses sind die bis zum Stand der jeweiligen Fassung des Lösungsverzeichnisses aktuellsten Messwerte und Analysen von Lösungsvorkommen dokumentiert. Die Access-Datenbank des Lösungsverzeichnisses enthält zusätzlich alle Messwerte von Lösungsvorkommen in den Grubengebäuden seit der im Auftrag des BfS vom Betriebsführer des ERAM (Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH; DBE) durchgeführten Ersterfassung der Lösungsvorkommen. Über Export-Funktionen nach MS Excel ist es möglich, anwenderspezifische Auswertungen durchzuführen.

Das Lösungsverzeichnis besteht inhaltlich aus zwei unterschiedlichen Teilen. In seinem ersten Teil (Textband) wird insbesondere das Daten- und Analysenblatt erläutert und es werden grundsätzliche Informationen über Salzlösungen gegeben.

Des Weiteren sind Informationen zu den aus betrieblicher Sicht wichtigsten Lösungszutritten im Grubengebäude angeführt und die geologischen Gegebenheiten davon werden beschrieben. Im Kapitel „Datenbank, Programmbeschreibung“, welches auch als Dokumentation aus der Datenbank heraus als pdf-Dokument geöffnet werden kann, sind Funktion, Such- und Filteroptionen erläutert. Im zweiten Teil des Lösungsverzeichnisses (Datenbände) erfolgt die Dokumentation der Messwerte der einzelnen Lösungsvorkommen. Im folgenden Kapitel wird die Datenbank des

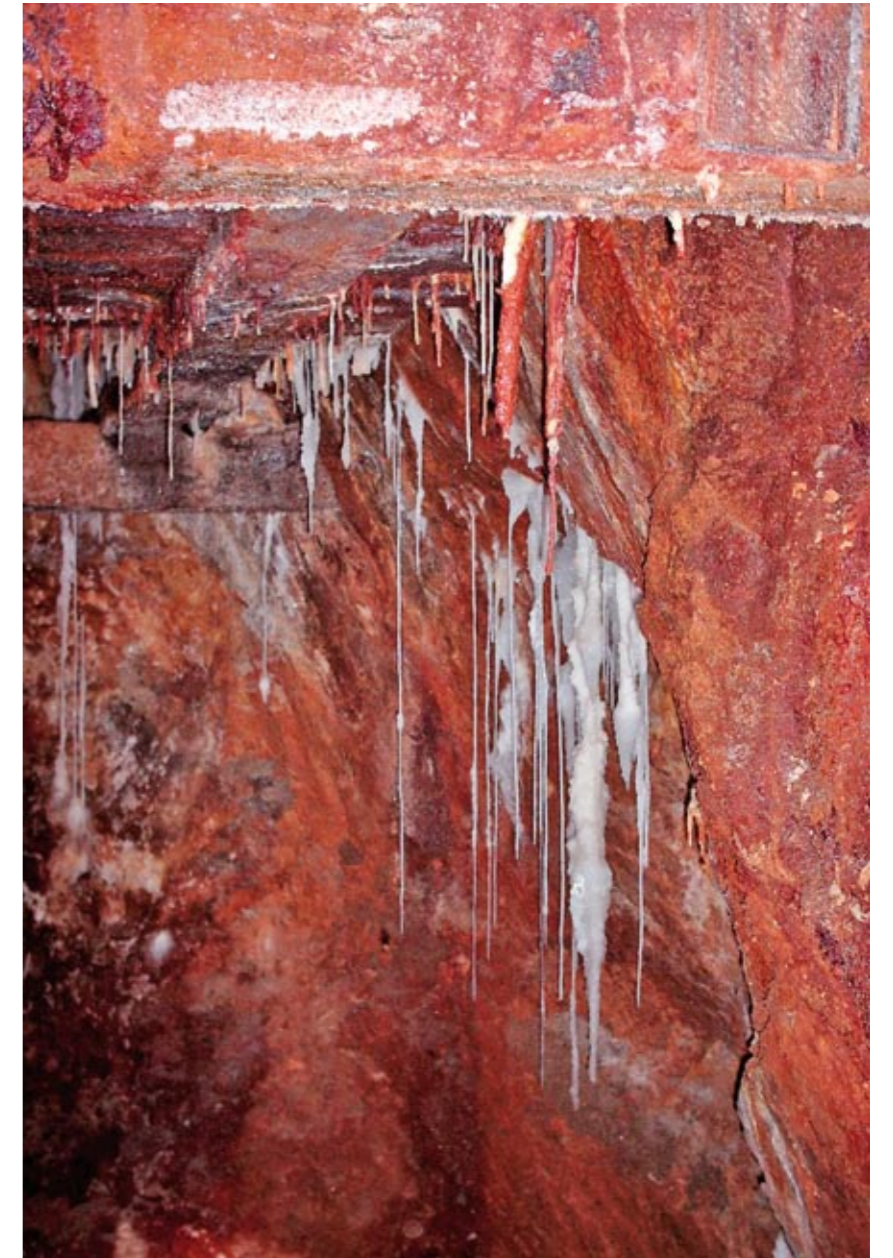


Abb. 5: Lösungsvorkommen mit Stalaktiten in der Schachanlage Marie / brine influx with stalaktites in the Marie mine (Foto: DBE)

Verzeichnisses der Vorkommen von Salzlösungen in den Gruben Bartensleben und Marie beschrieben. Die Datenbank wurde speziell für diese beiden Gruben und damit für das ERAM entwickelt. Sie lässt sich mit geringen Modifikationen jedoch auch für andere Salzbergwerke oder Bergwerke in nicht salinaren Gesteinen anwenden. So wurde z. B. vom BfS mit Stand

2000, d. h. in einer älteren Software-Anwendung, ein entsprechend modifiziertes Lösungsverzeichnis für das Erkundungsbergwerk Gottleben erstellt.

3. Datenbank

Der Inhalt der Datenbank kann formal in die Formulare „Datenblatt“ und „Analysenblatt“ untergliedert werden.

3.1 Datenblatt

Das Formular „Datenblatt“ (Abb. 2) stellt das zentrale Formular der Datenbank dar, da mit Hilfe dieses Formulars alle wesentlichen Informationen zu den einzelnen Lokalitäten abgelegt werden. Über das „Datenblatt“ können auch Daten von Probenahmen eingesehen und die Ergebnisse chemischer Analysen aufgerufen werden. Ebenso ist ein Ausschnitt aus dem Grubenriss integriert, der die Lage des Lösungsvorkommens (Lokalität) verdeutlicht. Am Kopf des Datenblatts wird die „Verzeichnis-Nr.“ angegeben. Die Nummerierung erfolgt getrennt nach den Gruben Bartensleben und Marie durch unterschiedliche erste Ziffern. Durch die nachfolgenden Zahlen werden die Lösungsvorkommen in der jeweiligen Grube durchlaufend nummeriert, jeweils in der chronologischen Reihenfolge ihrer Erfassung. Mit der rechts neben der Verzeichnis-Nummer installierten Schaltfläche „Analysen zur angegebenen Lokalität“ können alle Ergebnisse chemischer Analysen von Salzlösungen der jeweils angegebenen Probe aufgerufen werden. Der am Kopf des Datenblatts ebenfalls vermerkte „Stand der erfassten Daten“ entspricht dem Stand des Lösungsverzeichnisses, zu dem die Datenbank gehört. Die mit dem Symbol eines Fernglases charakterisierte Schaltfläche zwischen der Schaltfläche „Analysen zur angegebenen Lokalität“ und dem „Stand der erfassten Daten“ dient der speziellen Suche von Datensätzen (Kap. 3.3). Über die Schaltfläche „Dokumentation“ unten auf dem Datenblatt öffnet sich das pdf



Abb. 6: Formular „Datenblatt“, Registerkarte „Druckoptionen“ / blank „data sheet“, index „print options“



Abb. 7: Formular „Analysen“, Registerkarte „Kopfdaten“ / blank „analysis“, index „general data“

Dokument mit Erläuterungen zum Benutzen der Datenbank. Die rechts daneben installierte Schaltfläche „Spezialfilter (auf Probenebene)“ öffnet ein Formular, in welchem spezielle Filteroptionen vorgenommen werden können. In das Formular, das sich über die Schaltfläche „Filter (auf Lokalitätenebene)“ öffnet, können Filterkriterien eingegeben werden. Die Ergebnisse werden anschließend im Formular „Datenblatt“ angezeigt und können bei Bedarf mit weiteren Filterkriterien verfeinert werden. Ganz unten auf dem Datenblatt ist die Anzahl der in die Datenbank eingegebenen Lokalitäten („Datensatz“ ... von ...) ersichtlich. Über vier Schaltflächen

ist hier eine Datensatznavigation zu anderen Datensätzen möglich. Im oberen Teil des Datenblatts sind die Registerkarten „Angaben zur Lokalität“, „Lage der Lokalität“, „Angaben zur Salzlösung“, „Bemerkungen“ und „Druckoptionen“ installiert, die im Folgenden beschrieben werden. Beim Aufrufen des Datenblatts wird immer zuerst die Registerkarte „Angaben zur Lokalität“ (Abb. 2, zentraler Bereich) sichtbar. Im Formularfeld „Name der Lokalität“ wird die Bezeichnung eingetragen, die vom Bergbaubetrieb für die Strecke oder den Abbau verwendet wird, in welchem die jeweilige Lösung vorkommt bzw. vorgekom-

men ist. Die Eintragungen in die Formularfelder „Grube“, „Grubenfeld“, „Sohle“ und „Höhe in mNN“ werden über hinterlegte Angaben vorgenommen, um die Suchfunktion mittels einheitlich verwendeter Begriffe zu erleichtern. In das Formularfeld „Lager/Strecke“ werden Bezeichnungen eingetragen, die während des früheren Abbaus der Salzlagerstätte eingeführt wurden. Sie sind oft identisch mit den Angaben im Formularfeld „Name der Lokalität“. In das Formularfeld „UVS-Nr. der Strecke“ wird eine vom Betrieb des ERAM eingeführte Kennzeichnung aller Grubenbaue eingetragen, die Informationen zur räumlichen Lage und Funktion des jeweiligen Grubenbaus enthält. Im Formularfeld „Altkennung“ wird eine früher eingeführte Kennzeichnung aller Grubenbaue angegeben. Das Formularfeld „Erstmalig erfasst am“ gibt das Datum der erstmaligen Erfassung im Lösungsverzeichnis und das Formularfeld „Letztmalig erfasst am“ das Datum derjenigen Fortschreibung des Lösungsverzeichnisses an, zu welcher die Datenbank gehört. Über die Schaltfläche „Erläuterungen“, die rechts neben dem Formularfeld „Stratigraphische Horizonte in der Umgebung der Lokalität“ installiert ist, öffnet sich ein Formular, in welchem die Abkürzungen zu den im Bereich der Grubengebäude vorkommenden stratigraphischen Einheiten erklärt werden.

Die Registerkarte „Lage der Lokalität“ (Abb. 3) enthält alle Angaben, mit denen die Lage der Lokalität eindeutig bestimmt werden kann. Als Textfelder sind auf ihr die bereits

auf der Registerkarte „Angaben zur Lokalität“ enthaltenen Formularfelder „Rechtswert“, „Hochwert“ und „Höhe in mNN“ dargestellt. Dies soll die flache Darstellung visualisieren. Zusätzlich befindet sich auf dieser Registerkarte das Formularfeld „Kartenblatt“. Hierin wird die Blattbezeichnung des jeweiligen Risswerk-Kartenblatts mittels hinterlegter Angaben eingetragen. Das zentrale Element dieser Registerkarte ist der Lageplan der jeweils aufgerufenen Lokalität, der sich über eine Schaltfläche ein- bzw. ausblenden lässt. Der dargestellte Kartenausschnitt hat eine begrenzte Größe. Bei Bedarf kann er über die Schaltfläche „Vollbild“ im Vollbildmodus betrachtet werden. Der Kartenausschnitt ändert sich dabei nicht. Auf der Registerkarte „Angaben zur Salzlösung“ (Abb.4) werden die Messwerte bei den einzelnen Probenahmen und Befahrungen der Lösungsvorkommen dokumentiert. Für eine Lokalität können mehrere Probenahmen angegeben sein. Unten links auf der Registerkarte

ist die Anzahl der in der Datenbank vorhandenen Proben für die gewählte Lokalität angegeben. Oben rechts befinden sich vier Schaltflächen zur „Datensatznavigation“. Über die Schaltfläche unten rechts „Export nach MS Excel“ können die Probenahmedaten der aktuell gewählten Probe, incl. der Angaben zur Lokalität, in das Tabellenkalkulationsprogramm MS Excel exportiert werden. Die Dokumentation der Lösungsvorkommen auf der Registerkarte erfolgt getrennt nach „Zutrittslösung“ und „Standlösung“. Unter dem Synonym „Standlösung“ sind in der Datenbank alle Lokalitäten erfasst, die nicht eindeutig einem Lösungszutritt zugeordnet werden können. Zum einen sind hier die Standwasserbereiche und gefasste Lösungslöcher bzw. Bereiche mit Lösungstümpeln zu finden, zum anderen auch feuchte Stellen, die durch Kondensation von Luftfeuchtigkeit an Salzen entstehen. Die Eintragung in die meisten Formularfelder auf dieser Registerkarte erfolgt über hinterlegte Angaben. Über die

Kationen		Masseanteile			Anionen		Masseanteile		
Hauptbestandteile		in %	in g/L	in mol/1000 mol H ₂ O	Hauptbestandteile		in %	in g/L	in mol/1000 mol H ₂ O
Na	0,6204	8,44	7,47	NaCl (2 NaCl)	1,8788	21,46	7,47		
K	0,9850	12,80	6,56	HCl (2 HCl)	1,8798	24,02	6,56		
Mg	6,7911	86,00	72,76	MgCl ₂	26,6060	340,03	72,76		
Ca	0,2214	2,83	1,44	H ₂ SO ₄	0,0000	0,00	0,00		
				H ₂ SO ₄	0,0000	0,00	0,00		
				CaSO ₄	0,0000	0,00	0,00		
				CaCl ₂	0,0000	0,00	0,00		
				CaCO ₃	0,0000	0,00	0,00		
				MgCO ₃	0,0000	0,00	0,00		
				Na ₂ CO ₃	0,0000	0,00	0,00		
Summe gelöste Stoffe	30,7493	392,07		Summe gelöste Stoffe	30,7641	392,42			
Summe H ₂ O	60,2512	866,03		Summe H ₂ O	60,2158	864,58			
Summe	100,0000	1258,00		Summe	100,0000	1257,00			
				Summe Cl in Verbindungen	32,1010				

Abb. 8: Formular „Analysen“, Registerkarte „Hauptelemente“ / blank „analysis“, index „main elements“

Schaltfläche „Analysen“ werden die Daten der chemischen Analyse der Probe angezeigt. Die Berechnung der Analysenwerte erfolgt ab dem Jahr 2005 mit dem Programm SALZ-LÖSUNG V2.0 (Fangk & Herrmann 2006). Die Registerkarte „Bemerkungen“ beinhaltet zwei Datenfelder. Im Feld „Charakterisierung der Situation (Erläuterungen zu bestimmten Vorkommen)“ werden ergänzende Informationen zum Zutritt von Lösungen und Gas bzw. Kondensat, zum geologischen und bergbaulichen Umfeld des Lösungsvorkommens sowie zur genetischen Interpretation der Lösung gegeben. In das Feld „In welchen Berichten (Quellen) werden die Lösungen beschrieben und sonstige Angaben“ können Hinweise auf unveröffentlichte bzw. auf publizierte Angaben zum jeweiligen Lösungsvorkommen eingetragen werden.

Auf der Registerkarte „Druckoptionen“ (Abb. 6) befinden sich sieben Schaltflächen, mit denen folgende Ausdrücke gewählt werden können:

- „angegebene Lokalität mit angegebener Probe und Analyse (wenn vorhanden)“: Es wird die aktuelle, unter der Registerkarte „Angaben zur Salzlösung“ ausgewählte Probenahme mit Analysedaten (wenn vorhanden) ausgedruckt, also maximal zwei Seiten.
- „angegebene Lokalität“: Es wird die ausgewählte Lokalität (Verzeichnis-Nummer) mit sämtlichen zugehörigen Probenahmen ohne Analysen gedruckt.
- „angegebene Lokalität und zugehörige Analysen“: Es wird die

Ionen-% nach Jänecke (gilt nur für quaternes System)		Stoffmengenanteile in mol-%		Moläquivalente in mol-%		Äquivalentprozent	
2 K	4,316/17	Kationen Na	8,48	Kationen Na	0,0287	Kationen Na	4,80
Mg	95,89	K	7,44	K	0,0252	K	4,54
SO4	0,00	Na + K	15,92	Na + K	0,0539	Na + K	8,85
Summe	100,00	Mg	82,45	Mg	0,5599	Mg	69,56
2 Na	4,917965	Ca	1,83	Ca	0,0111	Ca	1,77
H2O	1316,17	Summe	100,00	Summe	0,6229	Summe	100,00
Klassifikation der Lösung		Anionen Cl	99,96	Anionen Cl	0,8224	Anionen Cl	99,92
Hauptgruppe	Untergruppe	SO4	0,04	SO4	0,0005	SO4	0,08
S	D	CO3	0,00	CO3	0,0000	CO3	0,00
		Summe	100,00	Summe	0,8229	Summe	100,00
		Abweichung		Abweichung	0,0010		
		mit rel. Abw. in %		mit rel. Abw. in %	0,0797		

Abb. 9: Formular „Analysen“, Registerkarte „Stoffmengenanteile“ / blank „analysis“, index „compounds“

ausgewählte Lokalität (Verzeichnis-Nummer) mit sämtlichen Probenahmen und zugehörigen Analysedaten gedruckt.

→ „Lokalitäten abhängig vom Probenahmedatum“: Mit dieser Funktion können sämtliche Lokalitäten mit Probenahmen für einen bestimmten Zeitraum ausgedruckt werden.

→ „Lokalitäten abhängig vom Probenahmedatum und zugehörige Analysen“: Es gilt das im vorherigen Punkt Beschriebene. Zusätzlich werden die zugehörigen Analysedaten mitgedruckt.

→ „gefilterte Daten ohne Analysen“: Es werden alle gefilterte Datensätze ohne Analysedaten gedruckt. Falls kein Filter eingestellt ist, bewirkt ein Klick auf diese Schaltfläche den Ausdruck der Datenblätter von allen Lokalitäten, jedoch ohne zugehörige Analysenblätter.

→ „gefilterte Daten mit Analysen“: Es werden alle gefilterten Datensätze mit Analysedaten gedruckt. Falls kein Filter eingestellt ist, bewirkt ein Klick auf diese Schaltfläche den Ausdruck der Datenblätter von

allen Lokalitäten sowie zugehöriger Analysenblätter.

Nebenbestandteile		
	in µg/g (ppm)	in g/L
Li	13,00	0,0166
Rb		
Br	2770,00	3,5401
Mn		
Sr		
Fe		
Cu		
Pb		
B		
Zn		

Abb. 10: Formular „Analysen“, Registerkarte „Nebenbestandteile“ / blank „analysis“, index „trace elements“

3.2 Analysenblatt

Durch einen Klick auf die Schaltfläche „Analysen“ auf der Registerkarte „Angaben zur Salzlösung“ des Datenblatts (Abb. 4) wird beim Vorhandensein von Analysedaten

das entsprechende Formular geöffnet. Beim Aufrufen des Formulars „Analysen“ wird immer zuerst die Registerkarte „Kopfdaten“ sichtbar (Abb. 7). Die Registerkarte „Kopfdaten“ enthält die Stammdaten zu den chemischen Analysen. Das Formularfeld „Schlüsselnummer“ ermöglicht eine eindeutige Bezeichnung aller Analysen. Die Schlüsselnummer setzt sich zusammen aus der Verzeichnis-Nummer und einer dreistelligen laufenden Nummer pro Analyse.

Auf der Registerkarte „Hauptelemente“ (Abb. 8) sind die Massenanteile der „Hauptbestandteile Kationen und Anionen“ sowie der „Hauptbestandteile Verbindungen (fiktive Komponenten)“ aufgeführt. Auf der Registerkarte „Stoffmengenanteile“ (Abb. 9) sind die Analysenparameter „Ionen-% nach Jänecke“, „Klassifikation der Lösung“ (nach Herrmann et al. 1978), „Stoffmengenanteile (in mol-%)“, „Moläquivalente (in mol-%)“ und „Äquivalentprozent“ aufgelistet.

Die Registerkarte „Nebenbestandteile“ (Abb. 10) erfasst die Analysedaten verschiedener Nebenbestandteile.

3.3 Suchen und Filtern von Daten

Abhängig davon, ob ein bestimmter Eintrag in der Datenbank gefunden oder eine Selektion der Datensätze vorgenommen werden soll, ist „Suchen“ oder „Filtern“ (Kap. 3.1) anzuwenden.

Beim „Suchen“ wird die dem Formular zu Grunde liegende Tabelle oder Abfrage so lange durchsucht, bis das Suchkriterium zutrifft.

Beim „Filtern“ findet immer eine Selektion statt. Aus der Gesamtheit der Daten werden die Datensätze angezeigt, für die das Filterkriterium zutrifft. Alle anderen Datensätze bleiben ausgeblendet.

Durch einen Klick auf die Schaltfläche „Suchen“ öffnet sich eine Dialogbox (Abb. 11). In das Formularfeld „Suchen nach“ wird der Text eingegeben, nach dem gesucht werden soll. In dem Formularfeld „Suchen in“ ist anzugeben, ob im aktuell gewählten Feld oder in allen Feldern innerhalb des Formulars „Datenblatt“ bzw. in der Registerkarte „Angaben zur Salzlösung“ gesucht werden soll. Mittels des Formularfeldes „Vergleichen“ wird festgelegt, womit der Suchtext verglichen werden soll. Standardmäßig muss der komplette Suchtext übereinstimmen („Ganzes Feld“). Weitere Möglichkeiten sind „Teil des Feldinhaltes“ oder „Anfang des Feldinhaltes“. Mit Hilfe des Suchrichtung festgelegt werden. Standardmäßig werden alle Datensätze durchsucht. Das aktuelle Feld lässt sich direkt durch Mausklick auswählen. Durchsucht werden alle in der Datenbank vorhandenen Datensätze im Hauptformular.

4. Dank

Für die langjährige vertrauensvolle Zusammenarbeit beim Erstellen der Lösungsverzeichnisse für das ERAM und das Erkundungsbergwerk Gorleben sowie für die Ermunterung zu dieser Publikation danken wir Herrn Prof. Dr. A. G. Herrmann (Göttingen). Er hatte bereits zu Beginn der Erkundung des Salzstocks Gorleben auf dessen Eignung als Endlager für alle Arten radioaktiver Abfälle auf die Bedeutung einer entsprechenden Datenbank für die Sicherheitsbewertung des dort geplanten Endlagerbergwerks hingewiesen.

5. Literatur

- HERRMANN, A. G., SIEBRASSE, G. & KÖNNECKE, K. (1978): Computerprogramme zur Berechnung von Mineral- und Gesteinsumbildungen bei der Einwirkung von Lösungen auf Kali- und Steinsalzlagerstätten (Lösungsmetamorphose). Kali u. Steinsalz 7, Essen, 288–299.
- FANGK, I. & HERRMANN, A. G. (2006): Excel-Programme zur Berechnung der Analysendaten von Salzlösungen und zur Quantifizierung von Mineralreaktionen mariner Evaporite. Kali und Steinsalz 2, 20–28.

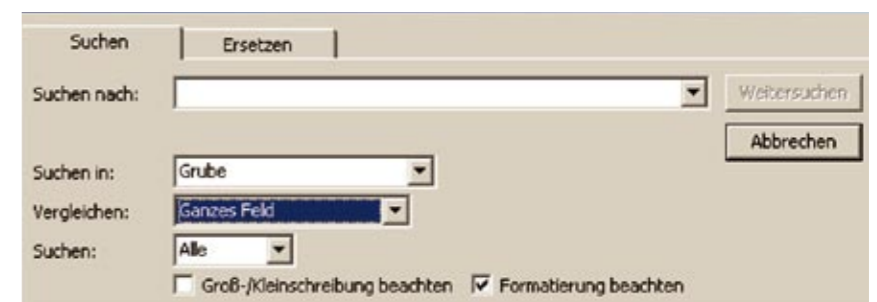


Abb. 11: Dialogbox „Suchen und Ersetzen“ / „search and replace“

esco – european salt company

Firmennachrichten

Mit einem Aufwand von rund drei Millionen Euro wird die Saline des Salzwerkes Borth modernisiert. Ziel ist, die Siedesalzproduktion langfristig zu sichern und auszubauen, um die Wettbewerbsfähigkeit des Standortes weiter zu stärken.

In der Sommerbetriebspause wurden Großbehälter für die Sole-Aufbereitung ausgetauscht, zwei Bandbrücken ersetzt sowie das Salinengebäude saniert. Diese Aktivitäten sind Bestandteil eines langfristig angelegten Investitionsprogramms, mit dem esco den Produktionsstandort Borth stärken will. Innerhalb der letzten sieben Jahre wurden bereits ca. 35 Millionen Euro für neue Anlagen und Maschinen ausgegeben. Schwerpunkte waren dabei u.a. die Anschaffung neuer leistungsfähigerer Geräte für den Grubenbetrieb, der Ersatz der alten Fördereinrichtung am Schacht 2 sowie die Modernisierung der Rohsalzmühle. Einen weiteren Beitrag zu noch mehr Wettbewerbsfähigkeit leistet die Produktion von hochreinen Salzen für die Pharmaindustrie. Mit den jetzt anstehenden Arbeiten wird die Siedesalzproduktion nicht nur modernisiert, sondern auch die Kapazität der Anlagen erhöht. Weitere Investitionen wie 2 neue Zentrifugen und weitere Optimierungen des Salinenprozesses sind

für das kommende Jahr vorgesehen. Danach werden jährlich ca. 260.000 Tonnen Siedesalz hergestellt werden können.

Personalien

Dr. Andreas Leckzik, Werksleiter der Standorte Bernburg und Braunschweig-Lüneburg, ist am 1. September 2008 nach 32 Dienstjahren in die passive Phase der Altersteilzeit eingetreten. Seine Nachfolge hat **Dr. Markus Cieslik**, bisher Leiter Produktion und Technik über Tage des Werkes Sigmundshall, übernommen.

Die Nachfolge als Leiter Produktion und Technik des Werkes Sigmundshall hat **Dr. Frank Schrupf** übernommen – bisher Referent in der Einheit Produktion Allgemein der K+S KALI GmbH (Kassel).

K+S Gruppe

Am 18. März 2008 hat der Runde Tisch „Gewässerschutz Werra/Weser und Kaliproduktion“ seine Arbeit aufgenommen. Die hessische und die thüringische Landesregierung haben damit gemeinsam mit K+S eine neue Plattform zur Erarbeitung langfristiger Lösungsvorschläge geschaffen. Der Auftrag an den Runden Tisch ist sehr anspruchsvoll. Er umfasst nicht weniger als die weitere Verbesserung des ökologischen Zustands von Werra und Weser, einen Beitrag zur Sicherung der Arbeitsplätze in der

Kaliindustrie sowie die Stärkung der wirtschaftlichen Strukturen in den betroffenen Regionen.

Der K+S-Vorstandsvorsitzende Norbert Steiner wies anlässlich der konstituierenden Sitzung des Gremiums in Kassel darauf hin, dass es Vorschläge zur Lösung der anstehenden Umweltfragen geben müsse, die gleichzeitig die Sicherung gesunder wirtschaftlicher Strukturen im Auge behalten. Nur dann könne am Ende ein langfristig tragfähiges und im Wortsinn nachhaltiges Konzept stehen. Am 15. April trat der Runde Tisch, der sich etwa alle sechs Wochen trifft, zum zweiten Mal zusammen. Bei dieser Sitzung ging es vor allem darum, alle 22 Teilnehmer auf den aktuellen Sachstand zu bringen. Für K+S erläuterte Prof. Dr. Ingo Stahl, Leiter Forschung und Entwicklung, den Kaliförder- und -produktionsprozess bis hin zur Rückstandsentsorgung. Anschließend berichteten die Vertreter des hessischen und des thüringischen Umweltministeriums über die Situation in ihren Bundesländern und die zurzeit bestehenden wasser- sowie bergrechtlichen Anforderungen und Genehmigungen.

K+S KALI GmbH

Das Kaliwerk Neuhof-Ellers hat Mitte April die Versenkung von Salzwasser in den Plattendolomit auf behördliche Anordnung

einstellen müssen. Um die ordnungsgemäße Entsorgung der dort anfallenden Haldenwässer gewährleisten zu können, erfolgt seitdem im Einklang mit den geltenden Genehmigungen der Transport der Salzwässer per Bahn und LKW zum Standort Hattorf des Werkes Werra. Trotz der zusätzlichen Transporte werden die Streckenanlieger deutlich entlastet. Das Kaliwerk muss täglich im Durchschnitt 2.500 m³ Salzwasser entsorgen, das überwiegend an der Halde durch Niederschläge entsteht. Bis Mitte April ist dieses Salzwasser noch zu rund einem Drittel in den dortigen Plattendolomit versenkt worden, die übrige Menge muss bereits seit Anfang Juni 2007 nach Philippsthal transportiert werden. Dort wird es unter Einhaltung der geltenden Genehmigungen und Grenzwerte in die Werra geleitet.

Der vom Gemeinsamen Ausschuss für Sicherheit, Gesundheit, Umwelt der K+S Gruppe gestiftete Wanderpreis „Heilige Barbara“ wurde für das Jahr 2007 zum dritten Mal dem Werk Neuhof-Ellers verliehen. Die Symbolfigur des K+S-Sicherheitswettbewerbes hatte bereits in den Jahren 1985 und 1993 auf dem Kalistandort südlich von Fulda Station gemacht. Die Mitarbeiter des Werkes Neuhof-Ellers haben das Kriterium für den ersten Platz beim Arbeitssicherheitswettbewerb der K+S Gruppe erfüllt: die prozentual größte Verbesserung im Verhältnis „Betriebsunfälle zu

geleisteten Arbeitsstunden“ gegenüber dem Vorjahr.

Vor dem Hintergrund der Optimierung von Rohsalzgewinnung und -verarbeitung im Werk Neuhof-Ellers wurde auch ein neuer Bunker unter Tage zur Aufnahme und dosierten Abgabe von Rohsalz notwendig. Der unter der Bezeichnung Carnallitbunker errichtete Speicher fasst rund 1.500 Tonnen Rohsalz, ist 45 Meter hoch und im unteren schräg zulaufenden Viertel mit verschleißbeständigem Hartstahl ausgekleidet. Das über den Bunkerkopf eingespeicherte Rohsalz rutscht an den verkleideten Flanken zum Bunkeraustrag und wird von dort aus per Kettenförderer weitertransportiert. Mit dem neuen Bunker und den nachgeschalteten Nahinfrarot-Messgeräten an den zum Schacht führenden Bandanlagen wird nun eine gleichmäßige Zufuhr carnallitischen Rohsalzes gewährleistet – eine wichtige Voraussetzung für eine optimale Verarbeitung in den übertägigen Produktionsanlagen.

K+S Entsorgung GmbH

Euro Chlor, der Verband der europäischen Chlor-Industrie, dem die K+S Gruppe als assoziiertes Mitglied angehört, hat im April dieses Jahres eine international ausgerichtete Konferenz („7th International Chlorine Technology Conference & Exhibition“) in Lyon veranstaltet.

Das Engagement von K+S in der Chlor-Industrie kann sich in Zukunft auszahlen, da in den kommenden Jahren europaweit mit der Umrüstung zahlreicher Anlagen der Chlorproduktion zu rechnen ist.

Entsprechend der Selbstverpflichtung der europäischen Chlor-Industrie wird bis zum Jahr 2020 die Chlorproduktion auf quecksilberfreie Verfahren umgestellt. Zudem tritt ab 2011 ein Exportverbot der EU für Quecksilber in Kraft. Das hochgiftige Schwermetall wird derzeit noch in vielen Anlagen im Verfahren der Chloralkali-Elektrolyse verwendet und hat zur Verunreinigung von Gebäuden und Böden geführt. Bei den jetzt anstehenden Abriss- oder Umbaumaßnahmen fallen unter anderem große Mengen mit Quecksilber belasteter Böden an, für die nachhaltige Entsorgungslösungen notwendig sind. K+S bietet mit den beiden Untertage-Deponien Herfa-Neurode und Zielitz einen hierfür besonders sicheren Entsorgungsweg an.

Saline Luisenhall

Die Saline Luisenhall nimmt am „Tag des offenen Denkmals“ am 14. September 2008, gemeinsam mit über einem Dutzend anderen denkmalgeschützten Gebäuden und Anlagen, in Göttingen teil.

Bundesweit findet der Tag des offenen Denkmals statt und ist

der deutsche Beitrag für die „European Heritage Days“, die jährlich im September stattfinden. Zwischen Nordsee und Alpen werden mehr als 5.500 Denkmale geöffnet und über drei Millionen Besucher erwartet.

Die Saline Luisenhall gilt als lebendiges Denkmal, denn ihre Produktion erhält die gesamte Anlage überhaupt am Leben. Würde hier keine Natursole mehr gefördert und beim Sieden in den großen Pfannen kein Salz mehr gewonnen, was inzwischen einzigartig in Europa ist, wäre alles dem Verfall preisgegeben. Die Saline ist für alle Interessierten am 14. September von 10–16 Uhr geöffnet.

Südwestdeutsche Salzwerke AG

Untertägige Verbindungsstrecke „Heilbronn – Kochendorf“ erreicht erstes Etappenziel

Ende November letzten Jahres wurde im Heilbronner Bergwerk mit der Auffahrung einer neuen Verbindungsstrecke zum Bergwerk Kochendorf begonnen. Im Juli dieses Jahres wurde mit der Beendigung der Auffahrung der Dreifachstrecke mit dem „Continuous Miner“ ein erstes Zwischenergebnis erzielt. Der bisher aufgefahrene Abschnitt hat eine Länge

von rund 1.400 m und umfasst circa ein Drittel der Gesamtlänge bis zum Durchschlag zur Grube Kochendorf. Allerdings liegt der geologische und somit auch in der Auffahrung schwierigste Teil noch in den verbleibenden Teilstücken.

Die Auffahrung liegt bisher im Zeitplan und wird ohne Unterbrechung mit dem zweiten Abschnitt fortgesetzt. Auch hier kommt zunächst der „Continuous Miner“ zum Einsatz, bis der geologisch schwierige Teil erreicht wird. Ab dann wird auf Teilschnittmaschinenbetrieb, teilweise in Verbindung mit Firstsicherungsarbeiten, umgestellt. Der Durchschlag ist für das Jahr 2009 vorgesehen.

Die Verbindungsstrecke dient zukünftigen Entsorgungsaktivitäten.

Südsalz GmbH

SalzZeitReise Erlebnisbergwerk Berchtesgaden Innovatives Konzept für ein knapp 500 Jahre altes Salzbergwerk

Nach kurzer intensiver Bauphase wurde die neue phantastische SalzZeitReise rechtzeitig zu Beginn der Sommersaison im Mai 2007 mit einem wunderbaren Fest eröffnet. Trotz des Umbaus im Frühjahr 2007 konnte am Ende des Jahres ein Besucherzuwachs von rund 8 % ver-

zeichnet werden. Die Umfragen bei Gästen, Hoteliers und touristischen Leistungsträgern bestätigen das neue Konzept der SalzZeitReise im Salzbergwerk Berchtesgaden; die BesucherInnen erfahren ein völlig neues modernes Unter-Tage-Erlebnis, verknüpft mit der ehrwürdigen Tradition des Bergbaues. Die Überquerung des neu inszenierten Spiegelsees zeigt besondere Wirkung auf die Gäste und gilt als das Highlight der Reise durch Salz und Zeit.

Wacker Chemie AG

Salzbergwerk Stetten

Am 17. September 2008 lädt die Wacker Chemie AG zur Durchschlagfeier des dritten Zuganges zum Salzbergwerk Stetten ein. Stollenpatin und damit Stellvertreterin der heiligen Barbara während der Vortriebsarbeiten war Frau Clara Wacker, die Gattin des Vorsitzenden des Aufsichtsrates der Wacker Chemie AG. Nach ihr wurde der neue Zugang Clara-Stollen getauft. Traditionell werden im Berg- und Tunnelbau die symbolische erste Sprengung (der Anschlag), das Erreichen der Stollenmitte (das Bergfest) und die Fertigstellung (der Durchschlag) eines Stollens gefeiert.

Impressum

Kali und Steinsalz
herausgegeben vom VKS e.V.

VKS e. V.:
Reinhardtstraße 18A
10117 Berlin
Tel. +49 (0) 30.8 47 10 69.0
Fax +49 (0) 30.8 47 10 69.21
E-Mail: info.berlin@vks-kalisalz.de
www.vks-kalisalz.de

Erscheinungsweise:
dreimal jährlich in loser Folge
ISSN 1614-1210

Redaktionsleitung:
Dieter Krüger, VKS e.V.
Tel. (030) 8 47 10 69 13

Redaktionsausschuss:
Dr. Wolfgang Beer, K+S Aktiengesellschaft
Hartmut Behnsen, VKS e.V.
Uwe Handke, K+S Aktiengesellschaft
Gerhard Horn, K+S KALI GmbH
Frank Hunstock, K+S Aktiengesellschaft
Manfred Koopmann, esco GmbH & Co. KG
Dr. Volker Lukas, K+S Entsorgung GmbH
Prof. Dr. Ingo Stahl, K+S Aktiengesellschaft

Herstellung und Layout:
diepiloten
Dirk Linnerz
Rungestraße 22–24
10179 Berlin
Tel. (0 30) 81 79 74 80
Fax (0 30) 81 79 74 81
E-Mail: dirk.linnerz@diepiloten.de
www.diepiloten.de

Druck:
Druckerei Lippert

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne schriftliche Genehmigung des VKS e.V. unzulässig. Dies gilt auch für herkömmliche Vervielfältigungen (darunter Fotokopien, Nachdruck), Übersetzungen, Aufnahme in Mikrofilmarchive, elektronische Datenbanken und Mailboxes sowie für Vervielfältigungen auf CD-ROM oder anderen digitalen Datenträgern. Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens zulässig hergestellte oder benutzte Kopie dient gewerblichen Zwecken gem. § 54 (2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG Wort, Abteilung Wissenschaft, Goethestr. 49, D-80336 München.

