

Kali und Steinsalz



Götzfried

Policies and Strategies for increased Safety and Traffic Flow on European Road Networks in Winter

Mester

Entwicklungen auf dem Weltkalimarkt

Wilsnack, Sitz, Heinemann, Rumphorst, Hunstock

Flüssigkeitsdichte Verwahrung von Schächten

Becker

Geology of the salt deposit at the brine field Urcuit near Bayonne, France

Werdemann, Müller-Goldkuhle

Gut Ding will Weile haben: Verweilzeitmessung im Rahmen von Strömungssimulation

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

Steinhage: Raw Material Supply Initiative

The European Commission has launched on 4 November 2008 a raw material supply initiative which sets out targeted measures to secure and improve the access to raw materials for the EU industry. For the potash and salt industry it is important to improve the regulatory framework in order to promote sustainable supply of raw materials from domestic sources.

Götzfried: Policies and Strategies for increased Safety and Traffic Flow on European Road Networks in Winter

In geographical Europe, there are currently three strategic trunk road networks: International 'E' Roads, Trans-European Transport Roads and Pan-European Transport Roads. These route networks partially overlap, and are not entirely homogenised in their infrastructure.

In order to maintain mobility and traffic safety throughout this route network in winter weather, a form of highway construction is necessary to coordinate with the winter highway maintenance services, a suitable situation-specific winter equipping of the motor vehicles of road users as well as efficient winter road services. It is also necessary to be able to resort to traffic-influencing- and traffic-restricting measures in support of winter highway services on trunk routes with incidents of heavy traffic, such as on motorways.

A real challenge for the provision of winter services on highways, is the avoidance of negative environmental effects. The necessary road surface application of de-icing agents is however undertaken with a sufficient awareness of the ecological responsibility involved and the employment of the most modern appropriate techniques.

Because of the allocation of maintenance to EU and EEC Member States, there is no European policy for winter road maintenance. Member States and local authorities may operate their own maintenance equipment, hire contract services, and establish their own Level of Service goals. In future winter maintenance for European Road Networks should observe in all Member States common policies and operation principles. Particularly the Level of Service on heavily used European Road Networks should be consistent. Appropriate European Community guidelines should be issued.

Knudsen: Another chapter in the book of environmental laws (Umweltgesetzbuch)

The German government continues its effort to succeed in the codification "Umweltgesetzbuch". The national ministry for environment has just presented a revised draft. The project is of major importance for the government having promised to end some 25 years of discussion. For the mineral industry there are positive and negative aspects

in the upcoming regulation. Even though it does not seem to be sure that the work can be terminated in this election period.

Mester: Developments in the Potash World Market

Most markets are subject to the fluctuations based around supply and demand. Prices are therefore influenced most by the ratio of these two elements. The demand for agricultural products and specifically fertilisers is determined by mega-trends such as the growing world population, a rising standard of living throughout emerging countries and the development of the bio-energy sector worldwide. Therefore a steady increase in demand is inevitable in the long-term. The improvement potential on yields and quality from efficient fertilisation play a central role in agricultural production. Price swings based around the global rate of supply concerning agricultural commodities are to be expected.

Wilsnack, Sitz, Heinemann, Rumphorst, Hunstock: Liquid tight shaft sealings

For safe abandonment of salt mines with large excavations in carnallite without stowing and/or underground waste storage the German legislation allows the dry abandonment of the mines. However, the basic requirements are a dry mine and the long-term liquid-tight sealing of the shafts.

Based on comprehensive practical research on long-term resistant

sealing and backfill materials a research project on development of a liquid-tight shaft sealing system was performed (leadership: K+S Aktiengesellschaft). The resulting sealing concept was realized in the three shafts of the potash mine Salzdettfurth. The same concept is planned to apply for sealing of six shafts in the Werra potash district.

We present here an overview of the basic abandonment concept, the development and the test of the several parts of the backfill column as well as experiences during the technical realization in shafts SA I und SA II of the potash mine Salzdettfurth.

Becker: Geologie der Steinsalzlagerstätte im Solfeld Urcuit bei Bayonne, Frankreich

In Urcuit bei Bayonne, SW-Frankreich, wird Steinsalz durch Solung von den Salines Cérébos et de Bayonne, einem Unternehmen der esco – european salt company GmbH & Co. KG, Hannover – gewonnen. Die triassische Steinsalzlagerstätte ist Teil einer tektonischen Klippe in der Sedimentabfolge der Struktureinheit „Nördliche Pyrenäen-Zone“. Im Solfeld Urcuit und dessen näherer Umgebung treten überwiegend Sedimentgesteine aus der Trias, Kreide und dem Tertiär auf. Die lithologische Zusammensetzung der Sedimente im Liegenden und Hangenden der Salzlagerstätte wird hier kurz vorgestellt. Innerhalb der Salzabfolge werden an Bohr-

kernen verschiedene makroskopische Texturtypen beschrieben. Die chemische Zusammensetzung des Steinsalzes wurde für Na, K, Ca, Mg, Cl, Br und SO₄ bestimmt. Die Brom-Konzentration ist mit 160 bis 390 ppm ungewöhnlich hoch. Aufgrund der Durchbewegung und intensiven tektonischen Deformation des Steinsalzkörpers ist für Brom kein deutliches vertikales Verteilungsmuster ausgebildet. Eine Korrelation einzelner lithologischer Horizonte oder von Gammastrahlungsspitzen erweist sich aus demselben Grund auch in eng benachbarten Bohrungen als schwierig. Die dreidimensionale Visualisierung der Salzlagerstätte zeigt, dass über kurze Distanzen deutliche Mächtigkeitsvariationen auftreten.

Werdemann, Müller-Goldkuhle: Haste makes waste – residence time measurement within the simulation of fluid flows

Modern means for fluid flow simulation provide description of flow-mechanical processes from practice and virtual tests based on it. Results from it deepen the understanding of the regarded operation and contribute effectively to the improvement process. However, necessary simplifications and assumptions to the virtual test may lead to doubts about the reliability of calculations. An approved way to do convincing here is to run an experiment – if a method for practical trials is available. For tests to confirm the calcu-

lated residence times of particles in a flotation machine a method had first to be developed at the K+S-Forschungsinstitut. With success, as the following article describes.

Der Winterdienst hat einen sehr starken positiven Einfluss auf die Unfallzahlen und den Verkehrsfluss, und damit auf die Volkswirtschaft, insbesondere die Salzstreuung hat einen sehr positiven Effekt. (Foto: panthermedia/VKS Berlin)

Steinhage EU-Rohstoffinitiative	Seite 6
Götzfried Policies and Strategies for increased Safety and Traffic Flow on European Road Networks in Winter	Seite 8
Knudsen Umweltgesetzbuch: Das nächste Kapitel	Seite 16
Mester Entwicklungen auf dem Weltkalimarkt	Seite 18
Wilsnack, Sitz, Heinemann, Rumphorst, Hunstock Flüssigkeitsdichte Verwahrung von Schächten	Seite 24
Becker Geology of the salt deposit at the brine field Urcuit near Bayonne, France	Seite 36
Werdemann, Müller-Goldkuhle Gut Ding will Weile haben: Verweilzeitmessung im Rahmen von Strömungssimulation	Seite 46
Nachrichten aus den Unternehmen	Seite 52
Impressum	Seite 35



Sehr geehrte Damen und Herren,

Deutschland braucht Rohstoffe – Deutschland hat Rohstoffe!

Auch wenn die globale Finanzmarktkrise zu einem Einbruch der Preise vieler Rohstoffe geführt hat, ist mit einer nachhaltigen Entspannung der Versorgungssituation nicht zu rechnen. Anstrengungen für mehr Sicherheit bei der Rohstoffversorgung müssen unbedingt fortgesetzt werden. Denn die Rohstoffversorgung ist, ebenso wie die Energieversorgung, für die Unternehmen grundlegende Voraussetzung für industrielle Wertschöpfung und damit für Wachstum und Beschäftigung in Deutschland und Europa. Ganz

wesentlich ist dabei auch die Gewinnung und Nutzung von heimischen Rohstoffen, die in Deutschland und Europa vorhanden sind.

EU-Vizepräsident Günter Verheugen hat im November 2008 die Rohstoffstrategie der Europäischen Kommission vorgestellt. Die Felder der Außen-, Handels-, Entwicklungs- und Umweltpolitik zur Sicherung der Versorgung Europas mit nichtenergetischen Rohstoffen sollen in kohärenter Weise verbunden werden. Über diese Initiative berichtet Manfred Steinlage in seinem Beitrag (siehe auch Heft 1, 2008). Ebenfalls im November hat der BDI ein 10-Punkte-Papier zur Rohstoffpolitik veröffentlicht, das an die Bundesregierung und die Europäische Kommission gerichtet ist. U. a. werden die Verbesserung der gesetzlichen Rahmenbedingungen zur Gewinnung von Rohstoffen aus dem Inland sowie ein konsequentes Vorgehen gegen Handels- und Wettbewerbsverzerrungen gefordert. Unabdingbar ist die Gewährleistung des Zugangs zu vorhandenen Bodenschätzen, welche standortgebunden und nicht vermehrbar sind. Überplanungen in Folge von Landesplanung und Raumordnung mit Siedlungs-, Gewerbe- und Verkehrsflächenausweisungen und darüber hinaus zahlreichen Schutzgebietsausweisungen im Rahmen des Grundwasser-, des Natur- und des Landschaftsschutzes beeinträchtigen gebietsweise massiv die Gewinnung von Bodenschätzen in Deutschland. Durch die Bundesregierung im Zusammenwirken mit den Bundesländern sollte eine gleichrangige Abwägung zwischen der Rohstoffgewinnung und anderen Belangen sichergestellt werden. Zeitlich gestaffelte Landschaftsnutzungen – z. B. Forstwirtschaft, Rohstoffgewinnung und Naturschutzgebiete – können und müssen ermöglicht werden. Naturschutz und Rohstoffgewinnung schließen einander nicht aus.

Rohstoffpolitik ist ein Eckpfeiler der Wirtschaftspolitik – der Fortbestand der heutigen Rohstoffgewinnung in Deutschland muss gesichert werden. Die Bedeutung des deutschen Kalibergbaus am Weltmarkt geht eindrucksvoll aus dem Beitrag von Friedhelm Mester hervor. Der wichtige Nutzen von Salz wird im Artikel von Dr. Franz Götzfried zur Politik und Strategie zur Erhöhung der Verkehrssicherheit im Winter beschrieben.

Die Sicherung der Kali- und Salzgewinnung in Deutschland wird in den kommenden Jahren eine der wesentlichen Herausforderungen für Politik, Wirtschaft und Verbände darstellen. Der VKS wird gemeinsam mit den Verbänden der deutschen Rohstoffbranche diesen Prozess nach besten Kräften vorantreiben.

Ihnen, sehr geehrte Leserinnen und Leser, wünschen wir ein besinnliches und frohes Weihnachtsfest sowie ein gutes und gesundes neues Jahr.

Mit herzlichem Glückauf

Hartmut Behnsen

EU-Rohstoffinitiative



Manfred Steinhage,
Leiter des VKS-Büros in Brüssel

Die Europäische Kommission hat am 4. November 2008 die Mitteilung zur EU-Rohstoffinitiative mit dem Titel: „Die Rohstoffinitiative – Sicherung der Versorgung Europas mit den für Wachstum und Beschäftigung notwendigen Gütern“ veröffentlicht (KOM[2008]699 endgültig). Mit dieser Mitteilung kommt die zuständige Generaldirektion Unternehmen und Industrie der Forderung des EU-Ministerrates für Wettbewerbsfähigkeit vom Mai 2007 nach, „bezüglich der Rohstoffversorgung der Industrie unter Einbeziehung aller relevanten Politikbereiche (Außen-, Handels-, Umwelt-, Entwicklungs-, Forschungs- und Innovationspolitik) einen kohärenten Politikansatz zu entwickeln und geeignete Maßnahmen für einen kostengünstigen, sicheren und umweltschonenden Zugang zu und eine ebensolche Nutzung von natürlichen Ressourcen, Sekundärrohstoffen und verwertbaren Abfällen aufzuzeigen, insbesondere im Hinblick auf Drittländer“. Die Europäische Kommission betont in der Einführung zur Mitteilung, dass

• moderne Gesellschaften ohne sichere Rohstoffversorgung nicht dauerhaft funktionieren können und

• ein verlässlicher, von Marktverzerrungen unbeeinträchtigter Zugang zu Rohstoffen eine zunehmend wichtige Voraussetzung für die Wettbewerbsfähigkeit der EU und damit für den Erfolg der Lisaboner Partnerschaft für Wachstum und Beschäftigung ist.

Nach einer kurzen Analyse von Angebot und Nachfrage auf dem Markt der nichtenergetischen Rohstoffe in der EU, die sich im Wesentlichen auf die metallischen Rohstoffe konzentriert, werden **die drei Pfeiler der integrierten Rohstoffstrategie der EU** beschrieben:

- Sicherung des Zugangs zu Rohstoffen auf den internationalen Märkten ohne Wettbewerbsverzerrungen
- Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen innerhalb der EU zur Sicherung einer nachhaltigen Versorgung mit Rohstoffen aus europäischen Quellen
- Förderung der Ressourceneffizienz und des Recyclings zur Reduzierung des Verbrauchs von Rohstoffen in der EU und Verringerung der Importabhängigkeit.

Für die Kali- und Salzindustrie ist insbesondere der zweite Pfeiler

„Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen in der EU ...“ von besonderem Interesse. Hier werden folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

- Förderung des Austauschs der am besten geeigneten Raumplanungs- und Verwaltungsverfahren für die Exploration und den Abbau von Rohstoffvorkommen,
- Beteiligung der nationalen Geologischen Dienste an der Raumplanung in den EU-Mitgliedstaaten,
- bessere Vernetzung zwischen den nationalen Geologischen Diensten zur Verbesserung der Wissensbasis,
- Entwicklung von Leitlinien für Rohstoffgewinnungsprojekte in oder in der Nähe von Natura-2000-Gebieten (bis Ende 2008),
- Förderung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten im Rohstoffsektor,
- Nutzung des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung,
- Stärkung der Partnerschaft zwischen Universitäten, Geologischen Diensten und der Industrie.

Zu den weiteren Vorschlägen zählen das Vorgehen gegen marktverzerrende Maßnahmen von Drittländern gegenüber der EU, die Bestimmung der kritischen Rohstoffe, die Förderung der Ausbildung von Fachkräften und die Steigerung der Ressourceneffizienz.

Die deutsche Rohstoff gewinnende Industrie hat an den Inhal-

ten der EU-Rohstoffinitiative entscheidend mitgewirkt. Sie begrüßt die Mitteilung, da diese ein Basisdokument darstellt, mit dem die Bedeutung der Rohstoffe in Europa erhöht und ggf. bessere Rahmenbedingungen für die Gewinnung von Rohstoffen, insbesondere in Europa, erwirkt werden können. Die GD Unternehmen und Industrie wird in den nächsten beiden Jahren Vorschläge für konkrete Maßnahmen in den drei Pfeilern erarbeiten. Sie plant die Errichtung einiger Arbeitsgruppen. Dabei ist ein Engagement aller Betroffenen aus der Industrie, den öffentlichen Verwaltungen und den Nichtregierungsorganisationen gefordert, um den weiteren Prozess aktiv mitgestalten zu können.

Ein Schwerpunkt unserer Aktivitäten wird darauf ausgerichtet sein, dass bei der Formulierung neuer Richtlinien und Verordnungen soziale und wirtschaftliche Gesichtspunkte, auch zur nachhaltigen Sicherung des Zugangs zu Lagerstätten mineralischer Rohstoffe, gleichrangig zu ökologischen Belangen berücksichtigt werden. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf die erneut vorgeschlagene Richtlinie zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für den Bodenschutz (Bodenschutz-Rahmenrichtlinie), sofern sie nicht grundsätzlich abgewendet werden kann. Auf europäischer Ebene sollte zudem die Überprüfung der Fauna-Flora-Habitat- und Vogelschutz-Richtlinie gefordert werden. Der Zugang zu neuen

Lagerstätten oder Lagerstätten teilen – die standortgebunden und nicht vermehrbar sind – wird durch Überplanungen und Festsetzung mit anderen Nutzungen erheblich eingeschränkt. Neben Siedlungs-, Gewerbe- und Verkehrsflächenausweisungen geschieht dies insbesondere durch zahlreiche Schutzgebietsausweisungen im Rahmen des Grundwasser- sowie des Natur- und Landschaftsschutzes (Natura 2000). Daher ist es notwendig, dass die Rohstoffinteressen bei der Ausweitung von Natura-2000-Gebieten stärker berücksichtigt werden und in regelmäßigen Abständen eine Überprüfung der betreffenden Flächen unter gleichrangiger Abwägung der ökologischen, ökonomischen und sozialen Belange erfolgt.

Ein erster Schritt in diese Richtung ist hoffentlich der Leitfaden zur besseren Vereinbarkeit von Rohstoffgewinnungsprojekten und Naturschutzgebieten, der derzeit seitens der Generaldirektion Umwelt u. a. unter Beteiligung der europäischen Rohstoffindustrie erarbeitet wird.

Die Kommissionsmitteilung wird nun dem Europäischen Parlament und dem Ministerrat der EU zur Beratung zugeleitet. Der Rat beabsichtigt die Verabschiedung von Schlussfolgerungen unter tschechischer Präsidentschaft im Mai 2009. Die Kommission hat über die Umsetzung der Europäischen Rohstoffinitiative alle zwei Jahre zu berichten.

Policies and Strategies for increased Safety and Traffic Flow on European Road Networks in Winter



Dr. Franz Götzfried
Südsalz GmbH, Heilbronn
Vorsitzender des Ausschusses
Salz des VKS

In geographical Europe, there are currently three strategic trunk road networks. These route networks partially overlap, and are not entirely homogenised in their infrastructure. Because of the allocation of maintenance to EU and EEC Member States, there is no European policy for winter road maintenance. Member States and local authorities may operate their own maintenance equipment, hire contract services, and establish their own Level of Service goals. In future winter maintenance for European Road Networks should observe in all Member States common policies and operation principles. Particularly the Level of Service on heavily used European Road Networks should be consistent. Appropriate European Community guidelines should be issued.



1. European Trunk Road Networks

For the road transport infrastructure in Europe, there exist three strategic trunk route networks: International 'E' Roads, Trans-European Transport Roads and Pan-European Transport Roads.

'E' Roads

The so-called 'E' (European) Road network includes trunk routes covering geographical Europe, Central Asia, and Asia Minor. There are currently around 210 appropriately signed and numbered 'E' roads, having an overall length of some 50,000 kilometres. These serve the movements of international traffic and are signed by a white 'E' and route number on a green background. The network of the European Highways is laid down under the auspices of the 'UNECE' United Nations Economic Commission for Europe, Transport Division [1].

Trans-European Transport Roads

The trans-European Transport Road network was introduced by Decision N° 1692/96/EC of the European Parliament and the Council [2]. European Union guidelines for the development of the trans-European transport network are included therein. These trunk routes represent a contribution of the European Union for the implementation and development of the internal market and for the improvement of the economic and social cohesion of the European Communities. The emphasis is on the 60,000 kilometres of European trunk routes. In addition, Decision N° 884/2004/EC was published as guideline scheme for the trans-European trunk route network with a horizon to the year 2020 [3].

Pan-European Transport Roads

The Pan-European traffic corridors

were laid down at the European conferences of the ministers of transport of the Member States, as a supplementation of the trans-European traffic network for Western Europe [4]. The ten main trunk routes connect the European Continent between the Atlantic Ocean and the River Volga and/or between Scandinavia and the Mediterranean Sea. These corridors have been conceived as road and rail traffic-ways and are partially combined. The overall length of the highway trunk route corridors is around 20,000 kilometres.

2. Measures to ensure Mobility and Traffic Safety in Winter

In order to uphold mobility and traffic safety throughout the European trunk highway network during the winter months, a package of measures is necessary:

- Roadway construction to accom-

moderate the successful provision of winter service highway clearance activities;

- The winter equipping of the motor vehicles of traffic users;
- The efficiency of the winter service highway clearance activities;
- Traffic influencing- and restricting measures on motorways with heavy traffic incidence;
- Suitable measures for assisting road users in case of hold-ups and tailbacks because of icing, to relieve traffic congestion.
- Innovative technologies to support motorists and road users in general.

2.1 Roadway Construction to accommodate Winter Highway Clearance Services

The requirements for the provision of winter service highway clearance is to be taken into consideration in the planning and construction of highways [5]. Traffic diversions at particularly icing and tailback hazarded sections of motorway routes in the vicinities of crossover and triangular junctions as well as at the boundaries of authority of the various highway maintenance depots, will accelerate the provision of winter service highway clearance activities. Open-porous asphalt surfacings as well as particularly hazarded construction features subject to icing in bridge building (e.g. orthotropic plates) should be avoided or need specific winter service measures (more spreading actions, stationary liquid de-icer spraying). The application of high shoulder features should be extensively avoided.

In the planning of junctions and traffic lane width-restrictions and/ or crossover facilities, appropriately



broad lane widths should be taken into consideration to accommodate the passage of winter service highway clearance vehicles. As far as is reasonable recognisable, technical facilities such as ice detection sensors, spraying equipment for de-icing agents and selected roadway surface heating systems as well as vegetation planted sections for snowdrift prevention.

2.2 Winter Equipping of the Vehicles of Road Users

The winter equipping of the motor vehicles of road users can include winter tires, studded tires, and snow-chains:

Winter Tires

The various countries in Europe all have different requirements for the use of winter tires in the winter months. Dependent on the country involved, there exists, either no mandatory requirement for mounting winter tires in winter, or a mandatory requirement, or a mandatory requirement only on certain routes or a situation specific mandatory requirement [6].

Studded Tires

Various regulations and practices govern studded tire use in Europe. In southern Europe, studs are prohibited entirely in some countries. Austria, Belgium, Denmark, France, Italy, Luxembourg, and Switzerland have limits on time of year and use on certain highways. In northern Europe, studded tires are allowed (with some exceptions by time of year and use on certain highways). The prohibitions are an attempt to reduce pavement and bridge deck wear, as well as air quality problems [6].

In 1990, the Japanese government enacted the law on the provision of generation of particulates from studded tires. The decade of the 1990s was a 'transition period', moving from a studded tire-dependent road traffic system to a studless tire-oriented one.

In USA it is allowed to use studded tires in 38 states. Most of them allow a certain period when allowed and 4 states have not restrictions. Canada Ontario prohibit studded tires and Saskatchewan has no restrictions and all other states

allow the use of studded tires during a certain period [7].

Snow-Chains

The International Road Transport Union and the ÖAMTC issued overviews for the regulated use of snow-chains within the countries of Europe [6][8]. In most countries, there are no requirements for the carrying of snow-chains in motor vehicles during the winter months. When carrying of snow-chains in motor vehicle is a mandatory requirement, then the regions and the time periods involved, are precisely laid down. The regulations also include the number of snow-chain pairs per bus route passenger vehicle, passenger coach, or truck. Failure to observe these regulations can involve considerable fines.

2.3 Efficient Winter Service Highway Clearance Activities

In the EU and EEC winter maintenance on roads is decentralized since roads are owned and operated by Member States. Member States governments, local governments and cities fund and perform snow removal and ice control activities or contract with private entities for these services.

In former times, winter maintenance was considered to be a service provided voluntarily by road authorities. The situation has considerably changed. A properly operated winter maintenance service of a level specified in the authorities' regulations, while not being a statutory obligation in many countries, has become over the years as an economic, social and political requirement. The current status of winter service highway clearance activities in the countries

of Europe has been summarized in the 'COST 344 Project – Improvements to Snow and Ice Control on European Roads and Bridges' between the years 2000 and 2003 [9]. The Technical Committee 3.4 – Winter Maintenance of the 'PIARC' World Road Association, illustrated the country specific service levels, the organization and operating of winter service highway clearance in the 2006 'Snow and Ice Data Book' [10].

2.4 Traffic-influencing and restricting Measures on Motorways with heavy Traffic Incidence

In cases of winter weather conditions with considerable anticipated traffic disturbances, early traffic-influencing and restricting countermeasures are meaningful. Of particular effectiveness are temporary overtaking restrictions on motorway junctions and temporary no-drive injunctions. The aim of such countermeasures is to minimise the effects of trucks on impending traffic congestion, by way of early warning systems

under winter weather conditions on highways [11].

2.5 Assisting Measures for Traffic users as well as for Restoration of Traffic Flows under Conditions of Holdups and Tailbacks attributable to iced Highways

In cases of traffic disruptions, the primary aim is to restore traffic flows in close cooperation with the traffic police authorities and the assistance services as rapidly as possible, and, in case the capacity of the winter services exhausted, to reduce to a minimum the inconvenience caused to traffic users caught up in hold-ups and tailbacks.

In the event of traffic hold-ups and tailbacks in winter, a lane should be cleared and treated with salt at the hard shoulder of the carriageway, to enable the traffic to be diverted around any congestions. Should no hard shoulder be available for creating diversions, a lane should be cleared through the traffic with the support of the police for winter service vehicles for enabling highway clearance, salt application and possibly for



the passage of smaller recovery vehicles [11].

2.6 Innovative Technologies for the Support of the Drivers of Private Cars and Commercial Vehicles

Daytime Running Lights

The concept of Daytime Running Light (DRL) is the use of the lights of the vehicles during day-light. According to a large number of scientific studies there are clear benefits for Europe's road safety record to be gained from introduction of DRL. Many studies have demonstrated the benefits of such measures for road safety in general. With a general introduction of DRL, it is estimated that between 1,200 and 2,000 lives could be saved per year in the European Union.

Countries, such as Austria, the Czech Republic, Denmark, Hungary, Italy, Finland and Sweden, as well as Norway and Israel ask the drivers of vehicles to turn on their headlights during day time. Furthermore, some Member States recommend the use of light during daylight without mandating them while waiting for harmonized European legislation. At the moment in 13 European countries all-season compulsory DRL have been introduced. In Lithuania, Poland and Slovakia winter half year compulsory DRLs are established.

Intelligent Roads and Galileo

The early detection of abnormal traffic conditions and the transmissions of relevant data to drivers will make a significant contribution to improving road safety. The detection of abnormal traffic situations can be improved in the years to come by using vehicles themselves

as sensors and by centralizing data in road traffic control centers thanks to the variety of means of communication available.

Information about any abnormal situation can be transmitted to drivers using the various means available, e.g. variable-message signs, radio road information services, etc.

The coming into service of Galileo European satellite positioning system will play an important role as a result of the accuracy that will be provided by the system and the greater reliability of the information that will be transmitted. More accurate and more efficient systems will be made available to motorists and the authorities among others in the area of navigation and guidance systems based on digital mapping enhanced by safety information transmitted to drivers on static hazards (black spots, etc.) and dynamic hazards (black ice, dense traffic, etc.) [12].

In-Vehicle Information Systems and Advanced Driver Assistance Systems

Today, many Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) applications do not function due to the missing information on the tire friction coefficient.

Co-operative driving needs information on road conditions to prepare drivers for slippery road sections or hazards even beyond the field of vision. This information can be used to tune ADAS to exploit its full potential, warn drivers, and provide information to other vehicles and external users like road operators. The project FRICTION, under the umbrella of the Sixth Framework Programme, improves road safety by providing vehicles

with the information needed in longitudinal & lateral control and in emergency braking systems. The objective of the project is to create an on-board system for estimating friction and road slipperiness to enhance the performance of integrated and cooperative safety systems. Predictive information the systems yields, benefits cooperative driving such as "vehicle to vehicle" and driver information. Moreover, applications that can benefit from precise information on friction and road slipperiness are control systems for driving safety such as Slip Control Systems, Emergency Braking Systems, Electronic Stability Programme, Adaptive Cruise Control and Roll-over Avoidance [13].

3. Protection of Environmental Systems

All snow and ice control materials can affect the natural receiving environment. Transport to the environment begins when the snow and ice control material is applied to the roadway. Materials will either leave the roadway as a liquid or as a dry or dried residue mobilized or resuspended by traffic action and wind.

Air

To maintain and improve air quality within the European Community, the Council Framework Directive 96/62/EC of 27 September 1996 on ambient air quality assessment and management lays down the basic principles. The Directive 1999/30/EC of 29 June 1999 followed with limit values for particulate matter in ambient air. The European Union environmental quality standard for PM_{10} is $40 \mu g/m^3$ (annual average).



The daily averages of PM_{10} should not exceed $50 \mu g/m^3$ for more than 35 days during each year.

The most efficient way to reduce PM_{10} levels in the long-term and for a large area is to reduce the use of studded tires, while application of liquid de-icers may be efficient to reduce peak levels. The City of Vienna reduces PM_{10} with the use of pre-wetted salt and with brine sweepers which work at minus temperatures [14].

Groundwater

Groundwater is a valuable natural resource and as such should be protected from deterioration and chemical pollution. This is particularly important for groundwater-dependent ecosystems and for the use of groundwater in water supply for human consumption.

Although the majority of the applied chlorides in wintertime is transported by highway runoff, significant proportions of chloride were also transported by aerial dispersal. Chloride is sometimes transported as aerosols over quite long distances, away from the local roadside environment. The POLMIT

project calculated the chloride transfer rate from highway runoff with $<1 - 9,261 \text{ kg/km/yr}$ and from aerial dispersal with $<1 - 2,523 \text{ kg/km/yr}$ [15].

In general it can be conservatively estimated that snow and ice control materials will be diluted 500-fold as they leave the roadway and can be diluted substantially more as the distance from the roadway increases. Chloride concentrations in groundwater rapidly reduce during the summer months when de-icing salts were no longer applied.

Eco-efficiency of Snow- and Ice Control Materials

Ecological- as well as the economic aspects have to be taken into account in the selection of spreading materials and the laying down of winter service highway strategies. For the purposes of providing sustainable winter service for highway clearance for the future, comprehensive eco-efficiency analyses should increasingly represent the basis for decisions on winter service highway clearance concepts and the selection of road surface

treatment materials. Such ecological efficiency observations should also include ecological factors, the economics involved, traffic safety and usability. Several studies highlighted the eco-efficiency of snow- and ice control materials [16][17][18][19]. According to this, salt is a low-cost and low-energy intensive de-icer. The environmental impacts are acceptable in regard to the safety and socio-economic advantages.

4. Policy for Mobility and Safety on Strategic European Road Networks in Winter

European Winter Road Maintenance Policy

Because of the allocation of maintenance to EU and EEC Member States, there is no European policy for winter road maintenance. Member States and local authorities may operate their own maintenance equipment, hire contract services, and establish their own Level of Service goals. Level of Service may be based on pavement condition goals, traffic levels, or road user satisfaction. Winter road maintenance efforts vary based on climatic conditions, agency resources, and roadway characteristics. Higher classes of highways generally receive more attention. Motorways are typically cleared more completely and quickly. Critical areas like mountain passes may have snow-chain requirements for vehicle tires. Regional differences between average and extreme snowfall, temperature and air humidity create differences in how road maintenance agencies respond to winter weather, from continual and routine treatment to occasional and emergency response for infrequent

events. In some Member States, maintenance agencies cooperate with traffic management centers and the police to close lanes during snow and ice control operations, impose lower speed limits during inclement weather, or restrict travel to vehicles with snow tires or chains.

In future winter maintenance for European Road Networks should observe the following policies and operating principles:

- The National Road Administrations offer safe conditions to the road users on all roads and to the winter conditions as well as the traffic volume adapted maximum mobility.
- Winter maintenance aims at ensuring highest road safety and predictable driving conditions.
- The Level of Service on heavily used European Road Networks (Trans-European Transport Road Network, International E-Road Network, Pan-European Transport Road Network) is consistent.
- The States Governments agree on a common Level of Service on heavily used European Road Networks and ensure that winter service units and contractors keep the roads in the agreed conditions.
- The National Road Administrations provides the road users with informations about the driving in winter conditions.
- Innovative road weather and traffic information systems are used to inform road users, winter service personnel and contractors of the situations on the roads.
- Environmental effects are being reduced (e.g. by anti-icing with brine and pre-wetted salt).

The basis for a common European winter service level should be the same road qualities on the strategic network. This presupposes construction and maintenance standards. For example roadways should not have deep lane depressions ("Spurrillen"), and a minimum friction level of the pavement should exist. The roads must possess a drainage, so that rain and meltwater can flow off completely and rapidly.

Implementation of a Winter Road Maintenance Policy

Restrictions to the intervention of the European Union in traffic regulations policies results form the subsidiary principle only. But the Union can act when Union problem solutions promise better results than the national policies of the Member States. In view of the anticipated future increase in trade and travel, an European Winter Road Maintenance Policy would appear necessary. There already exists a series of documents, which could serve as references for the implementation of a common European Winter Road Maintenance Policy:

The basis for highway management on 'E' Roads is included in 'AGR-European Agreement on Main International Traffic Arteries' dated 15 November 1975 [1]. In this agreement, is laid down, that maintenance of road elements directly linked to traffic safety should be given maximum priority. These includes total viability throughout the year, provision for snow and ice removal, and for other particularly unfavourable environmental weather situations. Under winter conditions, through appropriate measures, traffic safety and

operation shall be secured to the maximum extent possible. Special attention should be given to maintaining adequate skidding resistant surfaces and to the clearance of snow and ice from road signs. This operation should be considered as an additional maintenance activity for winter conditions.

In 1996 the Council gave the EU the task of guaranteeing a high uniform level of service, comfort and safety for users of the trans-European networks (European Parliament and Council Decision 1692/96/EC of 23 July 1996 on Community guidelines for the development of the trans-European transport network (OJ L228, 9.9.1996, p. 1).

In its 2001 Transport White Paper, the Commission proposed the ambitious goal to save yearly 25.000 lives on European roads by the target date of 2010. The Policy Guidelines of the White Paper aims to strike a balance between economic development and the quality and safety demands made by society in order to develop a modern, sustainable transport system for 2010 [20]. The 'European Road Safety Action Programme' of 2003, foresees among other things the drawing up of a framework directive on road infrastructure safety with a view to introducing a system for the harmonised management of high risk road sections, network safety management and safety inspection as well as the draw up of technical guidelines concerning infrastructure [15]. On 5 October 2006, the European Commission presented a proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on road infrastructure safety management [21].

In the catalogue of aims for an

European Transport Policy, the establishing and implementation of a Winter Road Maintenance Policy and Technical Guidelines for winter services should be adopted for the strategic European highway network. In this regard, ministers of transport of Member States of the Union should grasp the initiative.

Acknowledgements

This paper was one of the results from the European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research (COST) Project 353 "Winter Service Strategies for Increased European Road Safety". The author presented the full paper at the Final Conference in 2008 May 26 to 28 at Dresden.

References

- [1] *United Nations, Economic and Social Council*: European Agreement on Main International Traffic Arteries (AGR), Consolidated version ECE/TRANS/SC.1/384, 14 March 2008 (<http://www.unece.org/trans/conventn/ECE-TRANS-SC1-384.pdf>).
- [2] *Decision No 1292/96/EC* of the European Parliament and the Council of 23 July 1996 on Community guidelines for the development of the trans-European transport network (Official Journal L 228 of 09.09.1996).
- [3] *Decision No 884/2004/EC* of the European Parliament and the Council of 29 April 2004 amending Decision No 1692/96/EC on Community guidelines for the development of the trans-European transport network (Official Journal L 167 of 30.04.2004).
- [4] *ECMT* European Conference of Ministers for Transport (www.cemt.org).

[5] *Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen*: Maßnahmenkatalog „Straßenunterhaltung und Betrieb (MK 6 a)“, Optimierung von Einsatzverfahren – Empfehlungen für die Organisation des Winterdienstes bei Autobahn- und Straßenmeistereien, Bonn, 2004.

[6] *Österreichischer Automobil-, Motorrad- und Touring Club (ÖAMTC)*: Winterrüstung in Europa, Vienna, January 2008.

[7] *Scheibe, R.R.*: An Overview of Studded and Studless Tire Traction and Safety, Washington State Transportation Center, 2002.

[8] *International Road Transport Union*: Synoptic table on the legislation of 27 European countries pertaining to the use of snow chains and winter tires (www.iru.org).

[9] *European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research*: Project COST344 – Improvements to Snow and Ice Control on European Roads and Bridges, Documentation for the Final Seminar, Ljubljana, December 2002.

[10] *PIARC – World Road Association*: Snow & Ice Databook, Paris 2006.

[11] *Cypra, Th.*: Entwicklung einer Entscheidungsmethode für Maßnahmen im Winterdienst auf hochbelasteten Bundesautobahnen, Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen der Universität Karlsruhe, Karlsruhe, 2007.

[12] *European Commission*: Saving 20 000 lives on our roads – A shared responsibility. European Road Safety Action Programme. Communication from the Commission COM(2003) 311 final.

[13] *European Commission*: Information Society and Media. Project FRICTION, Reference IST-2004-027006. EU project website. <http://friction.vtt.fi/>.

[14] *Skerlan, M.*: Einsatz von Solekehrmaschinen im Winterdienst. Presentation at the 6th ASTRAD-Symposium. Wels/Austria. 2007.

[15] *EU project RO-97-SC.1027*: POLMIT – Pollution from Roads and Vehicles and Dispersal to the Local Environment. Final Report and Handbook. 2002. (<http://www.trl.co.uk/polmit>).

[16] *Ruess, B.*: Salz- oder Splittstreuung im Winterdienst. Forschungsauftrag 4/95 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS), Baden/CH. 1998.

[17] *Gartiser, S., Gensch, C.-O., Reuther, R.*: Machbarkeitsstudie zur Formulierung von Anforderungen für ein neues Umweltzeichen für Enteisungsmittel für Straßen und Wege, in Anlehnung an DIN EN ISO 14024. Umweltbundesamt-Forschungsbericht 000404, UBA-Text 09/03. Berlin. 2003.

[18] *Quack, D., Möller, M., Gartiser, S.*: Ökobilanz des Winterdienstes in den Städten München und Nürnberg, Öko-Institut e.V. and Hydrotox GmbH. On behalf of the Cities of Munich and Nuremberg. 2004 (unpublished).

[19] *Quack, D., Koch, N.*: Moderner Winterdienst – ökologisch betrachtet. Jahrestagung 2004 des Verbands kommunaler Unternehmen e.V., Landesgruppe Bayern, VKS im VKU am 5./6.10.2004, Hof/Germany.

[20] *European Commission*: White Paper on "European transport policy for 2010: time to decide". (http://europa.eu.int/comm/energy_transport/fr/lb_en.html).

[21] *European Commission*: Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on road infrastructure safety management. 2006/0182 (COD), Brussels.

Umweltgesetzbuch: Das nächste Kapitel

Vom zähen Fortgang eines Großprojekts



Dr. Björn Knudsen
Leiter Recht, VKS Berlin

Finanzmarktkrise und landespolitische Scharmützel stehen derzeit im Schlaglicht der Medienöffentlichkeit. Das Vorhaben „Umweltgesetzbuch“ teilt sein Schattendasein mit anderen Gesetzgebungsvorhaben, die sich plakativer Berichterstattung entziehen. Dennoch, es bleibt eines der umfassendsten Projekte dieser Legislaturperiode.

Über den Ausgang der rund 25-jährigen Geschichte des Umweltgesetzbuchs dürften die Wochen um den kommenden Jahreswechsel entscheiden. Zahlreiche politische Beobachter zweifeln inzwischen daran, dass die notwendigen Schritte im parlamentarischen Verfahren in den wenigen Monaten bis zur nächsten Bundestagswahl noch erfolgen können. Hat man sich bereits früh von einer Gesamtkodifizierung der „umweltrelevanten“

Einzelgesetze verabschiedet, scheint inzwischen das Vorhaben immer weiter auszudünnen. Zuletzt hatte das Bundesumweltministerium (BMU) im Juli 2008 einen nochmals überarbeiteten Referentenentwurf vorgelegt. Das „UGB 2009“ umfasst derzeit fünf Bücher:

- I – Allgemeine Vorschriften und vorhabenbezogenes Umweltrecht
- II – Wasserwirtschaft
- III – Naturschutz und Landschaftspflege
- IV – Nichtionisierende Strahlung
- V – Emissionshandel

sowie ein Einführungsgesetz und einige zugehörige Verordnungen (siehe die aktuellen Fassungen unter: www.umweltgesetzbuch.de).

Dem Vernehmen nach verzögert sich die Abstimmung des rund 1000-seitigen Gesetzeswerkes (incl. Begründung) derzeit aufgrund erheblicher – durchaus nachvollziehbarer – Meinungsverschiedenheiten zwischen den beteiligten Bundesministerien. Noch immer gibt es Fundamentalkritik, etwa an dem Ansinnen, ein vollkommen eigenständiges Verfahrensrecht zu schaffen, ohne das Verwaltungsverfahrensgesetz – eine der tragenden Säulen des deutschen Rechtssystems – einzubeziehen. Offene Dissonanzen hört man auch aus den

Ländern; die Stimmen reichen von pauschaler Ablehnung (Bayern) bis hin zu umfassender Zustimmung (Baden-Württemberg). Spätestens im Bundesrat könnten damit auch innerhalb der Regierung kontroverse Positionen auftauchen. Die Parlamentarische Staatssekretärin im Bundesumweltministerium, Astrid Klug, sprach anlässlich einer Tagung der Deutschen Hochschule für Verwaltungswissenschaften Speyer im Oktober dieses Jahres erneut von einer einmaligen Chance, die sich im Falle eines Scheiterns auf absehbare Zeit nicht wieder bieten würde. Sie kündigte die „Vereinfachung und bürokratische Entschlackung des Umweltrechts“ an, die eine „ökologische Industriegesellschaft“ zukunftsfähig machen solle. Bei der anschließenden Diskussion in der Berliner Humboldt-Universität wurde die Kontroverse um die wohl umfassendste Änderung des deutschen Umweltrechts erneut deutlich. Umstritten wie seit Beginn der Legislatur ist weniger das Gesamtkonzept der Vereinheitlichung als vielmehr die unzähligen Einzelfragen der Transformation aus den bestehenden Einzelgesetzen in das „Gesamtkunstwerk“. Die Umweltverbände beklagen die verpassten Chancen zur Anhebung von Umwelt-Standards bzw. den impliziten Abbau derselben. Seitens der Wirtschaft sieht man

vor allem den Systemwechsel im Genehmigungsverfahren und die damit verbundenen Unsicherheiten kritisch. Der Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) legte kürzlich eine Studie vor, die von einem minimalen Einsparpotential durch die neue „Integrierte Vorhabengenehmigung“ als einheitlichem Genehmigungsverfahren ausgeht. Dem stünde allerdings eine Vielzahl nachteiliger Detailveränderungen gegenüber, wie erneut auch die zahlreichen Beiträge bei der Verbändeanhörung des BMU Ende Juni 2008 deutlich machten. Zu der Anhörung hatte sich auch der VKS gemeinsam mit anderen Verbänden in schriftlichen Stellungnahmen eingebracht.

Die Rohstoffwirtschaft hat sich unter anderem für den Erhalt der Regelung zu den Bodenschätzen wie im derzeitigen Bundesnaturschutzgesetz ausgesprochen. Diesem Anliegen wurde in den neuesten Entwürfen ebenso Rechnung getragen wie den Hinweisen, die missglückte Formulierung der Ausnahmeregelung für das Bergrecht abzuändern. Die vielfach kritisierten „Prinzipien“ wurden auf bekannte Begrifflichkeiten zurückgeführt. Klar ist nunmehr auch die Abgrenzung des UGB zum bestehenden Bundesberggesetz – zumindest dem Grundsatz nach. In der erneuten Überarbeitung wurde die einschlägige Regelung angepasst und begrifflich korrigiert. In der aktuellen Entwurfsfassung lautet § 49 Absatz 2 UGB I nunmehr:

*Die Vorschriften dieses Kapitels gelten nicht für [...]
3. Anlagen des Bergwesens oder Teile dieser, soweit sie unter Tage errichtet*

und betrieben werden, sowie die hierfür zur Wetterführung unerlässlichen Anlagen [...]

Aus Sicht des Bergbaus kann diese Formulierung das bewährte Verfahren mit Zuständigkeit der Bergbehörden erhalten, soweit bergrechtliche Genehmigungen in Rede stehen. Anders ist die Situation im Wasserrecht, einem der Kernelemente des neuen Gesetzbuchs. Als negative Veränderung gegenüber der geltenden Rechtslage wird allgemein die Streichung der wasserrechtlichen Bewilligung und der Ausnahmeregelung für die Möglichkeit des Einleitens bestimmter Stoffe in das Grundwasser nach europäischer Wasserrahmenrichtlinie betrachtet. Zudem steht folgende neue Regelung des UGB II unter Kritik:

*§ 40 – Reinhaltung des Grundwassers
(1) Eine Erlaubnis für das Einbringen und Einleiten von Stoffen in das Grundwasser darf nur erteilt werden, wenn eine nachteilige Veränderung der Wasserbeschaffenheit nicht zu besorgen ist. Die Anforderung nach Satz 1 gilt als eingehalten, wenn der Schadstoffgehalt und die Schadstoffmenge vor Eintritt in das Grundwasser die Schwelle der Geringfügigkeit nicht überschreiten. Durch Rechtsverordnung nach § 16 Satz 2 Nr. 3 können auch Geringfügigkeitsschwellenwerte und der Ort, an dem sie einzuhalten sind, festgelegt werden.*

Obwohl die grundsätzliche Erlaubnisfähigkeit für Nutzungen nach Ansicht des Umweltministeriums keine grundlegende Veränderung der gegenwärtigen Rechtslage darstellen soll, stimmt die neue Formulierung gegenüber dem gel-

tenden Wasserhaushaltsgesetz viele Beobachter skeptisch. Besonders die Einführung des Kriteriums „Schwelle der Geringfügigkeit“ ist umstritten, weil bisher fachgerechte Ableitungen dieser Schwellenwerte, gerade für anorganische Stoffe wie Chlorid und Sulfat, fehlen.

Gegenüber den Vorentwürfen ergibt sich zudem erneut eine Verschärfung, da die Schwellenwerte nun nicht mehr als Immissions- sondern als Emissionswerte ausgestaltet sind, indem sie nach § 40 Abs. 1 Satz 2 vor dem Eintritt in das Grundwasser gelten sollen. Die Berücksichtigung geogener Vorbelastungen ist damit ausgeschlossen. Im Gegensatz dazu geht die einschlägige EU-Wasserrahmenrichtlinie davon aus, dass der Gewässerzustand nicht verschlechtert werden darf, betrachtet also das Ergebnis des Eintrags im Grundwasser.

Nach den erheblichen Verzögerungen bei der Vorlage eines Regierungsentwurfs wird noch in diesem Jahr mit einem Machtwort der Bundeskanzlerin gerechnet, das Verfahren erfolgreich abzuschließen. Wegen der beschriebenen Situation im Bundesrat ist dort jedoch nicht mit einem reibungslosen „Durchwinken“ zu rechnen und auch im Bundestag wird es für die Parlamentarier im Umweltausschuss noch einiges an Arbeit geben. Immer wieder hört man: Wenn nicht in dieser Legislatur, dann auf lange Zeit gar nicht. Das Kapitel Umweltgesetzbuch im Drehbuch „ökologische Industriepolitik“ wird man seitens der Kali- und Salzindustrie einstweilen mit einem lachenden und einem weinenden Auge lesen – bitte umblättern.

Entwicklungen auf dem Weltkalimarkt



Friedhelm Mester,
Leiter der Abteilung Marketing-
Projekte / Handelspolitik der
K+S KALI GmbH in Kassel

Märkte sind den Schwankungen von Nachfrage und Angebot unterworfen. Preisänderungen spiegeln die aktuellen Relationen wider. Die Nachfrage nach Agrarprodukten und damit nach Düngemitteln wird getragen von Megatrends wie der wachsenden Weltbevölkerung, einem steigenden Lebensstandard in den Schwellenländern und der Entwicklung des Bioenergiesektors weltweit. Langfristig ist daher eine stetige Zunahme der Nachfrage vorgezeichnet. Düngemittel mit ihrer ertrags- und qualitätssteigernden Wirkung spielen bei der Agrarproduktion eine zentrale Rolle. Preisausschläge je nach weltweitem Versorgungsgrad mit agrarischen Rohstoffen sind zu erwarten.

Entwicklungen auf dem Weltkalimarkt

Häufig wurde in den vergangenen Wochen und Monaten über den starken Anstieg der Düngemittelpreise diskutiert. Nach Jahren der Überschüsse an Düngemitteln mit ruinösen Preiskämpfen drehte sich 2007 die Nachfrage am Weltmarkt derart schlagartig, dass die bei den Produzenten vorhandenen Kapazitäten nicht ausreichten, um die Nachfrage zu bedienen. Obwohl dies grundsätzlich für alle Nährstoffe zutrifft, ist die bergbauliche Kaligewinnung nicht mit der Herstellung von Stickstoff- oder Phosphatdüngemitteln zu vergleichen. Ein Großteil der nachstehenden Erläuterungen trifft für alle Nährstoffe gleichermaßen zu, gleichwohl wird die Entwicklung bei Kalidüngemitteln im Vordergrund stehen.

Preisentwicklung bei Düngemitteln

Die Entwicklung der Düngemittelpreise für DAP, Urea und KCl ist exemplarisch für nahezu alle Düngemittel (Abb. 1). Obwohl bis Ende 2006 die Preise für die genannten drei Düngemittel im Vergleich zum Jahr 2000 bereits deutlich anstiegen, die Steigerung betrug zwischen 43 und 219 % je nach Düngemitteltyp, übertraf die Entwicklung ab Anfang 2007 selbst die Erwartungen von Marktkennern.

Die prozentualen Steigerungen lagen erheblich über den Anpassungen der Vorjahre. Seit Anfang 2007 stieg der Preis bei DAP um 349 % auf USD 1.200 fob US Golf. Dieser Preis markiert einen zwischenzeitlichen Höchstwert. In jüngerer Vergangenheit haben die Preise nachgegeben. Die Entwicklung bei Urea war vergleichbar, bei KCl ist der Preis fest. Im Vergleich zu DAP bewegen sich die absoluten Preise bei Urea und KCl auf einem geringeren Niveau.

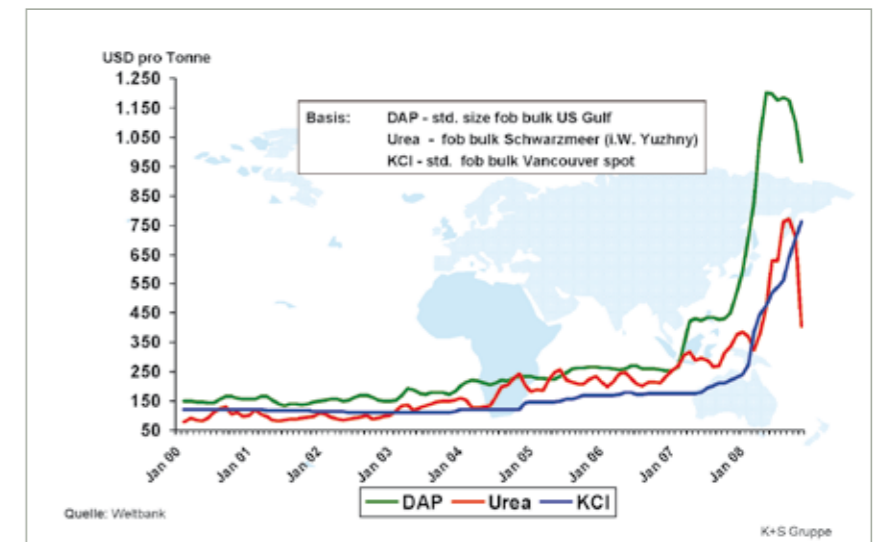


Abb. 1: Urea und KCl – Preisentwicklung 2000–2008 – per Okt. / Prices of Agricultural Products

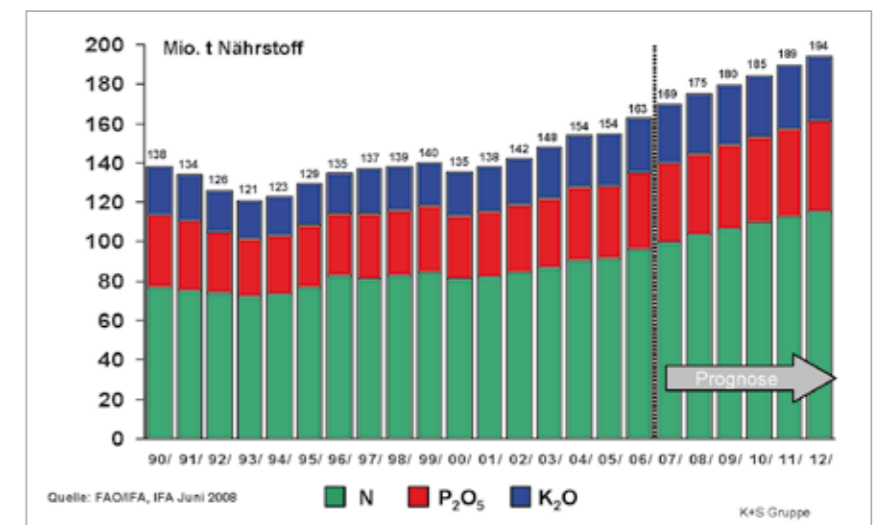


Abb. 2: Landw. Weltdüngerverbrauch 1990 – 2012/13 (Prognose) / Global Agricultural Fertiliser Consumption 1990 – 2012/13 (Forecast)

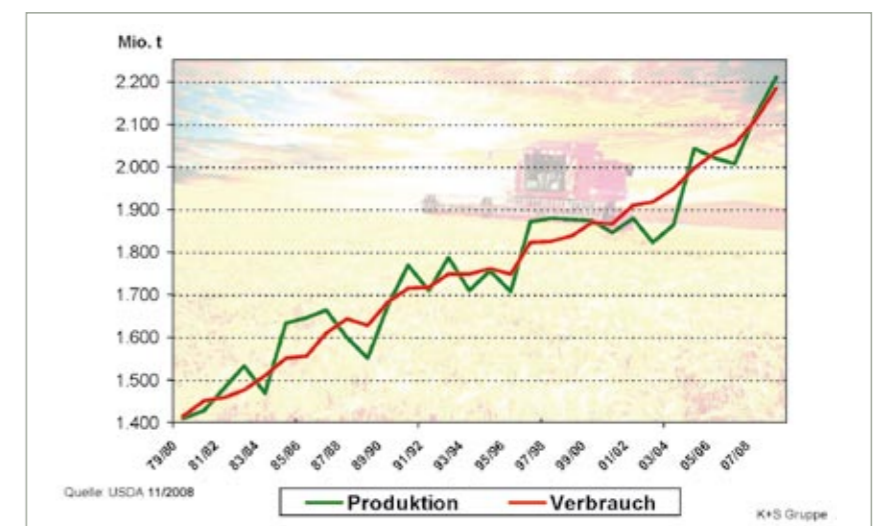


Abb. 3: Produktion und Verbrauch von Getreide weltweit / Global Production and Consumption of Grains

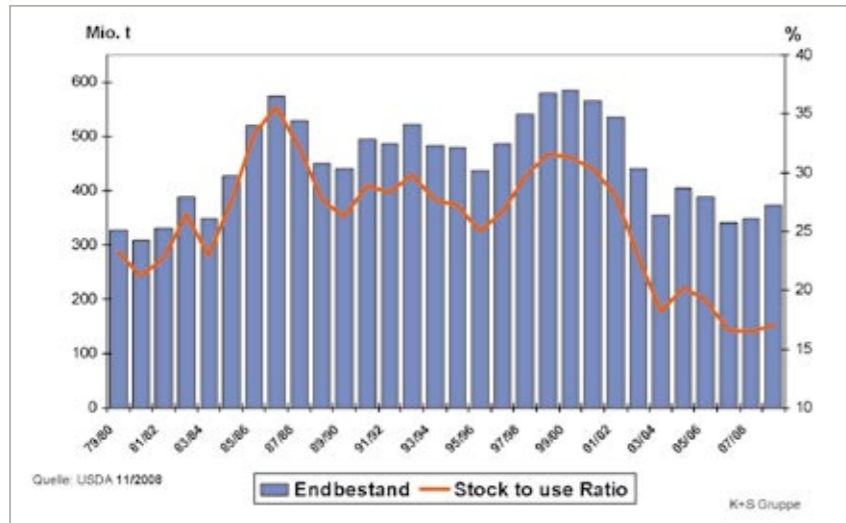


Abb. 4: Entwicklung der Bestände von Getreide weltweit / Global Development of Grain Stocks

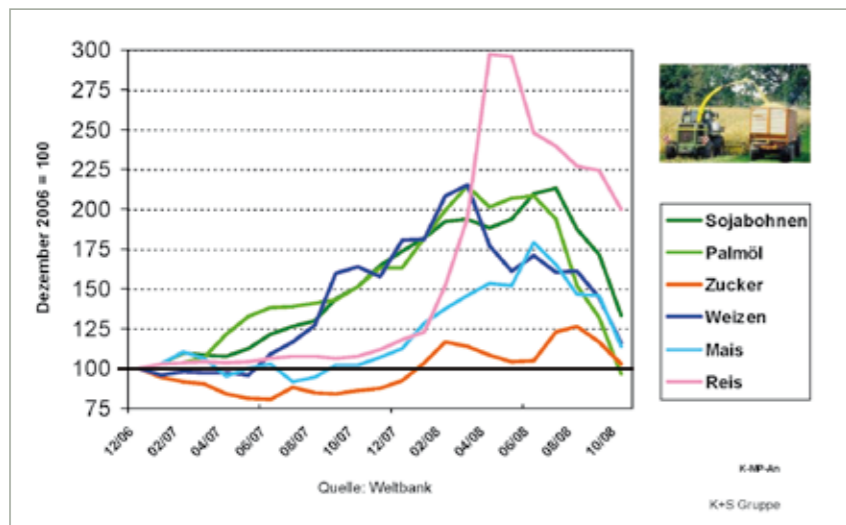


Abb. 5: Preisentwicklung wichtiger Agrarprodukte seit Dez. 2006 / Price Development of Important Agricultural Products

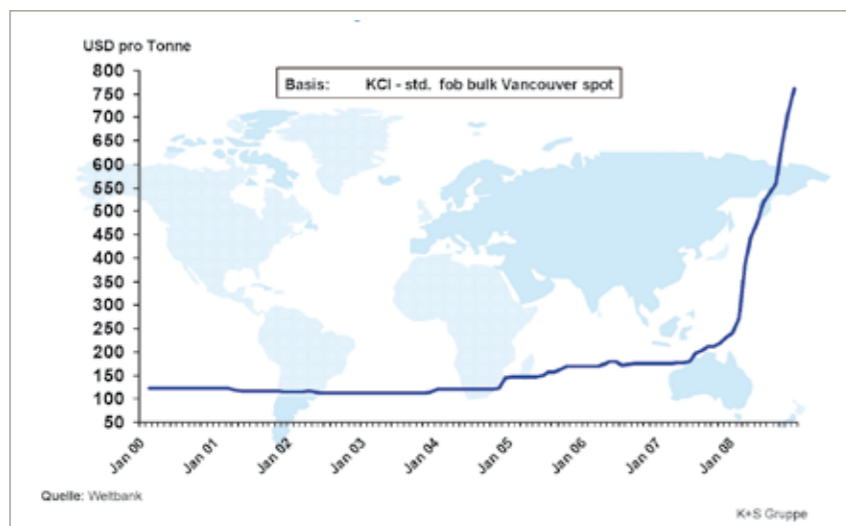


Abb. 6: KCl - Preisentwicklung 2000-2008 - per Okt. / MOP - Price Development 2000-2008 by Okt.

Welche Gründe sind für diese Entwicklung verantwortlich?

Seit dem Jahr 2000 ist der Verbrauch an den Hauptpflanzennährstoffen Stickstoff, Phosphat und Kalium kontinuierlich gestiegen und die Prognosen internationaler Organisationen wie der FAO weisen eine Fortsetzung dieses Trends aus (Abb. 2). Der deutliche Anstieg der Nachfrage nach Düngemitteln hatte stark steigende Preise bei diesen Betriebsmitteln zur Folge. Dieser Prozess muss im Zusammenhang mit der Entwicklung bei weltweit bedeutenden landwirtschaftlichen Produkten gesehen werden.

Entwicklung der Nachfrage und der Preise bei wesentlichen Agrarcommodities

Beispielhaft sind der weltweit steigende Verbrauch sowie die Produktion von Getreide seit Anfang der 80er Jahre dargestellt (Abb. 3). Die Produktion bzw. Ernte war nicht in allen Jahren der jüngeren Vergangenheit ausreichend, um die Nachfrage zu decken. Immer wieder konnte der Bedarf nur durch einen Rückgriff auf Lagerbestände ausgeglichen werden, da die jährliche Weltgetreideernte nicht ausreichte, um die Nachfrage einer wachsenden und hinsichtlich ihrer Ernährungsgewohnheiten anspruchsvolleren Weltbevölkerung zu decken.

Die zur Verfügung stehenden Lagerbestände für Getreide sanken daher auf einen sehr geringen Wert ab. Die weltweite Versorgung von Menschen und Tieren mit Getreide wie Weizen oder Mais war nur noch für wenige Wochen gesichert (Abb. 4). Die Nachfrage wurde zudem durch die zunehmende Verwendung als nachwachsende Rohstoffe stimuliert und mündete in einem deutlichen Anstieg der

Getreidepreise. Die Preise weiterer Agrarrohstoffe nahmen eine ähnliche Entwicklung (Abb. 5). Unterstützt wurden die Unsicherheiten zusätzlich durch die Unwägbarkeiten klimatischer Einflüsse auf die Entwicklung der Ernten. Die Aussichten auf eine profitable Produktion regten weltweit den Pflanzenanbau und damit auch den zielgerichteten Einsatz von Düngemitteln an.

Der Weltkalimarkt

Die oben geschilderten Entwicklungen waren auch kennzeichnend für den Weltkalimarkt. Eine extrem gestiegene Nachfrage nach Kaliumdüngemitteln bei einem begrenzten Angebot führte zu deutlichen Preissteigerungen für den Nährstoff Kalium (Abb. 6).

Das Verhältnis von Angebot und Nachfrage war nicht immer so ausgeglichen wie in den vergangenen fünf Jahren (Abb. 7). Im Jahre 1988 erreichte der weltweite Kaliabsatz mit 52,6 Mio. t Ware einen vorläufigen Höchstwert. Die Produktionsanlagen waren relativ gut ausgelastet, die Produzenten nahmen neue Kaliprojekte in die Planung auf. Die strukturellen und politischen Reformen in den Ländern Ost- und Zentraleuropas Ende der 80er, Anfang der 90er Jahre – bekannt als Perestroika – führten auf dem Düngemittelsektor zu einem fast vollständigen Zusammenbruch der Lieferungen in dieser Region. Ein Tiefpunkt der weltweiten Lieferungen war im Jahr 1993 mit nur noch 36,2 Mio. t Ware zu verzeichnen, was innerhalb weniger Jahre einen Verbrauchsrückgang um mehr als 30 % bedeutete.

Die Produktionskapazitäten wurden im Laufe der Folgejahre zwar angepasst, so auch in erheblichem Umfang in Deutschland,

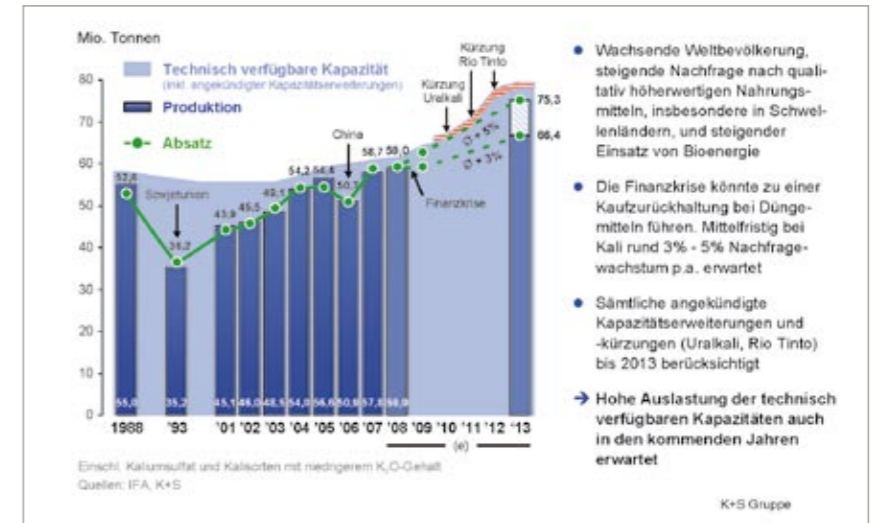


Abb. 7: Weltkalikapazität, -produktion und -absatz / World Potash Capacity, Production and Sales

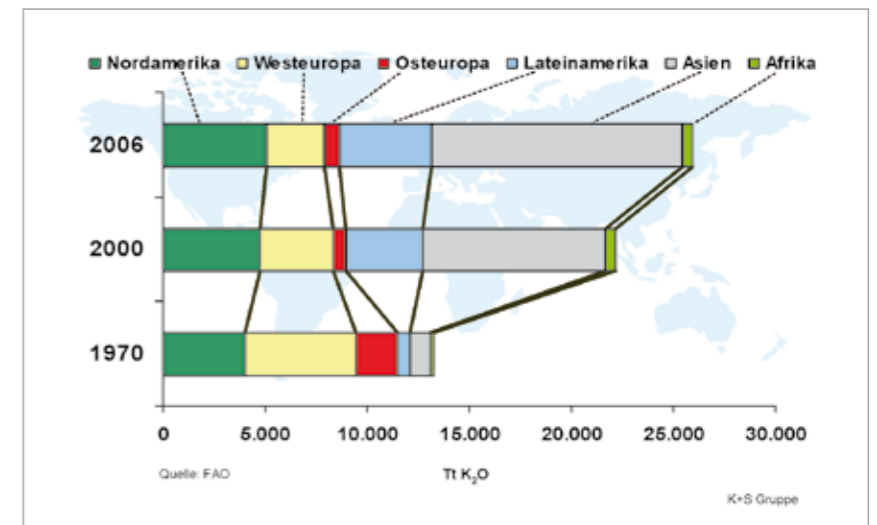


Abb. 8: Kali-Düngemittelverbrauch in ausgesuchten Regionen / Potash Consumption in Selected Regions

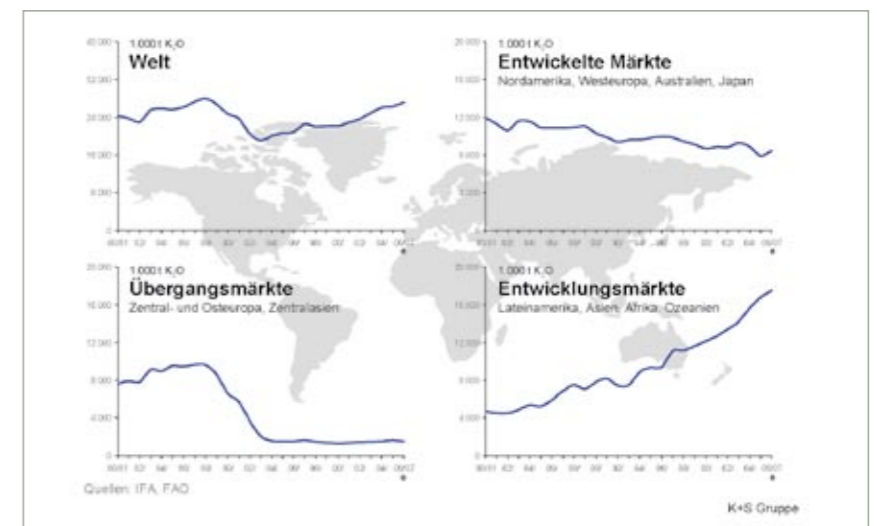


Abb. 9: Landwirtschaftlicher Kaliverbrauch nach Regionen / Agricultural Potash Consumption by Regions

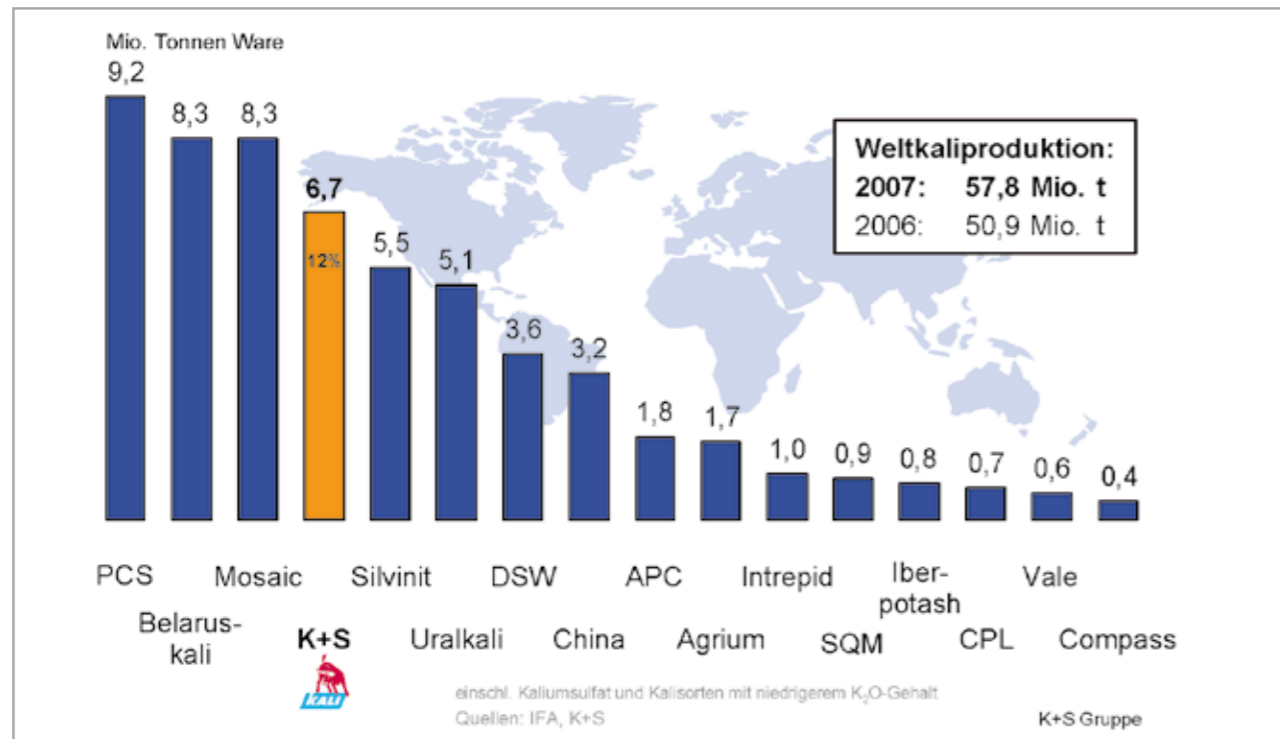


Abb. 10: Anteile an der Weltkaliproduktion 2007 / Shares of World Potash Production

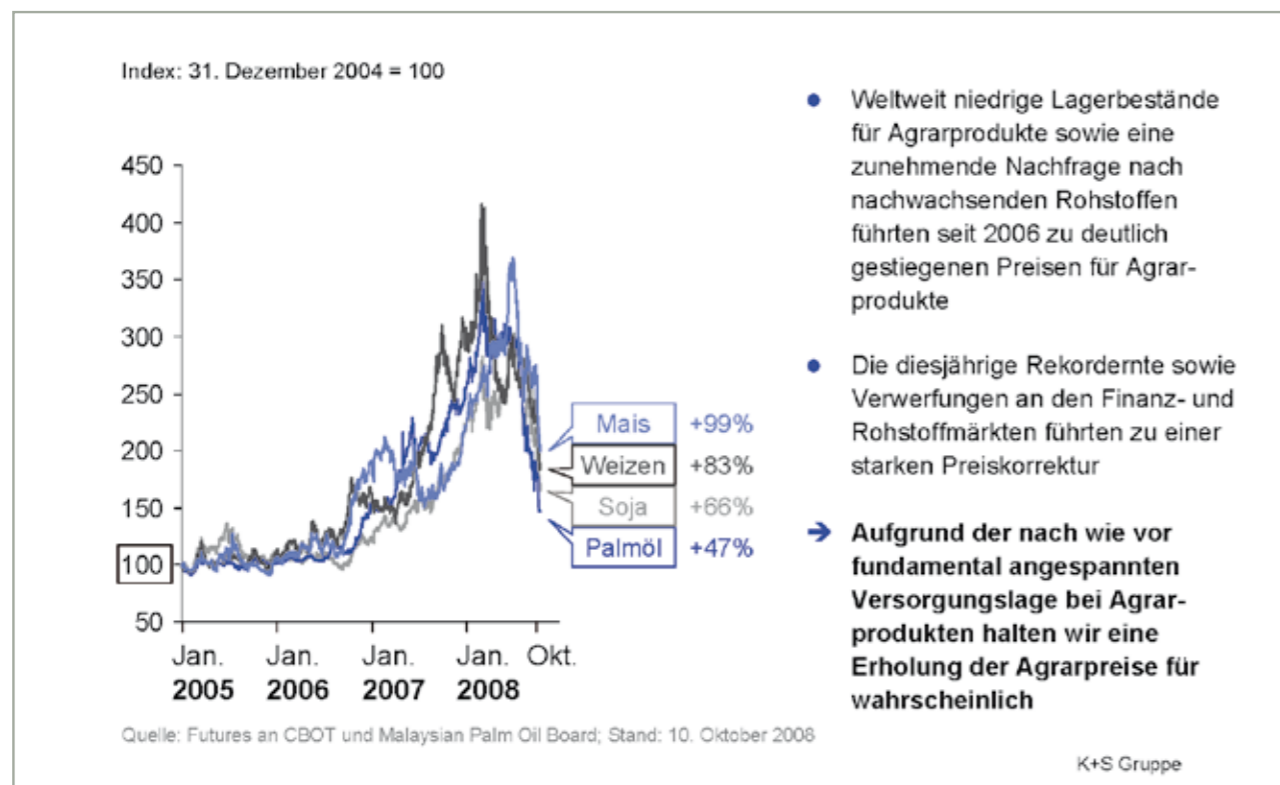


Abb. 11: Höhere Preise für Agrarprodukte / Prices of Agricultural Product

bis Ende der 90er Jahre war der Kalimarkt jedoch von Überkapazitäten gekennzeichnet. Erst seit etwa dem Jahr 2000 näherte sich die Nachfrage den zur Verfügung stehenden Kapazitäten an.

Mit einem weltweiten Kaliabsatz von rund 59 Mio. t im Jahr 2007 wurde ein neuer vorläufiger Höchstwert beim Absatz markiert. Gegenüber dem durch Sondereinflüsse geprägten Vorjahr bedeutete dieser Wert einen Zuwachs von 8 Mio. t Ware (+16%). Ein höherer Absatz als im Vorjahreszeitraum war in allen Regionen zu verzeichnen.

Wesentlicher Motor für die stark gestiegene Nachfrage nach Kaliumdüngemitteln war die Region Asien. Die gute wirtschaftliche Entwicklung in dieser Region und die Notwendigkeit der Versorgung der besonders in dieser Region stark wachsenden Bevölkerung mit quantitativ ausreichenden und qualitativ akzeptierten Nahrungsmitteln machten die Steigerung der Pflanzenproduktion notwendig. Die Bedeutung dieser Region für den Kalimarkt verdeutlichen die Abbildungen 8 und 9.

Die Zahl der Produzenten sowie der Produktionseinrichtungen hat sich in der jüngeren Vergangenheit nicht nachhaltig geändert. Der Aufbau neuer Kapazitäten war unter ökonomischen Gesichtspunkten nicht sinnvoll. Ein bis vor kurzem schwaches Preisniveau in Verbindung mit hohem Investitionsaufwand und das erhöhte Risiko für Unternehmen mit Bergbauaktivitäten machten ein Engage-

ment in der Kaliproduktion bislang wenig reizvoll. Die größten Kaliproduzenten sind heute in Canada und Weißrussland zu finden, die deutsche K+S KALI GmbH liegt mit einer Produktion von 6,7 Mio. t Ware an vierter Stelle der Weltkaliproduzenten (Abb. 10). Im Jahr 2007 mussten alle Kapazitäten genutzt werden, um die starke Nachfrage nach Kalidüngemitteln zu bedienen. Mit 57,8 Mio. t Produktion konnte diese Nachfrage nur durch Rückgriff auf vorhandene Lagerbestände bedient werden.

Aktuelle Situation

Im ersten Halbjahr des Jahres 2008 wurde der weltweite Absatz an Kaliumdüngemitteln nochmals gesteigert. Mit über 31 Mio. t Ware übertraf dieser Wert die Vorjahreslieferungen um knapp 5%. Niedrige Lagerbestände bei den Produzenten und eine Nachfrage, die mindestens auf dem Niveau der Produktion lag, verursachten weltweit temporäre Lieferengpässe mit deutlichen Verzögerungen bei den Lieferterminen.

Im dritten Quartal führten rückläufige Preise für Agrarrohstoffe (Abb. 11) und die zunehmend stärker um sich greifende weltweite Finanzkrise zu einer zurückhaltenden Ordertätigkeit in einigen Regionen. In diesen Regionen – und hierbei handelt es sich vor allem um Europa und Lateinamerika – kam die Warenbewegung im vierten Quartal fast gänzlich zum Erliegen. Als Folge der unerwartet schwachen Abnahme von

Kaliumdüngemitteln verringern einige Produzenten ihr Angebot bis zum Jahresende. So wird z. B. die K+S KALI GmbH ihre Produktion bis zum Jahresende um rund 400.000 t Ware reduzieren.

Ausblick

Die Entwicklung auf den Agrarmärkten der Welt, wie auch auf dem Düngemittelmarkt, wird in der näheren Zukunft durch die Finanzkrise und den damit einhergehenden Vertrauensverlust bei der Bevölkerung geprägt sein. Auch der Agrarsektor kann sich diesen negativen Einflüssen nicht entziehen und ist auf eine rasche Normalisierung der Rahmenbedingungen angewiesen.

Ungeachtet dieser zurzeit negativen Wirtschaftsfaktoren sind die fundamentalen Marktdaten hinsichtlich des Absatzes von Düngemitteln positiv zu sehen. Die Versorgung der wachsenden Weltbevölkerung mit Nahrungsmitteln, veränderte Ernährungsgewohnheiten sowie die Entwicklungen bei Bioenergie, in Kombination mit nur begrenzt zur Verfügung stehender Ackerfläche weltweit, müssen in einer höheren Produktion von Pflanzen münden, wenn die Nachfrage global gedeckt werden soll. Eine nachhaltige Düngung ist die Maßnahme, die die Erträge mit am deutlichsten positiv beeinflusst. Aufgrund dieser Faktoren ist von einer steigenden Nachfrage nach Düngemitteln, insbesondere auch nach Kaliumdüngemitteln auszugehen.

Flüssigkeitsdichte Verwahrung von Schächten



Dr.-Ing. Thomas Wilsnack, IBeWa-Ingenieurpartnerschaft, Freiberg



Prof. Dr.-Ing. i. R. Peter Sitz, TU Bergakademie Freiberg, Institut für Bergbau und Spezialtiefbau



Karl-Heinz Heine, Bergbau-Ing., K+S Aktiengesellschaft, Inaktive Werke, Bad Salzdetfurth



Klaus Rumphorst, Dipl.-Ing., K+S Aktiengesellschaft, Inaktive Werke, Bad Salzdetfurth



Frank Hunstock, Dipl.-Geol., K+S Aktiengesellschaft, Bergbau, Kassel

Im Zuge von Ausnahmeregelungen besteht für Kalisalzgruben mit großen, nicht versetzten Carnallitabbau und/oder Einlagerungen von schadstoffhaltigen Materialien (Untertagedeponien) die Möglichkeit einer luftgefüllten Verwahrung des Grubengebäudes. Grundvoraussetzungen für diese trockene Verwahrung sind ein trockenes Grubengebäude und die langzeitstabile, flüssigkeitsdichte Verfüllung der Schachtzugänge zum Grubengebäude. Auf der Grundlage langjähriger Forschungs- und Entwicklungsleistungen auf dem Gebiet der langzeitbeständigen Dicht- und Verfüllmaterialien wurden in einem Forschungsvorhaben unter der Leitung der K+S Aktiengesellschaft ein Konzept für die flüssigkeitsdichte Verwahrung von Schächten entwickelt und die einzelnen Segmente der Verfüllsäule erfolgreich getestet. Das entwickelte Grundkonzept wurde für die Verwahrung der drei Tagesschächte der Kalisalzgrube Salzdetfurth umgesetzt und ist für sechs Schächte des Werra-Kalireviers vorgesehen. Die nachfolgende Publikation gibt einen zusammenfassenden Überblick zum Grundkonzept der Verwahrung, zur Entwicklung und dem Test einzelner Segmente der Verfüllsäule und zu den Erfahrungen aus der praktischen Umsetzung bei der Verwahrung der Schächte SA I und SA II der Grube Salzdetfurth.

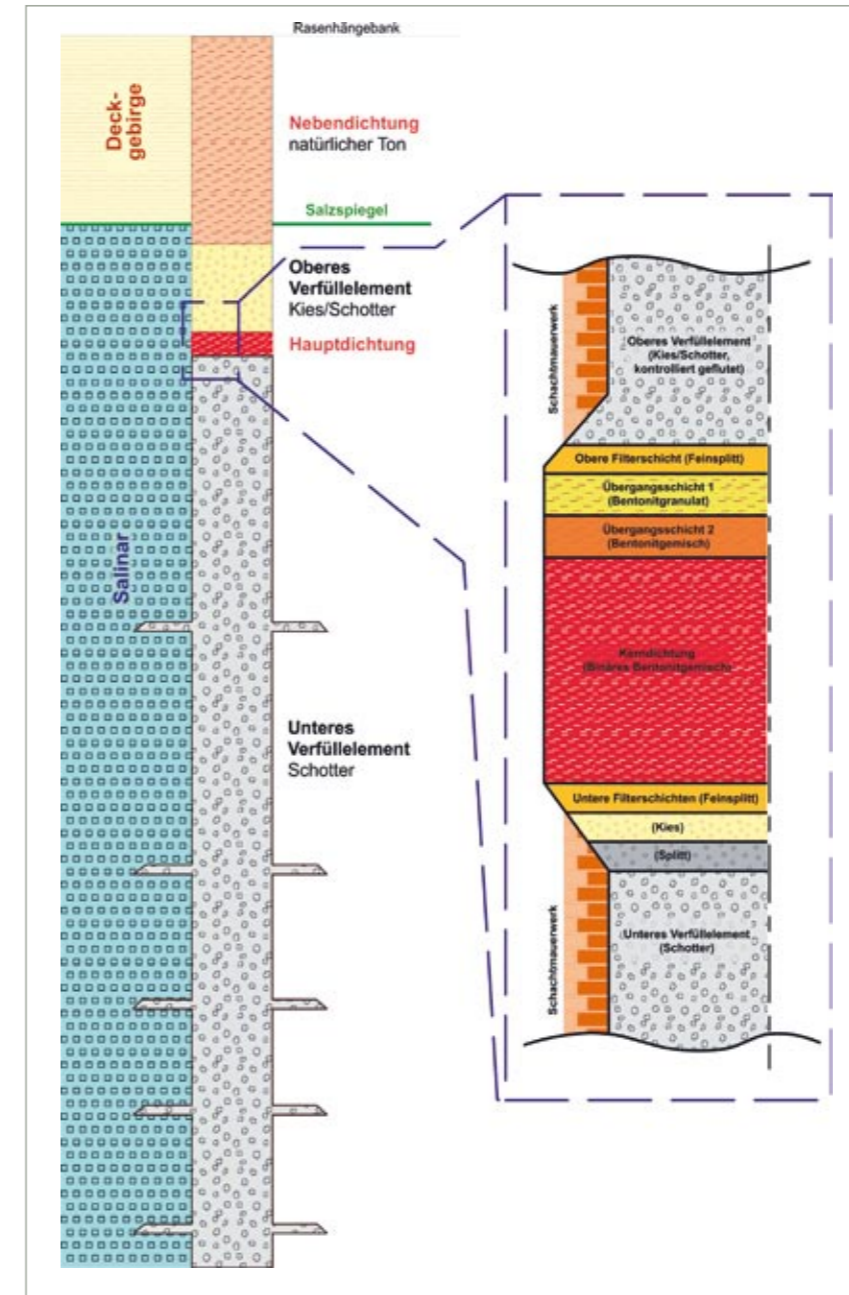


Abb. 1: Grundkonzept der Verfüllsäule und des Aufbaus der Hauptdichtung / Basic concept of the backfill column and the mean sealing

1 Situation

Das Vorhandensein großräumiger, nicht versetzter carnallitischer Grubenbereiche und/oder die Nutzung von Teilen des Grubengebäudes für die Einlagerung schadstoffhaltiger Materialien (Untertagedeponien)

schließt für einzelne Grubengebäude eine flüssigkeitserfüllte Verwahrung des Grubengebäudes entsprechend der Forderung des §7 Absatz 3 der Allgemeinen Bergverordnung (ABVO) aus. Die Stilllegung entsprechender Gruben ohne

Flutung gewinnt an Bedeutung, da die für die Flutung erforderlichen $MgCl_2$ -Lösungen vielfach nicht zeitgerecht in großen Mengen zur Verfügung stehen und alle Nassverwahrungsvarianten mit nicht gesättigten Lösungen bei großflächigem Carnallitabbau zu gebirgsmechanisch kritischen Situationen führen würden.

Die luftgefüllte Stilllegung eines Grubengebäudes erfordert den langzeitsicheren, flüssigkeitsdichten Verschluss der Schächte unterhalb der letzten grundwasserführenden Schicht des Deckgebirges. Das schließt ebenso die grundsätzliche Dichtheit des Bergwerkes zum Liegenden hin ein.

Unter der Leitung der K+S Aktiengesellschaft wurde in dem Forschungsvorhaben /K+S-1, 2002/ ein Konzept für eine flüssigkeitsdichte Verwahrung eines Schachtes entwickelt und getestet. Auf der Grundlage von erfolgreichen Funktionstests für unterschiedliche Segmente des Verschlusssystems wurde ein Grundkonzept für die flüssigkeitsdichte Verwahrung eines Schachtes entwickelt und auf drei Schächte der Grube Salzdetfurth angewendet.

2. Flüssigkeitsdichte Schachtverwahrung

2.1 Grundkonzept

Zur langzeitstabilen, flüssigkeitsdichten Abdichtung eines Schachtquerschnittes erfolgt der Einbau eines hydraulischen Dichtbauwerkes aus hoch quellfähigem Bentonit – Hauptdichtung – in eine flächenhaft ausgebildete, gering-

permeable Barrierschicht im Salinar- oder Deckgebirge unterhalb der letzten grundwasserführenden Schicht. Im Einbaubereich der Hauptdichtung wird der Mauerwerksausbau vollständig geraubt und die höher permeable Auflockerungszone des Gebirges nachgeschritten. Auf der Grundlage der geringen Permeabilität des Bentonits und des hohen Quelldruckes wird eine hydraulische Abdichtung des Schachtquerschnittes gewährleistet. Schachtbereiche mit einem wasserdichten Ausbau – Tübbinge, Vorbausäulen, Küvelagen – werden nicht als Einbaubereich der Hauptdichtung gewählt.

Durch eine zusätzliche hydraulische Nebendichtung aus gering permeablem, natürlichem Ton, im Bereich des Deckgebirges (Deckgebirgsdichtung), wird das Sicherheitsniveau der hydraulischen Schachtabdichtung nochmals erhöht. In Abhängigkeit von der hydrogeologischen Situation und den bergtechnischen Gegebenheiten im Schacht erfolgt auch für die Nebendichtung, zur Gewährleistung einer hohen hydraulischen Barrierewirkung, eine direkte Anbindung an das Gebirge. Ist dies nicht möglich, wird die Dichtwirkung der Nebendichtung durch das Gesamtsystem aus Dichtmaterial im Schachtquerschnitt sowie der Permeabilität des Verbundes von Ausbau, Kontaktbereich zum Gebirge und Auflockerungszone im Gebirge bestimmt. In Abhängigkeit von den geologischen und bergtechnischen Gegebenheiten im Schacht sollte die Nebendichtung den Bereich unterhalb des Salinarspiegels so weit wie möglich überdecken.

Durch den Einbau setzungsstabiler Verfüllabschnitte aus kohäsionslosen, natürlichen Materialien wird die Positionsstabilität der Dichtungen gesichert. Unter Berücksichtigung der, in Abhängigkeit von der geologischen Situation, langfristig zu erwartenden Gebirgskonvergenz erhöht sich das Sicherheitsniveau der Verfüllsäule.

Die Langzeitstabilität des Abdichtungs- und Verfüllsystems wird durch den Einsatz von Verfüll- und Dichtmaterialien, für die aus natürlichen Analoga eine Korrosionsbeständigkeit im salinaren Milieu abgeleitet werden kann, gewährleistet.

In Abbildung 1 ist schematisch das Grundkonzept einer flüssigkeitsdichten Schachtverwahrung

für das Belastungsszenario einer Flüssigkeitsdruckbeaufschlagung aus dem Deckgebirge dargestellt. In Tabelle 1 wird die Funktion der einzelnen Segmente der Verfüllsäule kurz erläutert.

2.2 Materialauswahl

Für alle in der Verfüllsäule eingesetzten Materialien ergibt sich die wesentliche Grundanforderung einer Langzeitkorrosionsbeständigkeit unter den salinaren Milieubedingungen. Aus den Aufgaben, den Funktionsweisen und den Einbautechnologien ergeben sich zusätzliche Anforderungen an die einzelnen Materialien. Nachfolgend werden für die in Abbildung 1 dargestellten Segmente der Verfüllsäule die ausgewählten Materialien hin-

Bezeichnung		Funktion
Nebendichtung (Deckgebirgsdichtung)		Hydraulische Abdichtung der Schachtröhre im Bereich des Deckgebirges und Minimierung des Zutritts von chemisch ungesättigten Deckgebirgsässern an die Oberkante der Hauptdichtung, Vermeidung eines unkontrollierten, schlagartigen Kontaktes der Oberkante der Hauptdichtung zu chemisch ungesättigten Lösungen aus dem Deckgebirge.
Verfüllelement	Oberes Verfüllelement	setzungstabile Verfüllung der Schachtröhre, Auflast auf die Hauptdichtung, Schaffung eines langzeitbeständigen Porenraumes.
	Obere Filterschicht	Vergleichmäßigung der hydraulischen Anströmung (Obere Filterschicht), Gewährleistung einer Volumenbegrenzung für das quellende Dichtmaterial der Übergangsschicht 1, Vermeidung eines Einpressens von quellendem Bentonit in das Obere Verfüllelement.
Hauptdichtung	Übergangsschicht 1	Vergleichmäßigung der hydraulischen Anströmung der Kerndichtung durch Abstufung der hydraulischen Leitfähigkeit ($\sigma_{\text{Übergangsschicht 1}} > \sigma_{\text{Kerndichtung 2}}$).
	Übergangsschicht 2	Vermeidung eines schlagartigen Kontaktes der Kerndichtung zu zuströmenden Lösungen.
	Kerndichtung	Hydraulische Querschnittsabdichtung gegenüber Flüssigkeiten aus dem Hangenden, Volumenbegrenzung für das quellende binäre Bentonitmisch 1+ der Kerndichtung, Vermeidung des Einpressens von quellendem Bentonit in das Untere Verfüllelement, Vermeidung des Funktionsverlustes der Kerndichtung durch Feststofftransport durch abgestufte Korngröße.
Verfüllelement	Untere Filterschichten	setzungstabile Verfüllung der an den Schacht angeschlossenen Streckenzugänge, Füllorte und Versatzbunker, Vermeidung des Einpressens von quellendem Bentonit in das Untere Verfüllelement.
	Unteres Verfüllelement	setzungstabile Verfüllung der Schachtröhre, Auflast auf die Hauptdichtung.

Tab. 1: Aufbau der Verfüllsäule und Funktionen der einzelnen Segmente der Verfüllsäule / Design of the backfill column and function of several parts

sichtlich ihrer Anforderungen und Eigenschaften kurz vorgestellt.

Kohäsionsloses Verfüllmaterial

Für die setzungsarmen Verfüllelemente (Oberes und Unteres Verfüllelement) kommt ein Hartgesteinsschotter (Diabas- oder Basalt-Schotter) zum Einsatz. Für Basalt ist mit den Basalt-Intrusionen im Werra-Kalirevier /Koch & Vogel, 1980; Knipping, 1993/ ein natürliches Analogon für die Langzeitbeständigkeit unter den salinaren Milieubedingungen gegeben. Der Diabas wird als vergleichbarer Vulkanit angesehen /K+S-1, 2002/.

Der Hartgesteinsschotter stellt ein ruhendes Schüttgut in einer Schachtröhre dar. In Abhängigkeit vom Winkel der inneren Reibung, vom Wandreibungsbeiwert des Schotters an der Schachtwandung und dem Flächen-Umfang-Verhältnis des Schachtes werden durch den kohäsionslos eingebauten Schotter neben Druckspannungen auch Schubspannungen auf die Schachtwandung übertragen. Diese Wandschubspannungen sind umso größer, je höher der horizontale Druck auf die Wandung ist. Sie führen zum Lastabtrag der Schüttgutsäule und in der Folge zu einer nichtlinearen Druckzunahme mit der Teufe. Dieser Effekt führt dazu, dass nahezu die gesamte Gewichtskraft in das Gebirge eingetragen wird. Dieser als Siloeffekt bezeichnete Lastabtrag bewirkt, dass nur ein Bruchteil der Gewichtskraft der Schottersäule an der Auflagefläche wirksam wird.

In einem Teilvorhaben des Forschungsvorhabens „Schachtverschluss Salzdetfurth“ /K+S-1, 2002/ wurden in einem Großversuch im

Schacht SA II der Grube Salzdetfurth eine Technologie für den Einbau des Schotters entwickelt sowie das Setzungsverhalten einer 260 m langen Schottersäule untersucht. Mit diesem großtechnischen Versuch konnte gezeigt werden, dass für eine Säule aus angefeuchtet eingebrachtem Schotter, eine entsprechende Vorbereitung der Auflagefläche der Schottersäule und der an den Schacht angeschlagenen Füllorte vorausgesetzt, Setzungen in der Größenordnung von wenigen Millimetern auftreten. Aus den Druckmessungen in der Schottersäule wurde für die Dimension des Schachtes ab einer Schütthöhe von >10 m keine Änderung der Druckreaktion mehr gemessen, was auf die Silowirkung zurückzuführen ist.

Dichtmaterial Hauptdichtung

Im Ergebnis von umfangreichen laborativen und halbtechnischen Untersuchungen an unterschiedlichen Tonmaterialien wurde für die Ausführung der hydraulischen Querschnittsabdichtung ein Calciumbentonit ausgewählt /Schmidt et al., 1992; IBB-1, 1997; Erhardt, 2001; Sitz & Gruner, 1997; Sitz et al., 2003/. Im Kontakt zu Flüssigkeiten entwickelt der Bentonit auf Grund des hohen Montmorillonitgehaltes von 60 bis 72 Ma.-% bei Volumenbegrenzung einen hohen Quelldruck und im ausgequollenen Zustand eine geringe Permeabilität. Tabelle 2 fasst einzelne Eigenschaften des Tons gegenüber gesättigter NaCl-Lösung zusammen. Die Ausbildung eines Quelldruckes stellt eine wesentliche Voraussetzung für die hydraulische Abdichtung des Kontaktbereiches zwischen der

Dichtung und dem Gebirgsstoß dar und gewährleistet eine Verspannung der Dichtung in der Schachtkontur (Lastabtrag). Darüber hinaus gewährleistet er eine Abdichtung des für Dichtbauwerke im Salinargebirge kritischen Kontaktbereiches zwischen Dichtbaustoff und Gebirgskontur.

Die Existenz von Salinarformationen über geologische Zeiträume ist vielfach an die hydraulische Barrierewirkung mächtiger Tonformationen im Deckgebirge des Salinars (z. B. Oberer Werra-Ton – Werra-Kalirevier) gebunden. Darüber hinaus sind z.T. mächtige Tonlagen Bestandteil der unterschiedlichen Salinarfolgen (Roter Salzton – Grube Salzdetfurth). Aus diesen natürlichen Analoga kann auf eine Langzeitbeständigkeit des ausgewählten Bentonits im salinaren Milieu geschlossen werden. Langfristig kann für den Calciumbentonit eine Umwandlung über einen Natriumbentonit zu einer stabilen illitischen Kristallstruktur ausgegangen werden /Jasmund & Lagaly, 1993/. Diese weist nicht mehr den für die Anfangsphase (tausende Jahre) wichtigen Quelldruck auf (wird durch auflaufende Konvergenz ausgeglichen), gewährleistet jedoch für geologische Zeiträume eine sehr geringe Permeabilität und damit eine hydraulische Barrierewirkung. Für die Einstellung eines möglichst hohen Quelldruckes und einer geringen Permeabilität werden für die einzelnen Segmente des Dichtbauwerkes vorkompaktierte Bentonitmaterialien mit unterschiedlichen Kornbändern und Mischungsverhältnissen entsprechend Abbildung 2 eingesetzt. Im Ergebnis eines auf-



Abb. 2: Bentonitmaterialien a.) Bentonitgranulat 0–3 mm, b.) Bentonitpresslinge, c.) binäres Gemisch im Einbauzustand / *Bentonite materials*

Parameter	Einheit	Wert
Montmorillonitgehalt	Ma.-%	60 – 72
Wassergehalt	Ma.-%	7 – 10
Quelldruck gegenüber NaCl-Lösung (Einbautrockendichte 1,7 g/cm ³)	MPa	1,0 – 1,5
Permeabilität gegenüber NaCl-Lösung (Einbautrockendichte 1,7 g/cm ³)	m ²	≤ 10 ⁻¹⁸

Tab. 2: Hydraulische und geotechnische Eigenschaften der verwendeten Bentonitmaterialien / *Hydraulic and geotechnical properties of applied bentonite materials*

wendigen Entwicklungsprozesses zur Herstellungstechnologie werden die unterschiedlichen Bentonitmaterialien durch die K+S KALI GmbH am Standort Bergmannsseen-Hugo in hoher Qualität hergestellt. Die Produktion der Materialien unterliegt kontinuierlich einer detaillierten Qualitätsüberwachung zur Gewährleistung gleichbleibender Materialeigenschaften.

Dichtmaterial Nebendichtung

Für die Nebendichtung kommt ein natürlicher, plastischer, geringpermeabler Ton mit einer hohen Ein-

baudichte zum Einsatz. Für diesen Ton ist im Vorfeld der Nachweis seiner Eignung als Dichtbaustoff gegenüber salinaren Lösungen zu führen.

2.3 Standortauswahl für die Hauptdichtung

Ausgehend von der Aufgabe einer hydraulischen Querschnittabdichtung der Schachtröhre ergeben sich für eine Hauptdichtung folgende Anforderungen an die Positionierung:

- Positionierung in einem möglichst mächtigen, geringper-

meablen natürlichen Barrierehorizont unterhalb des letzten grundwasserführenden/flüssigkeitsführenden Horizontes,

- Nachweis einer kompakten, gleich bleibenden geologischen Situation im Einbaubereich; frei von Störungen/Verwerfungen und Einlagerungen leichtlöslicher Gesteine, die zu einer Umströmung bzw. einem hydraulischen Kurzschluss über die Dichtung führen können,
- Nachweis einer geringen Permeabilität des Barrierehorizontes im Einbaubereich der Dichtung; Ermittlung der Eindringtiefe der Auflockerungszone im Gebirge,
- Ermittlung der geomechanischen Situation im Einbaubereich (Konvergenz, Standfestigkeit) und des Einflusses einer Ausbaubearbeitung auf die zeitabhängige Entwicklung der Konvergenz und des Permeabilitätsverhaltens.

Die geologische Ansprache des Standortes erfolgt im ersten Schritt aus den vorliegenden Unterlagen zum Abteufen des Schachtes und der Auswertung von vorbereiten-

den Erkundungsbohrungen. Die abschließende Festlegung des Einbaustandortes unter geologischen Gesichtspunkten ist erst nach einer Beraubung des Schachtausbaus möglich.

Die für die Standortauswahl und die Dimensionierung des Bauwerkes wesentlichen Kenntnisse zur hydraulischen Leitfähigkeit des Barrierehorizontes und zur Ausbildung des Auflockerungsbereiches im Gebirge können aus in-situ-Permeabilitätsuntersuchungen gewonnen werden [u.a. Voigt et al., 2002]. In Abhängigkeit von der Teufe und der geologischen Situation des Einbaubereiches gewinnt die zeitabhängige Entwicklung der Permeabilität des Gebirges an Bedeutung für die Dimensionierung des Bauwerkes und die Ablaufplanung der Arbeiten im Schacht. In jedem Fall sollte der Zeitraum zwischen dem Ausrauben des Ausbaus und dem Einbau der Dichtung so kurz wie technologisch möglich gehalten werden.

Aktuell vorliegende Erfahrungen aus in-situ-Permeabilitätsmessungen in Schachtröhren weisen für Steinsalzgebirge in ausgebauten Schächten für den Teufenbereich von 200–500 m Gaspermeabilitäten <5·10⁻¹⁸m² nach [IBeWa-1, 2002]. Nach der Ausbaubearbeitung und dem Nachschnitt des Gebirges kommt es im Zeitraum von mehreren Monaten erneut zur Ausbildung einer höheren permeablen Auflockerungszone.

2.4 Einbau der Verfüllsäule

Für jedes Segment der Verfüllsäule bzw. für jeden Verfüllsäulenabschnitt ergeben sich aus der Aufgabenstellung und der Funktionswei-

se spezifische Anforderungen an die Einbauqualität und die daraus resultierende Einbautechnologie. Ausgehend von der Aufgabenstellung der einzelnen Verfüllsäulenabschnitte werden nachfolgend die wesentlichen Anforderungen und technologischen Konzepte für den Einbau vorgestellt.

2.4.1 Verfüllelemente im Liegenden der Hauptdichtung (Unteres Verfüllelement)

Das oder die Verfüllelemente im Liegenden der Hauptdichtung füllen den verbliebenen Schachtquerschnitt aus und bilden langfristig ein Widerlager für die auflaufende Konvergenz des Salinargebirges. Neben dieser lastabtragenden Funktion übernimmt dieser Verfüllsäulenabschnitt die Funktion eines setzungsstabilen Widerlagers der Hauptdichtung. Die Auslaufsicherheit im Bereich der Füllorte und Strecken und die Setzungsstabilität des Verfüllsäulenabschnittes sind ausschlaggebend für die Funktionsfähigkeit der Hauptdichtung. Auf die Materialanforderungen des einzusetzenden kohäsionslosen Verfüllmaterials wurde bereits im Abschnitt 2.2 eingegangen. Der Einbaubereich des Verfüllelementes ist durch folgende Maßnahmen vorzubereiten:

- Schaffung einer langzeitstabilen, standsicheren Gründungsfläche für die Verfüllsäule im Schachtsumpf,
- Ausrauben loser, hohl liegender und gebräucher Ausbaubereich im Bereich des Schachtausbaus,
- Vorbereitung der an den Schacht angeschlagenen Füllorte entsprechend den einschlägigen Erfah-

rungen zur auslaufsicheren Verfüllung von Füllorten [K+S-1, 2002/],

- Ausrauben aller Schachteinbauten (u.a. Spurlatten, Holzeinstriche, Holzstummel).

2.4.2 Hauptdichtung

Im Einbaubereich der Hauptdichtung werden der Ausbau und die aufgelockerte Zone des Gebirges geraubt. Die Tiefe des zu raubenden Gebirges wird aus den Ergebnissen der in-situ-Permeabilitätsuntersuchungen im Zusammenhang mit der Standortuntersuchung ermittelt. An den Einbaubereich werden, neben den geologischen und hydrogeologischen Anforderungen (Abschnitt 2.1), folgende bautechnische Anforderungen gestellt:

- Unebenheit der Oberfläche < 3 mm,
- keine vertikale Aufweitung des geschnittenen Bereiches,
- Gestaltung der Ober- und Unterkante des Einbaubereiches in Abhängigkeit vom Schüttverhalten der in diesem Bereich verwendeten Verfüllmaterialien,
- Vermeidung jeglicher Feuchtigkeit am Schachtstoß,
- Reduzierung der offenen Standzeit des Einbaubereiches auf ein technologisch machbares Minimum.

Der Einbau der unterschiedlichen Bentonitmaterialien für die drei Segmente der Hauptdichtung – Kerndichtung aus binärem Gemisch, Übergangsschicht 2 aus Bentonitgemisch, Übergangsschicht 1 Bentonitgranulat – erfolgt in unterschiedlich mächtigen Einbaulagen je Segment mit einer jeweils angepassten Einbautech-

	Schüttichte	Pressdichte	Komgrößerverteilung	Wassergehalt	Sturzfestigkeit	Bentonitgehalt	Permeabilität	Quelldruck
Mehl				x		x		x
Granulat	x		x	x				x
Presslinge		x		x	x			
binäres Gemisch							x	x

Tab. 3: Übersicht der Untersuchungen zur Eignungsprüfung der Bentonitmaterialien / Tests of bentonite materials

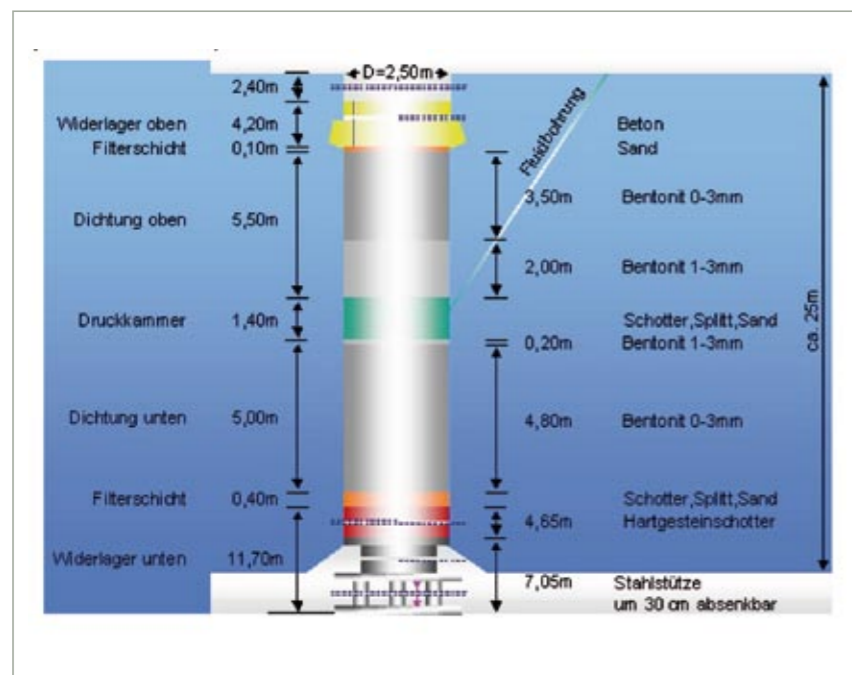


Abb. 3: Schematische Darstellung des Dichtbauwerkes aus Bentonitmaterialien / K+S-1, 2002 / Schematic presentation of a shaft sealing consisting of bentonite materials

nologie und einem abgestimmten Verdichtungsregime. Die verwendeten Bentonitmaterialien werden vor dem Einbau beprobt und eine Eignungsprüfung durchgeführt. Die Prüfparameter und die Qualitätskriterien wurden im Ergebnis von umfangreichen Labor- und

Technikumsuntersuchungen definiert. Tabelle 3 zeigt eine Auswahl der materialbezogen zu prüfenden Parameter. Die Einhaltung der Qualitätskriterien ist die Grundlage für das Erreichen der hohen Einbaudichte, des hohen Quelldruckes und der

geringen Permeabilität.

Im Verlauf des Einbaus der Segmente der Dichtung erfolgen kontinuierlich die Erfassung der Einbaumassen und die marksscheiderische Einmessung jeder Einbaulage (Volumenbestimmung). Neben der Überwachung der einzelnen Arbeitsschritte der Einbautechnologie ist die Einbaudichte das wesentliche Qualitätskriterium der Eigen- und Fremdüberwachung des Einbaus.

3 Funktionsnachweis im großtechnischen Versuch

Das im Abschnitt 2 dargestellte Grundkonzept der Schachtverwahrung, im Besonderen der hydraulischen Dichtung und der setzungsarmen Verfüllsäule aus Hartgesteinsschotter, wurde in einem Forschungsvorhaben unter der Leitung der K+S Aktiengesellschaft (gefördert durch das BMBF; /K+S-1, 2002/) in einem großtechnischen Versuch getestet. Das Forschungsvorhaben beinhaltet folgende Schwerpunkte:

1. Testung einer hydraulischen Dichtung aus binärem Bentonitgemisch (s. Abbildung 1)
- Herstellung einer geeigneten Schachtkontur in einem Bohrschacht mit 2,5 m Durchmesser,
- Nachweis einer geeigneten Einbautechnologie zur Gewährleistung der erforderlichen Einbaudichte des binären Gemisches,
- Druckbeaufschlagung des Dichtbauwerkes bis zu einem hydraulischen Druck von 70 bar,
- Rückbau des Bauwerkes und Nachweis des Aufsättigungs- und Dichtungsverhaltens des Bentonitbauwerkes.
2. Testung von Hartgesteinsschotter

als Verfüllmaterial in Füllorten und Schachtsäulen

- Nachweis eines geeigneten Konzeptes für die auslaufsichere Verfüllung von Füllorten und Strecken,
- Nachweis einer Einbautechnologie für den Schotter in einer Schachtsäule,
- Ermittlung des Setzungsverhaltens und des Lastabtrages über eine Schottersäule (Siloeffekt) im großtechnischen Maßstab für unterschiedliche Belastungssituationen.

Die Untersuchungen wurden in dem Kalibergwerk Salzdettfurth der K+S Aktiengesellschaft durchgeführt. Abbildung 3 zeigt schematisch den Aufbau des getesteten Dichtbauwerkes aus Bentonit (binäres Gemisch). Im Forschungsvorhaben wurde der Nachweis einer hydraulischen Dichtigkeit des Bentonitbauwerkes bei Druckbelastung von 40 bar über 140 Tage sowie einer Maximalbelastung von 70 bar über einen Zeitraum von 100 Tagen (Situation Untertagedeponie) geführt.

Die Untersuchungen an einer Verfüllsäule aus Diabas-Schotter (260 m Höhe; 4 angeschlagene Füllorte; lichter Schachtdurchmesser 5,2 m) haben den Nachweis erbracht, dass eine auslaufsichere Verfüllung von am Schacht angeschlagenen Strecken und Füllorten sowie der Einbau von setzungsstabilen Verfüllsäulen aus Hartgesteinsschotter möglich sind. Die Ergebnisse und Erfahrungen des Forschungsvorhabens zu den o.g. Untersuchungsschwerpunkten bildeten die Grundlage für die Entwicklung von Verwahrungskonzepten für die drei Schächte

der Kaligrube Salzdettfurth. Das Verwahrungskonzept wurde in den drei Schächten erfolgreich in hoher Qualität umgesetzt. Eine kurze Darstellung der Umsetzung des Verwahrungskonzeptes in den genannten zwei Schächten wird im nachfolgenden Abschnitt gegeben.

4 Verwahrung der Grube Salzdettfurth

4.1 Standortbeschreibung

Die Grube Salzdettfurth liegt im Bundesland Niedersachsen in unmittelbarer Nähe der Stadt Bad Salzdettfurth. Aus dem Grubengebäude wurden im Zeitraum 1899–1992 aus der Salinarstruktur des Hildesheimer Waldsattels Carnalit und Sylvinit (Gesamtförderung 84,8 Mio. t_{eff.}) aus der Staßfurt-Zechstein-Folge gewonnen. Abbildung 4 zeigt die geologische Struktur des Salzstockes auf einem N-S-Schnitt.

Auf Grund des hohen Anteils an verbleibendem Resthohlraum, den vorhandenen Carnalitabbauen und der Dichtigkeit des Grubengebäudes gegenüber Deckgebirgslösungen wurde eine

trockene Verwahrung der Grube vorgesehen.

4.2 Verwahrungskonzept

Das im Abschnitt 2.1 vorgestellte Grundkonzept einer Verfüllsäule wurde zum flüssigkeitsdichten Verschluss der drei Schächte der Grube Salzdettfurth umgesetzt. Am Beispiel des Schachtes SA I der Grube Salzdettfurth wird nachfolgend der Aufbau einer Verfüllsäule in einer Übersicht dargestellt. Der Ablauf der Verfüllarbeiten und einige wesentliche Ergebnisse der Verfüllung des Schachtes werden im Abschnitt 4.3 zusammengefasst.

Die hydraulische Abdichtung des Schachtes erfolgt über zwei unabhängig voneinander wirkenden Querschnittsabdichtungen im Schacht. Abbildung 5 stellt in einer Prinzipskizze den Aufbau der Verfüllsäule schematisch dar. Die Hauptdichtung im Teufenbereich 406 mT–412 mT ist in einem kompakten Steinsalzpaket des Jüngeren Leine-Steinsalzes im direkten Kontakt zum Gebirgsstoß – Ausbau geräumt – aus Bentonitmaterialien,

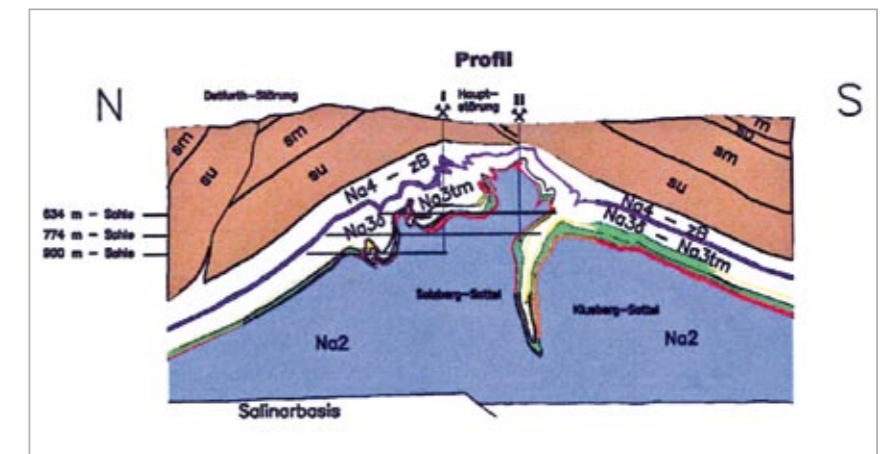


Abb. 4: N-S-Vertikalschnitt durch den Hildesheimer Waldsattel im Bereich der Schächte I und II der Grube Salzdettfurth nach Schachl und von Struensee / K+S-2, 2001 / N-S cross section of the Hildesheimer Waldsattel in the area of the shafts SA I and SA II of the mine Salzdettfurth from SCHACHL and VON STRUENSEE / K+S-2, 2001/

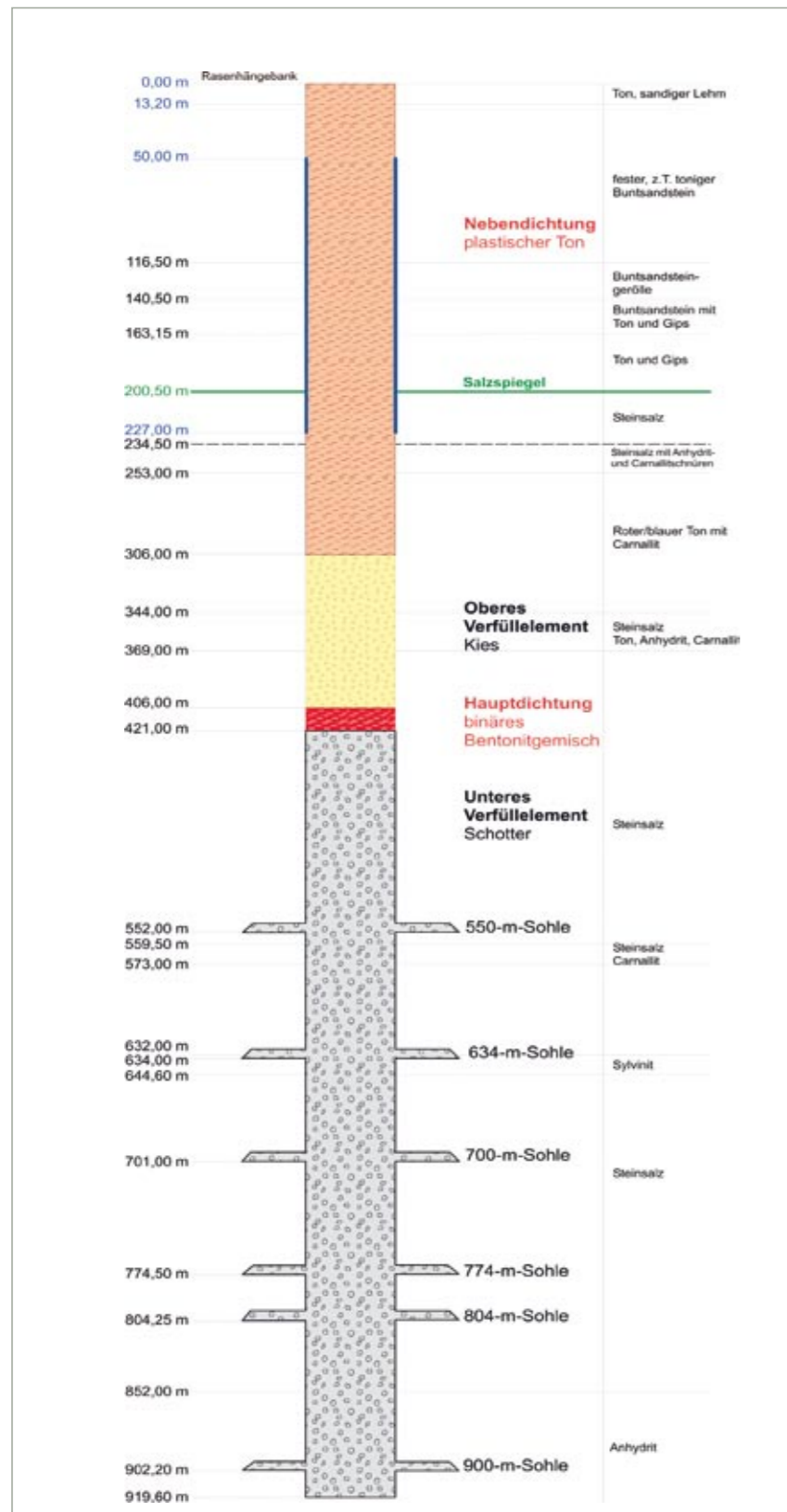


Abb. 5: Schematische Darstellung des Verwahrungskonzeptes für den Schacht SA 1 der Grube Salzdettfurth / Schematic presentation of the abandonment concept for shaft SA I of the mine Salzdettfurth

entsprechend der Erläuterungen im Abschnitt 2.2, ausgeführt. Zum Rauben des Ausbaus und dem Nachschnitt des Gebirges wurde eine von der K+S Aktiengesellschaft, Inaktive Werke, entwickelte und gebaute Schachtfräse (Abb. 6) eingesetzt. Die Nebendichtung im Teufenbereich 0 mT bis 306 mT wurde aus geringpermeablem, plastischem, natürlichem Ton hergestellt.

Die langzeitsichere vertikale Positionierung der Hauptdichtung wird durch eine setzungsstabile Verfüllsäule aus Diabas-Schotter gewährleistet. Die an den Schacht angeschlagenen Strecken und Füllorte sind, in Abhängigkeit von den wirksam werdenden Auflasten der Schottersäule, mit entsprechenden Verfüllabschnitten und stabilisierenden Vorschüttungen auslauf-sicher verfüllt.

Der Verfüllsäulenbereich zwischen der Hauptdichtung und der Nebendichtung wurde mit Quarzkies der Fraktion 8/32 verfüllt und kontrolliert mit NaCl-Lösung geflutet. Ziele der kontrollierten Flutung dieses Verfüllabschnittes waren:

- kontrollierte Aktivierung des Auf-sättigungs- und Quellprozesses in der Hauptdichtung durch stufenweise Flutung mit einer Lösung definierter Beschaffenheit (gesättigte NaCl-Lösung),
- Einstellung von definierten Bedingungen in der Beschaffenheit der die Hauptdichtung anströmenden Lösung über sehr lange Zeiträume.

4.3 Technologischer Ablauf

Der Einbau der Verfüllabschnitte und der Dichtungsbauwerke erfolgt in den Teilschritten:

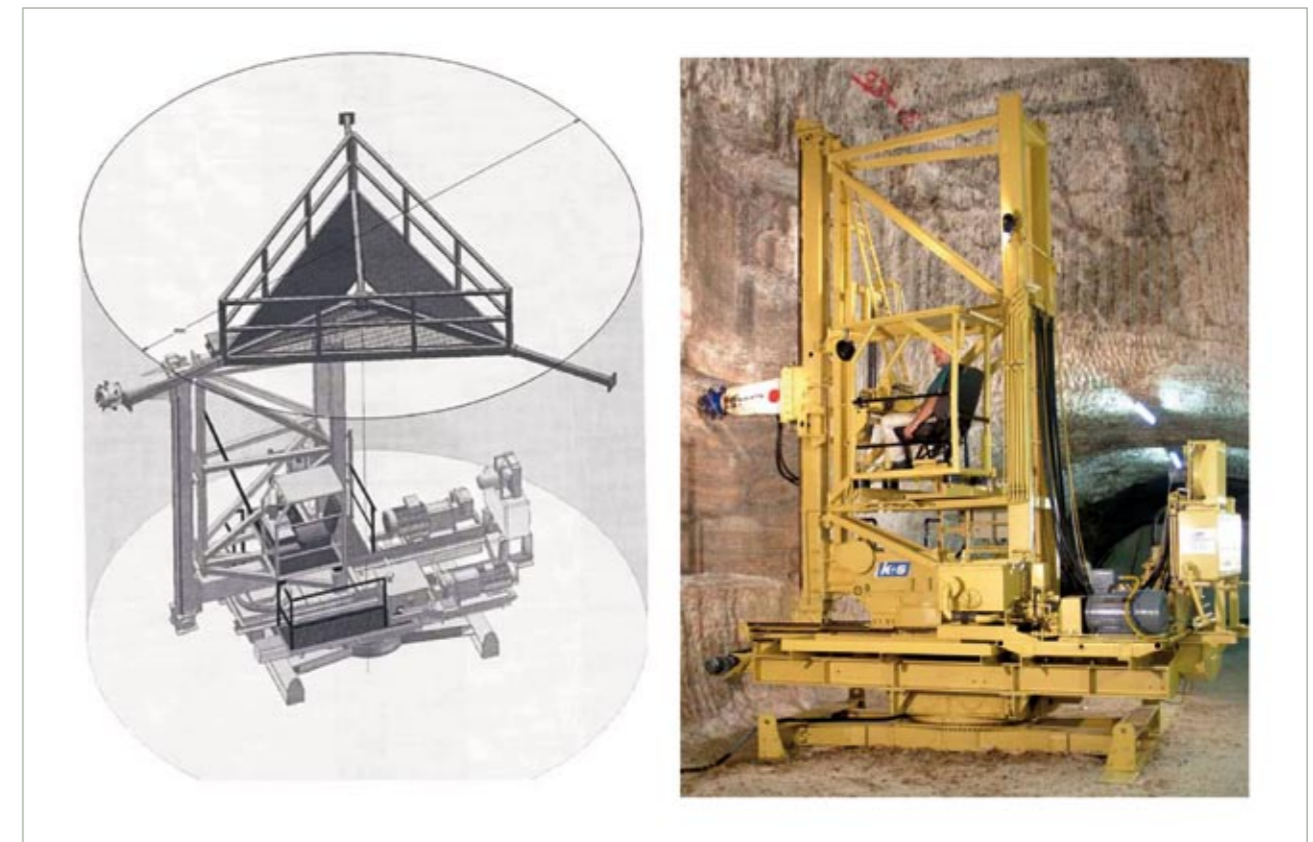


Abb. 6: Schachtfräse SF 01 für das Rauben des Ausbaus und das Schneiden des Gebirges / Shaft cutter SF 01 for drawing off the shaft support and cutting the rock

1. Vorbereitung des Schachtsumpfes, der Füllorte und Sohlen,
2. Einbau der Schachtfräse und Schneiden des Einbaubereiches für die Hauptdichtung,
3. Einbau der setzungsstabilen Schottersäule,
4. Einbau der Hauptdichtung,
5. Einbau des Oberen Verfüllelementes aus Quarzkies,
6. kontrollierte Flutung des Oberen Verfüllelementes,
7. Einbau der Deckgebirgsdichtung aus natürlichem, plastischem Ton.

Dieser technologische Ablauf wurde, schachtbezogen angepasst, für die Schächte SA II und SA III umgesetzt. Der gesamte Einbau wurde

kontinuierlich durch ein Qualitätsmanagement (Eigenschaften der eingesetzten Materialien, Einbautechnologie, Einbausergebnisse) begleitet. Die Ergebnisse dieser Qualitätsüberwachung wurden in einer Datenbank dokumentiert. In Auswertung der Qualitätsüberwachung des Einbaus kann für die durchgeführten Schachtverwahrungen eine Einhaltung der geforderten Qualitätskriterien nachgewiesen werden. Gestützt auf die Ergebnisse und Erfahrungen des Forschungsvorhabens „Schachtverschluss Salzdettfurth“ /K+S-1, 2002/ wurde insbesondere für die zwei Dichtungen eine ausgereifte Einbautechnologie entwickelt. Die Anforderungen an die Einbauqualität (u.a. Einbaudichte,

Quellverhalten, Bentonitgehalt) wurden über den gesamten Einbauprozess der Dichtelemente eingehalten und teilweise übertroffen.

5 Zusammenfassung

Für eine Reihe von Salzbergwerken besteht, auf Grund des hohen Anteils an nicht versetzten Carnallitabbauen sowie generell für Untertagedeponien, die Notwendigkeit einer trockenen Verwahrung des Grubengebäudes. Unter der Leitung der K+S Aktiengesellschaft wurde, aufbauend auf langjährigen Forschungen zur Entwicklung von Dicht- und Verfüllbaustoffen für das saline Milieu, ein Verwahrungskonzept für die flüssigkeitsdichte Verwahrung von Schachtröhren entwickelt. In den

größtechnischen Versuchen des Forschungsvorhabens „Schachtverschluss Salzdettfurth“ /K+S-1, 2002/ wurde nachgewiesen, dass:

- eine Querschnittsabdichtung aus binärem Bentonitgemisch mit direktem Kontakt zum Schachtstoß bis zu einem Flüssigkeitsdruck von 70 bar eine hydraulische Abdichtung des Schachtquerschnittes gewährleistet,
- mit Hartgesteinsschotter eine auslaufsichere Verfüllung von Strecken und Füllorten und der Einbau von setzungsstabilen Verfüllsäulen in Schächten möglich sind.

Ausgehend von den Ergebnissen und Erfahrungen des Forschungsvorhabens wurde das entwickelte Verwahrungskonzept für die Verwahrung der Schächte der Grube Salzdettfurth erfolgreich, in hoher Qualität angewendet. Die umfangreichen und detaillierten Erfahrungen und Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben und der Verwahrung der drei Schächte Salzdettfurth bilden die Grundlage für die Übertragung des Verwahrungskonzeptes auf weitere Gruben des Salzbergbaus.

6 Literatur

ABVO (1996): Allgemeine Bergverordnung über Untertagebetriebe, Tagebaue und Salinen im Oberbergamtsbezirk Clausthal-Zellerfeld
Ehrhardt, K. (2001): Entwicklung und Eigenschaftsuntersuchungen von schüttfähigen Bentonit- und Zuschlagstoff-Bentonit-Gemischen für den untertägigen Einsatz als Dichtmaterial. TU Bergakademie Freiberg, Dissertation
Heinemann, K.-H. (1991–2007): Prak-

tische und technische Umsetzung des Forschungsvorhabens und der Verwahrung der Schächte Salzdettfurth. Fachtechnische Informationen

IBB-1 (1997): Materialuntersuchungen für Mehrkomponentensysteme auf Ton/Bentonit-Basis für Dichtung und Lastabtrag mit hohem Rückhaltevermögen für den langzeit-sicheren Verschluss von UTD und Endlagern im Salinar. BMBF-gefördertes Forschungsvorhaben, F/E-Abschlussbericht, Förderkennzeichen: 02C0193, TU Bergakademie Freiberg, Institut für Bergbau

IBeWa-1 (2002): In-situ-Ermittlung der Konturpermeabilitäten an den Standorten der Dichtelemente in den drei Schächten des Bergwerkes Salzdettfurth. IBeWa-Ingenieurpartnerschaft im Auftrag der K+S Aktiengesellschaft (unveröffentlicht)

IBeWa-2 (2002): Verwahrungskonzepte für die Schächte 1, 2 und 3 des Werkes Salzdettfurth. Im Auftrag der K+S Aktiengesellschaft, Inaktive Werke, Bestellung: 4430772541/62E, Dezember 2002 (unveröffentlicht)

Jasmund, K.; Lagaly, G. (1993) Tone und Tonminerale: Struktur, Eigenschaften, Anwendungen und Einsatz in Industrie und Umwelt. Darmstadt: Steinkopf, 1993

K+S-1 (2002): Schachtverschluss Salzdettfurth. K+S Aktiengesellschaft, BMBF gefördertes Forschungsvorhaben, Förderkennzeichen 02C0516

K+S-2 (2001): Kenntnisstandsanalyse zur Verwahrung der Schächte Salzdettfurth. Kali und Salz GmbH (unveröffentlicht)

Knipping, B. (1993): Natürliche Analoga zur Beurteilung der Langzeitsicherheit von Untergrund-Depo-nien in Evaporiten: Stofftransporte

und Immobilität spezifischer Komponenten am Kontakt Basalt/Salzgestein. In: Sammlung der Vorträge anlässlich des Workshops Natürliche Analoga zur Einlagerung radioaktiver Abfälle (Karlsruhe 4./5. November 1993). Karlsruhe: KfK 5323, S. 111–140

Koch, K.; Vogel, J. (1980): Zu den Beziehungen von Tektonik, Sylvinitbildung und Basaltintrusionen im Werra-Kaligebiet. Freiburger Forschungsheft, C 347, Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig

OBA-CZ, 1996: Oberbergamt Clausthal-Zellerfeld, Richtlinien des OBA Clausthal-Zellerfeld für das Verfüllen und Abdecken von Tages-schächten, 15.02.1996, 11.2/10.2 3/95 II Bllf 5.2 II

Schmidt, W.; Sitz, P.; Kessler, J. (1992): Physikalische und chemische Eigenschaften von verdichteten Bentoniten als Verfüll- und Versiegelungs-material bei der Endlagerung – Lite-raturstudie. NAGRA Techn. Bericht 92–37, November 1992

Sitz, P. (2005): Gutachterliche Stellungnahme für ein Verwahrungskonzept für ausgewählte Schächte des Grubenbetriebes Merkers im Werk Werra der K + S KALI GmbH

Sitz, P.; Gruner, M. (1997): Verschlussbauwerke für Untertagedepo-nien – Eignungsuntersuchungen an Bentoniten. Vortrag zum Geomechanischen Kolloquium 1997 in Salzburg/Österreich – Felsbau 15, 6, S. 473–476

Sitz, P.; Gruner, M. (1996): Langzeitsichere Verschlüsse für Untertagedepo-nien und Endlager unter besonderer Berücksichtigung natürlicher Materialien. Glückauf 132, Nr. 7, S. 327–332

Sitz, P.; Gruner, M.; Rumphorst, K. (2003): Bentonitdichtelemente für langzeitsichere Schachtverschlüsse im Salinar. Kali und Steinsalz, 03/2003

Voigt, H.-D., Häfner, F., Sitz, P., Wilsnack, Th. (2002): Bestimmung geringer Durchlässigkeiten im Gebirge.

Bergbau, Zeitschrift für Rohstoff-gewinnung, Energie Umwelt, S. 537–539, Dez. 2002

Wagner, K. (2005): Beitrag zur Bewertung der Sicherheit untertägiger Verschlussbauwerke im Salinar-gebirge. Dissertation, TU Bergakademie Freiberg, Fakultät für

Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau

1 Reduzierung der dem Gruben-gebäude über die Schachtsäule zusitzenden Flüssigkeitsvolumina auf ein standortverträgliches Minimum

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.

Geology of the salt deposit at the brine field Urcuit near Bayonne, France



Dr. Frank Becker
Diplom-Geologe, Senior Geologist
K+S Aktiengesellschaft Kassel

At Urcuit near Bayonne, SW France, salt is extracted by solution mining through Salines Cérébos et de Bayonne, a subsidiary of esco – european salt company GmbH & Co. KG, Hannover. The salt deposit, Triassic in age, is part of a tectonic klippe structure within the sedimentary cover of the Northern Pyrenean thrust zone. At the brine field Urcuit and close to it mainly Triassic, Cretaceous and Tertiary sediments occur. The lithologic characteristics of the sediments above and below the salt deposit are summarized shortly. In drilled cores of the rock salt succession different macroscopic textural types could be identified. The chemical composition of the rock salt was analysed for Na, K, Ca, Mg, Cl, Br and SO₄. The bromine concentration is unusually high (160 to 390 ppm), showing no clear vertical trend due to mobilisation and intensive tectonic deformation of the rock salt succession. For the same reason, even in closely spaced wells a layer to layer correlation of lithology or peaks of gamma-ray logs is difficult. A 3D-visualization of the deposit reflects salt thickness variations at short distances.

1. Introduction

Salines Cérébos et de Bayonne, France, is a production site of esco – european salt company GmbH & Co. KG, Hannover, Europe's leading salt supplier. Founded in 1917, the factory complex is located in Mouguerre, close to the city of Bayonne. Salt brine for the salt works is provided through a 12 km long pipeline from the brine field at Urcuit (fig. 1). Salines Cérébos et de Bayonne produces salt tablets, food grade and industrial salt.

At the brine field Urcuit the salt deposit is mined by single caverns with a maximum diameter of 50 m. To assure ground stability, a 30 m thick salt layer is left above the top of each cavern and the caverns are positioned in a grid with 30 m distance in between.

This paper illustrates the geology of the salt deposit at the brine field Urcuit based on reports of BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières, France) and own observations. In 2004 three new production wells were drilled (Becker 2004). In one of them the complete salt succession was cored.

2. Tectonic setting

The brine field Urcuit is located at the northern margin of the Northern Pyrenean thrust zone south of the Aquitaine Basin (Le Pochat & Karnay 1982). In contrast to the domal salt structures (diapirs) of the Aquitaine basin (Gillhaus & Horvath 2008), the salt deposit at Urcuit is part of a tectonic klippe structure, which was completely

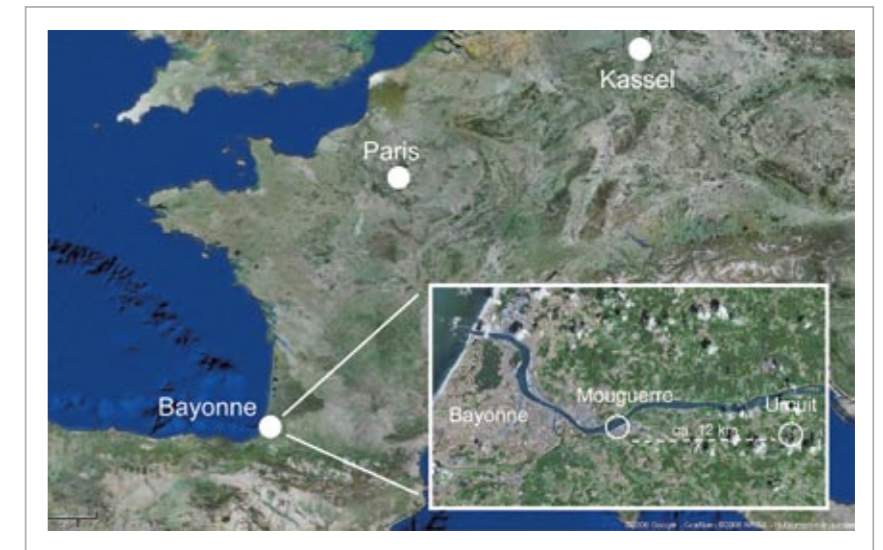


Fig. 1 : Location of the salt works at Mouguerre and of the brine field Urcuit / Lage der Saline bei Mouguerre und des Solfeldes Urcuit

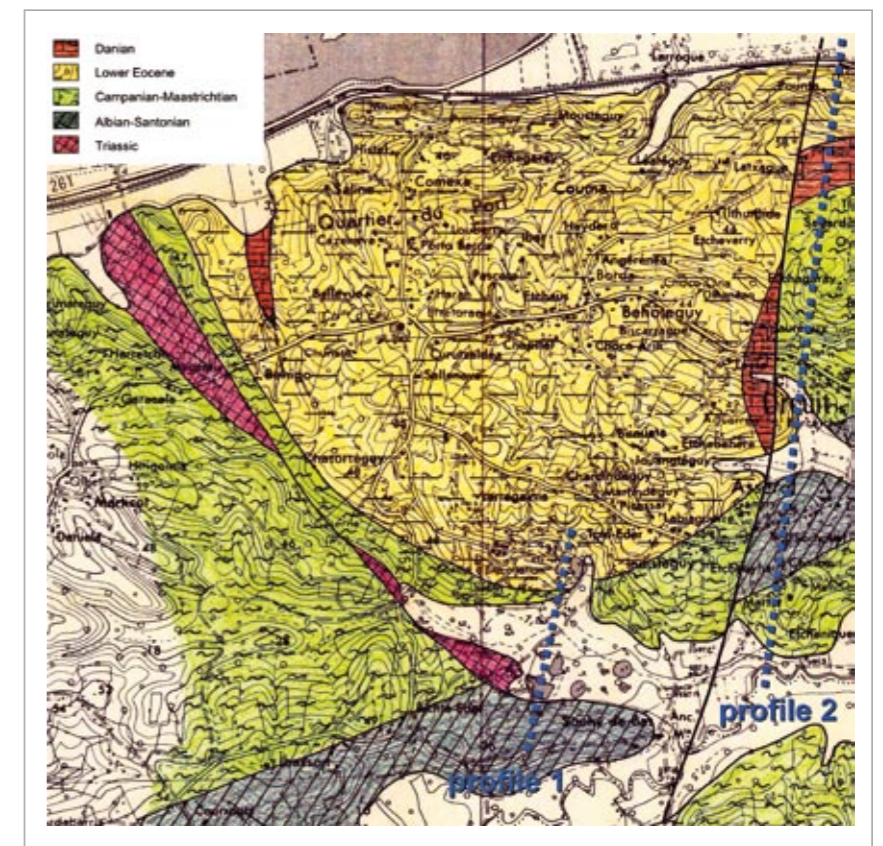


Fig. 2: Geological map of the area at Urcuit (Karnay & Le Pochat 1983) / Geologische Karte des Gebietes um Urcuit (Karnay & Le Pochat 1983)

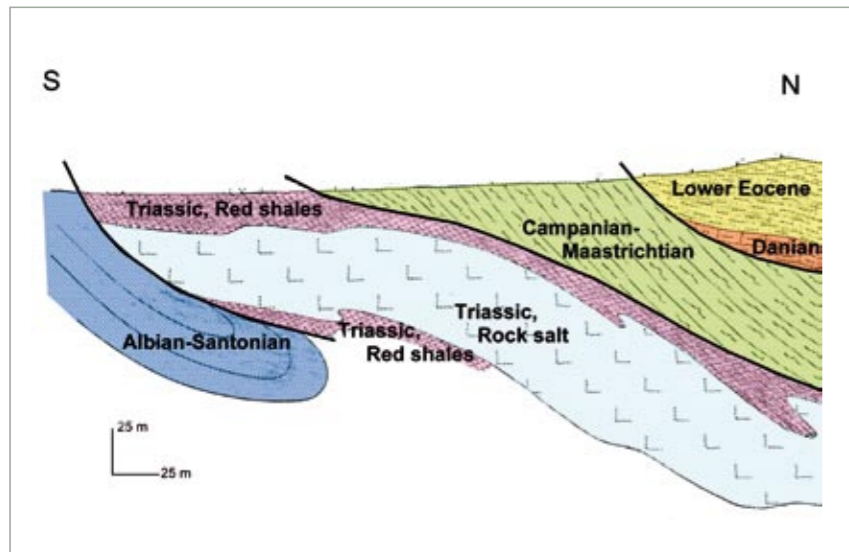


Fig. 3: Geological profile (profile 1 in fig. 2) of the salt deposit (after Le Pochat & Karnay 1982) | Geologischer Profilschnitt (Profilinie 1 in Abb. 2) durch die Steinsalzlagerstätte (nach Le Pochat & Karnay 1982)

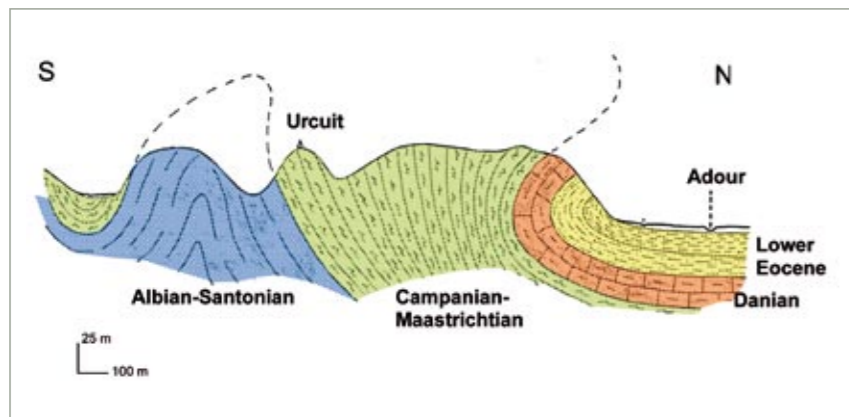


Fig. 4: Geological profile (profile 2 in fig. 2) east of the fault (after Karnay & Le Pochat 1983) | Geologischer Profilschnitt (Profilinie 2 in Abb. 2) östlich der Störung (nach Karnay & Le Pochat 1983)

detached from its original position. A sinistral strike-slip fault marks the eastern termination of the salt deposit (fig. 2). A listric fault defines the extension of the salt deposit to the southwest. The tectonic structure dips in northeastern direction and disappears below the

Quaternary alluvial sediments of the Adour river. At the base and the top of the salt deposit sediments of Triassic age (red shales and dissolution residuals of the rock salt) occur. These shales crop out at the southwestern part of the brine field. Albian – Santonian

(Cretaceous) flysch sediments are found below the Triassic rocks (fig. 3). The top of the tectonic succession is represented by two thrust sheets consisting of Upper Cretaceous (Campanian – Maastrichtian) and Lower Eocene – Paleocene flysch sediments. According to the results of a detailed field study (Karnay & Le Pochat 1983), east of the strike-slip fault only folded Cretaceous and Tertiary sediments without any intercalated salt layers appear (fig. 4).

3. Stratigraphy and lithology

At the brine field Urcuit and close to it mainly Triassic, Cretaceous and Tertiary sediments occur (see Solvay & Cie 1963). Table 1 shows the stratigraphic subdivision of the rock sequence. The lithologies of the sedimentary succession are summarized shortly.

3.1 Triassic

Rock salt

The composition of the Triassic rock salt varies from highly argillaceous to more or less pure salt. Different textural types can be identified, which are presented in detail in chapter 4. Within the rock salt, various red or grey to green shale horizons up to several meters thick are intercalated.

Red shales

This rock unit is present on top of the salt deposit and also below it. It consists of shales, predominantly red in colour, sometimes purple,

red brownish or green. Within the shales gypsum and anhydrite layers occur. Towards the top of the salt deposit thin salt beds are intercalated in the shale sequence (fig. 5). The succession of red shales above the salt deposit crops out at the southwestern area of the brine field. At the surface, parts of the shale succession can likely be attributed as dissolution residuals of impure rock salt. In relation to the depth of the salt deposit and the extent of dissolution processes at the surface, the thickness of the red shales can vary from 5 to 50 m (Solvay & Cie 1963). In the succession below the salt horizon red, purple, green and black coloured shales are present. The formation is tectonically brecciated and intercalated anhydrite-shale breccias can be found (fig. 6).

3.2 Cretaceous

Albian – Santonian

Thin horizons of marlstones, argillaceous limestones and sandstones

Quaternary
Tertiary
Lower Eocene
Paleocene (Danian)
Late Cretaceous
Campanian – Maastrichtian
Albian Santonian
Triassic
Red shales
Rock salt
Red shales

Tab. 1: Stratigraphy of the rock sequence at the brine field Urcuit | Stratigraphie der Gesteinsabfolge im Solfeld Urcuit.



Fig. 5: Red shales on top of the salt deposit. Well 043-A27: 112.65-118.7 m (the scale bar represents centimeters and inches, respectively) | Rote Tonsteine im Hangenden der Steinsalzfolge. Bohrung 043-A27: 112,65-118,7 m (Maßstab in Zentimetern bzw. in Zoll)

alternate within this succession which also contains a rich microfauna of foraminifera (Karnay & Le Pochat 1983). Due to the tectonic setting, this formation occurs below the Triassic rock sequence within the brine field. It is often brecciated, tectonically disturbed and limestones are dolomitized (fig. 7).

Outside the brine field, for example east of the sinistral strike-slip fault, Albian – Santonian sediments are mainly present in central positions of anticlinal structures in the folded Cretaceous – Tertiary succession (see fig. 4).

Campanian – Maastrichtian

This formation represents the sedimentary cover of the Triassic succession at the brine field. It consists mainly of grey to greyblue

marlstones and shales in which decimeter-thick, grey argillaceous limestone horizons are intercalated (fig. 8). According to the report of Le Pochat & Karnay (1982) the calcareous sediments contain a rich microfauna mainly consisting of foraminifera. The thickness of the sedimentary cover varies strongly in relation to the depth of the salt deposit and may reach up to 150 m.

3.3 Tertiary

Tertiary deposits are not present as sedimentary cover at the brine field but occur very close to it in northern direction.

Paleocene (Danian)

White fossiliferous limestones and argillaceous limestones occur, which sometimes are red dotted.

The limestones are either crystalline or consist of detritus of foraminifera (*Globigerina* sp.).

Lower Eocene

This unit consists of blue and grey to green marlstones in which fossil rich limestones (mainly foraminifera) and sandstones are intercalated.

3.4 Quaternary

The thickness of the soil horizon in the brine field varies between 2 and 10 m. It consists mainly of light brown silt with some organic plant material and fragments of hard limestones and marlstones from the underlying rocks.

4. Geology of the salt deposit

The following descriptions of salt textural types and chemical composition are based on the observations of a cored sequence in one recently drilled production well at Urcuit.

4.1. Textural types of the rock salt

Within the salt sequence different textural types were observed. A two fold classification can be established:

- (I) salt-shale textural types (fig. 9)
- (II) non-salt textural types (fig. 10)

(I) Salt-shale textural types

The salt-shale textural types are defined by the admixture of shale impurities to the salt. Shale impurities appear in different ways:

- (a) Intracrystalline as small flakes within the salt crystals.

These flakes are only good visible with a lens (10-fold magnification) and are not used here for a macroscopic classification.

- (b) Intercrystalline as discrete streaks, mm-thick layers, angular fragments or subrounded to rounded clasts.

It is possible to distinguish five textural types:

1. Pure salt with some shale streaks

This textural type is the purest one observed and is characterized by little argillaceous admixtures of grey to dark grey up to cm-large



Fig. 6: Anhydrite-shale breccia in the red shale succession below the salt deposit. Well 043-A27: 294.35–294.45 m (scale bar in centimeters) | *Anhydrit-Tonstein-Brekzie in der Serie roter Tonsteine im Liegenden der Steinsalzfolge. Bohrung 043-A27: 294,35–294,45 m (Maßstab in Zentimetern)*



Fig. 7: Dolomite breccia. Well 043-A27: 295.40–295.55 m (scale bar in centimeters) | *Dolomitbrekzie. Bohrung 043-A27: 295,40–295,55 m (Maßstab in Zentimetern)*



Fig. 8: Cretaceous limestones (Campanian-Maastrichtian); outcrop in the brine field Urcuit near well 892-A16 | *Kalksteine der Kreide (Campan-Maastricht); Aufschluss im Solfeld Urcuit bei der Bohrung 892-A16*

shale streaks (fig. 9-1). Sometimes these streaks might accumulate in cm-thick bands, thus reducing overall salt purity (fig. 9-2).

2. Pseudobedded pure to less pure/impure salt

Pure salt layers, orange or colourless clear to light grey, alternate with more impure argillaceous and dark grey layers. Usually thin, only up to mm-thick more impure dark layers change with cm-thick pure layers (fig. 9-3).

Impure dark layers might also be dominant, thus reducing overall salt purity (fig. 9-4). Appearance of non-linear irregular and wavy bedding contacts leads to the

interpretation of non-original sedimentary but tectonically induced stratification.

3. Impure salt with shale clasts

Within the salt mm- to cm-sized rounded to subrounded dark grey, hard shale clasts occur (fig. 9-5). These clasts can accumulate in cm-thick bands or appear isolated in a salt matrix. Furthermore, even salt clasts might be present.

Clasts sometimes show elongation or deformation probably due to crystal-plastic strain; sometimes fragmentation of clasts was observed. Genetically, these features can be interpreted as a result of a strong tectonic deformation.

4. Highly impure salt-shale breccias

Compared to the impure salt with shale clasts (see above), within salt-shale breccias the amount of shale clasts increases significantly. Subrounded salt clasts occur more often (fig. 9-6). Furthermore, shale clasts are often less hard and might show elongation and deformation (fig. 9-7).

5. Shale-salt breccias

The most impure textural types are shale-salt breccias where the shale content is very high. Shale fragments are often soft and may vary in colour from dark grey to greygreen (fig. 9-8). Furthermore, shale might appear as angular fragments isolated or related to fractures (fig. 9-9).

(II) Non salt textural types

1. Shales

Shales of different colours – grey, red to redbrown or greygreen – occur as cm- to dm-thick beds within the salt sequence (fig. 10-1, 10-2). Consistency can vary from hard to semi-plastic. Within the shales, gypsum or anhydrite as separate crystals or small nodules appear.

2. Anhydrite clasts and boudins

Isolated rounded to subrounded grey to greywhite anhydrite clasts or fragmented, cm-thick anhydrite layers (boudins) are rarely found within the salt succession (fig. 10-3, 10-4).

4.2 Chemical composition of the rock salt

Sampling method

Altogether 51 samples within the cored rock salt succession were

collected and analysed. Within the cored interval of nearly 152 m, a continuous sampling method was used by sawing small cuts in the cores with a conventional cutting-

off wheel. The accumulating rock powder was collected in a small plastic container and then trans-filled in the sample bag. To simplify matters and to obtain good accordance to the drilled depth, sample intervals are identical to drilled round trip intervals. Therefore, each sampled interval has nearly the same length of 3 m (2.70 m to 3.10 m). Sampled quantities were between 290 and 340 g.

Chemical methods

All samples were analysed at the laboratory of the K+S-Forschungsinstitut, Heringen, Germany. The sampled rock powder was dissolved in water and after filtration analysed by ICP-MS (Inductive-coupled-plasma mass-spectrometry) for Na, K, Ca, Mg, Cl and SO₄. The quantities of the compositions NaCl, MgSO₄ and CaSO₄ were obtained by calculation. Double and polysalts (e. g. Carnallite KCl x MgCl₂ x 6 H₂O; Polyhalite K₂SO₄ x MgSO₄ x 2 CaSO₄ x 2 H₂O) were not calculated. The water-insoluble residue (mainly silicates of the argillaceous impurities) was not further analysed. Bromine content in each sample was determined by the standard method (titration). To check the results, in five samples bromine was analysed by x-ray fluorescence additionally.

Results and Interpretation

NaCl: The content of NaCl shows a range between 53 and 95 %. The mean value is 80.5 %.

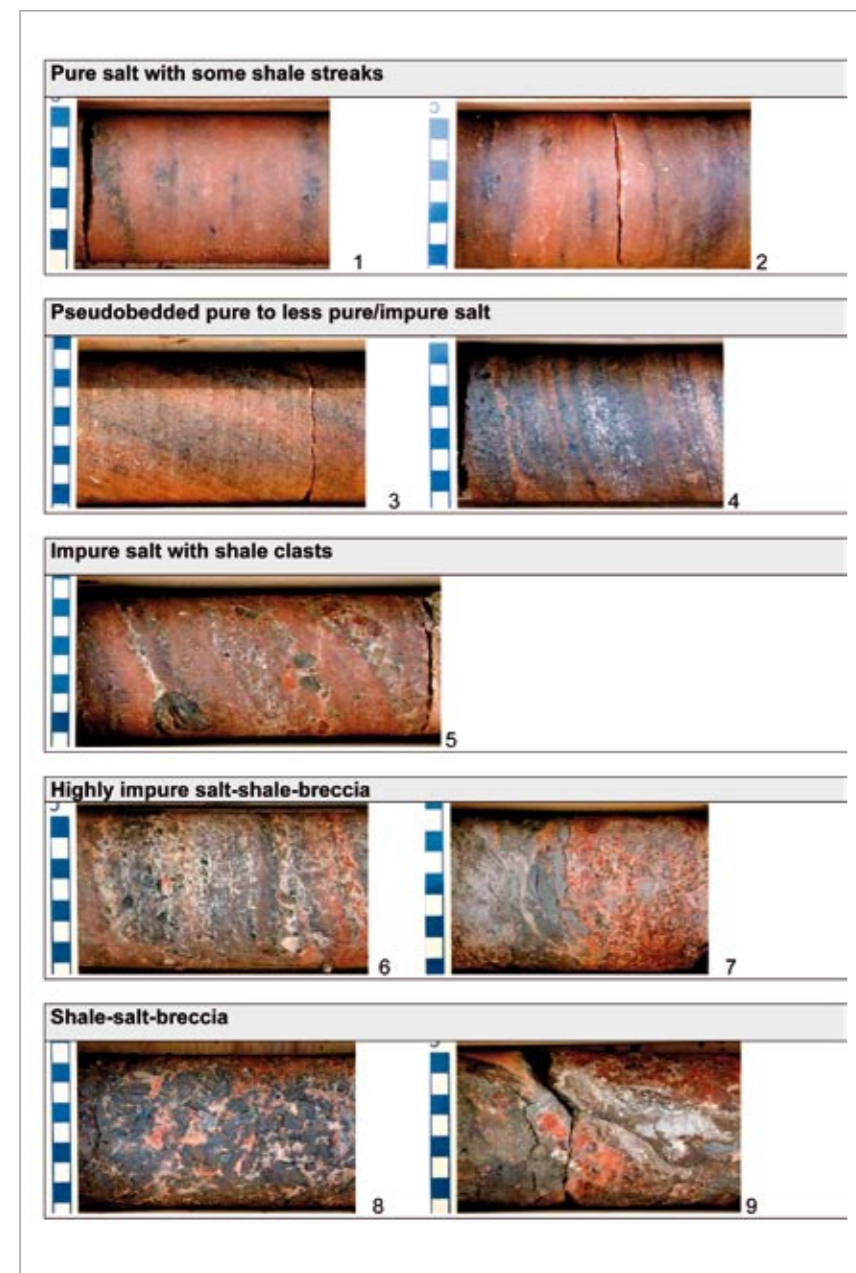


Fig. 9: Salt-shale textural types (scale bar in centimeters) / Steinsalz-Tonstein-Texturtypen (Maßstab in Zentimetern)

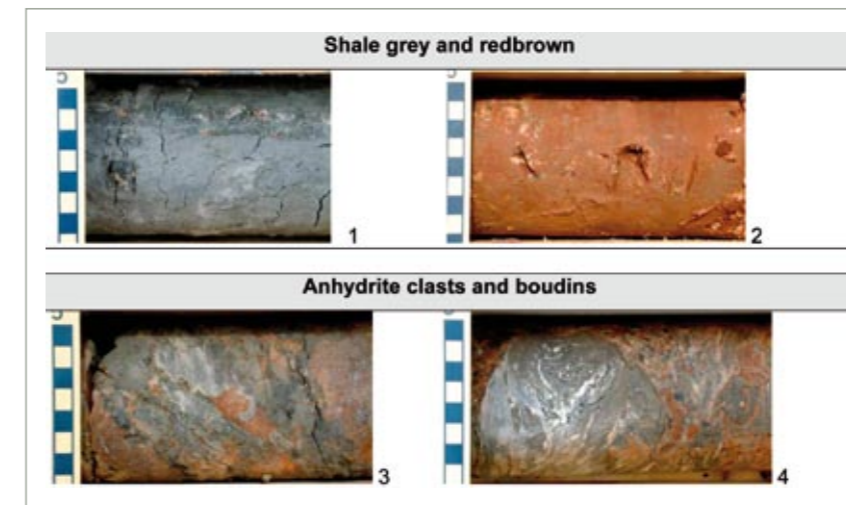


Fig. 10: Non-salt textural types (scale bar in centimeters) / Tonstein- und Anhydrit-Texturtypen (Maßstab in Zentimetern)

CaSO₄: The CaSO₄-content is between 1.5 and 12 % with an arithmetic mean value of 5 %.

MgSO₄: In half of the analysed samples no MgSO₄ could be detected. The calculated concentration of

MgSO₄ is usually < 1.5 % with a maximum value of 4.7 %. The mean value is at 0.85 %.

K: Potassium is present only in two sampled intervals (0.55 and 0.77 %).

Residue: The water-insoluble residue shows values with a highly variable range from 1 to 32 %. The arithmetic mean is at 9 %.

Bromine: Bromine concentration is between 160 and 390 ppm.

Bromine

In salt deposits bromine does not occur in separate bromide minerals but is related to chloride minerals, where the bromide replaces the chloride ion in the crystal lattice. The chemical analysis shows that

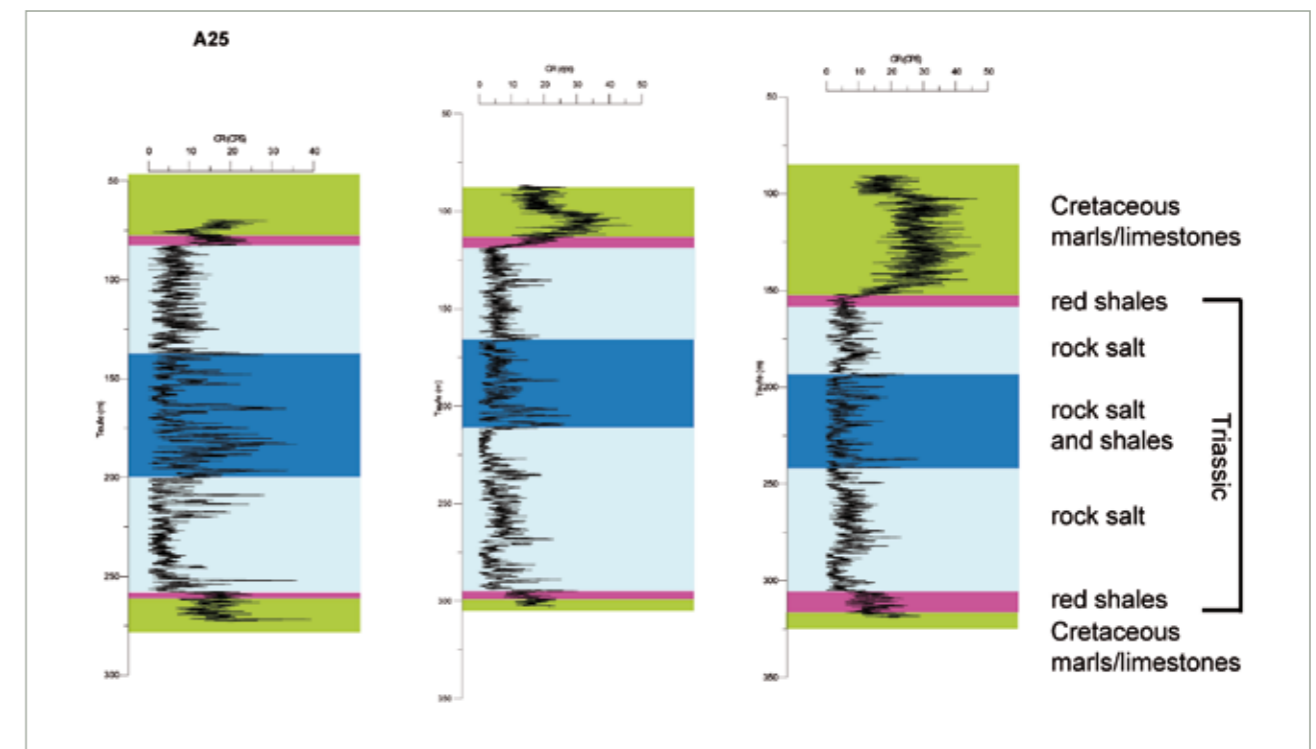


Fig. 11: Correlation of wells with gamma-ray logs / Korrelation der Bohrungen mit Gammastrahlungs-Logs

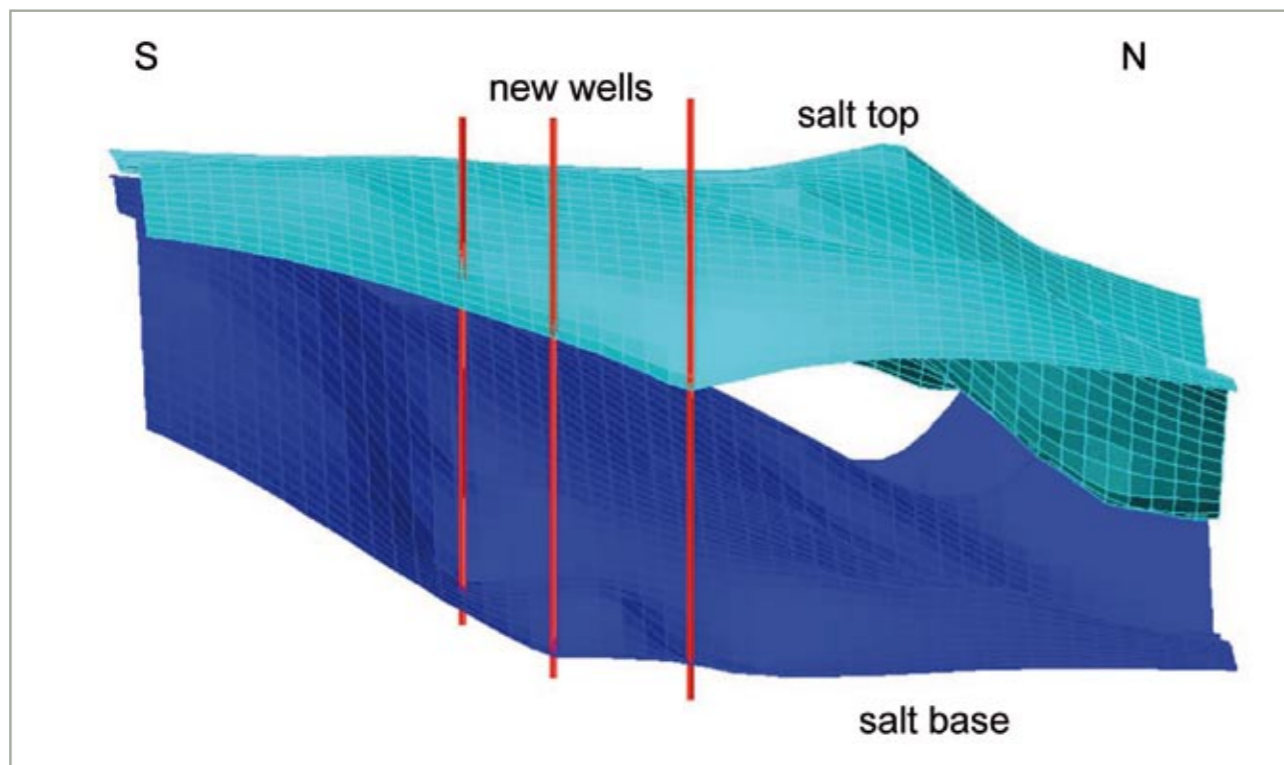


Fig. 12: 3D-model of the salt deposit. Light blue – salt top, dark blue – salt base / 3D-Modell der Steinsalzlagerstätte. Hellblau – Salzoberfläche, dunkelblau – Salzbasis

there are no other chloride minerals than halite. Thus, the bromine concentration is directly related to NaCl. Many studies in salt deposits have shown a direct relation of the bromine concentration in the original brine and the bromine incorporated in the crystal lattice (e. g. Braitsch 1962). Therefore, bromine profiles in stratified and undisturbed salt deposits can be used for stratigraphic purposes, usually showing progressive trends of brine concentration in the rock salt towards the deposition of potash salt beds (e. g. Herrmann 2000).

In the vertical distribution of bromine in the cored sequence at

Urcuit no clear trends are visible; bromine is irregularly scattered over the whole profile. The non-existence of clear trends in the bromine profile is easily explained by the disturbance of the original stratified salt deposit during salt mobilisation and/or tectonic deformation.

Compared to reported values of bromine in the German Zechstein rock salt and potash salt deposits (e. g. Herrmann 2000), bromine concentrations of the Triassic rock salt at Urcuit are significantly higher. When seawater evaporates progressively, approx. 60 ppm are incorporated in the first crystallized

halite and 230 ppm before the first potassium minerals crystallize. Nearly all bromine concentrations at Urcuit are much higher than this value, but no potash salt is present. At the moment, the unusual high bromine concentrations cannot be explained consistently.

4.3 Correlation of wells

Gamma-ray-, sonic- and caliber logs were conducted in the three wells drilled in 2004. The precise determination of the salt top in the gamma-ray log in combination with the sonic log could only be carried out with additional sample information (cuttings, cores)

as the Triassic succession reflects a transition from shale to shale with additionally intercalated salt and anhydrite/gypsum layers to salt with thin shale horizons (fig. 11). Normally, within sedimentary successions containing different lithologies, gamma-ray logs can be used as an excellent tool for layer to layer correlations over distances of regional scale (10s of km). The lithologic sequence of the Triassic salt succession at Urcuit with alternating salt and shale beds, giving different radiation peaks in the gamma-ray log (salt – low radiation; shale – high radiation), should usually be appropriate to apply the concept of a layer to layer peak correlation. In fact, a layer to layer peak correlation within the salt between different wells is not possible due to mobilisation and intensive tectonic deformation of the originally stratified salt deposit.

Nevertheless, with the gamma-ray logs it is possible to differentiate at least three intervals within the salt sequence in every well (fig. 11). The distinction of three intervals was made because of the intercalation of a section with a slightly higher gamma radiation in the middle part of the salt sequence. In contrast to the over- and underlying succession, the one in between is characterized by additional intercalations of shale layers within the salt.

4.4 Structure of the salt deposit

A 3D-visualization based on all available data from older wells and the wells drilled in 2004 is given in figure 12. In general, the salt deposit is located at greater depths towards the northeast, thus implying an increase in thickness of the overlying sedimentary cover. Neither for the top nor for the base of the salt uniform dipping values exist in the area of the brine field. Due to this different dipping of the salt base and the salt top thickness variations of the rock salt at short distances occur.

5. References

- Becker, F. (2004):* New production wells in the brine field Urcuit – geology report – K+S Geological Department – unpublished.
- Braitsch, O. (1962):* Entstehung und Stoffbestand der Salzlagerstätten – Springer Verlag.
- Gillhaus, A. & Horvarth P.-L. (2008):* Compilation of geological and geotechnical data of worldwide domal salt deposits and domal salt cavern fields.- SMRI research report 2007-1 – Solution Mining Research Institute/KBB Underground Technologies, Hannover.
- Herrmann, A.G. (2000):* Br-Profil für das Staßfurt-Steinsalz des Salzstockes Gorleben – Kali und Steinsalz, 13, 449–459.
- Karnay, G. & Le Pochat, G. (1983):* Synthèse géologique du gisement de sel d'Urcuit (64) – Apport de l'interprétation d'une campagne de sondages à faible profondeur – Rap-

port du BRGM 83 SGN 668 AQI.

Le Pochat, G. & Karnay, G. (1982): Synthèse géologique du gisement de sel d'Urcuit (64) – Apport de l'interprétation de deux sondages de reconnaissance – Rapport du BRGM 82 SGN 948 AQI.

Solvay & Cie (1963): Etude du gisement – résumé de l'étude stratigraphique et tectonique du gisement salin d'Urcuit et de Briscous effectuée par les géologues de la SNPA – Note 6464 du 17 mai 1963.

Acknowledgements

This paper is based on an unpublished K+S report prepared in the course of drilling and completion of new production wells at the brine field Urcuit. I am indebted to Salines Cérébos et de Bayonne and especially Mr. Marc Colombet for the hospitality during the field campaign. Thanks to esco – european salt company GmbH & Co. KG, Hannover, a for the permission to publish the results.

Gut Ding will Weile haben: Verweilzeitmessung im Rahmen von Strömungssimulation



Dipl.-Ing. Jens Werdelmann
Leiter Aufbereitungstechnik
K+S-Forschungsinstitut, Heringen
K+S Aktiengesellschaft



Dipl.-Wirt.-Ing./Dipl.-Ing. (FH)
Marcel Müller-Goldkuhle
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
K+S-Forschungsinstitut, Heringen
K+S Aktiengesellschaft

Moderne Mittel zur Strömungssimulation bieten sich zur Beschreibung von strömungsmechanischen Vorgängen in der Praxis und darauf aufbauend für virtuelle Versuche an. Ergebnisse daraus vertiefen das Verständnis zum betrachteten Vorgang und tragen effektiv zum Verbesserungsprozess bei. Notwendige Vereinfachungen und Annahmen zum virtuellen Versuch können allerdings an der Glaubwürdigkeit von Rechenergebnissen zweifeln lassen. Ein probater Weg, hier Überzeugungsarbeit zu leisten, ist das Experiment – sofern eine Methode für praktische Versuche verfügbar ist. Für Versuche zur Bestätigung errechneter Verweilzeiten von Partikeln in einer Flotationsmaschine musste im K+S-Forschungsinstitut erst eine Methode entwickelt werden. Mit Erfolg, wie der nachfolgende Artikel beschreibt.

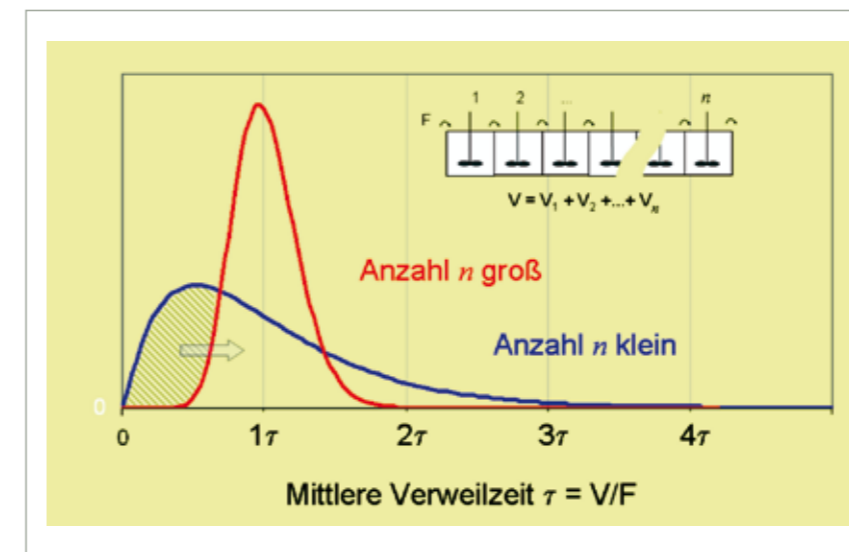


Abb. 1: Verweilzeitverteilung in Abhängigkeit der Unterteilung eines Flotationsapparates in einzelne Rührzellen / Residence time distribution depending on the partitioning of a flotation apparatus into individual agitating cells

Lange Verweilzeiten – Warum?

Die Entwertung von Rohsalz mittels Flotation ist ein zeitabhängiger Prozess. Je länger sich wertstoffhaltige Salzkörner im Trennapparat aufhalten, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass diese in Vorprodukte zur Weiterverarbeitung separiert werden. Das Apparatevolumen spielt hierbei eine entscheidende Rolle.

Begrenzende Faktoren

Wirtschaftlichen Notwendigkeiten und baulichen Gegebenheiten muss man durch zwangsläufig zu

begrenzende Apparategrößen einen Teil des Wertstoffausbringens schulden, welches die Flotationskinetik theoretisch in Aussicht stellt. Das der Apparategröße geschuldete Ausbringen lässt sich z. T. durch vorteilhafte Gestaltung der hydrodynamischen Verhältnisse im begrenzten Apparatevolumen wettmachen. Welcher Effekt allerdings von denkbaren Maßnahmen zu erwarten ist, erschließt sich dem Betrachter in der Praxis nur äußerst schwer. Hier kann die rechnergestützte Simulation ein richtungweisendes Mittel

und entscheidende Grundlage für Verbesserungen sein.

Nutzen von Strömungssimulation

Die Möglichkeiten von Simulation in Anwendung numerischer Strömungsmechanik (englisch: *computational fluid dynamics*, CFD) reichen von der Modellierung laminarer und turbulenter Strömungen mit Wärmeaustausch inklusive Strahlung bis hin zu Mischvorgängen, chemischen Reaktionen, Verbrennungen, Mehrphasenströmungen und Aerodynamikberechnungen. Die Vorteile der Verfügbarkeit von plausiblen Modellen zu realen Prozessen in der Industrie liegen auf der Hand: Haupteinflussfaktoren auf das Prozessergebnis können erkannt und Effekte im Hinblick auf die wirtschaftliche Bewertung beziffert werden; vorteilhafte Maßnahmen können so dem Effekt nach sortiert und beste Lösungen für die praktische Umsetzung effizient ausgewählt, d. h. letztendlich vor allem Zeit und Geld gespart werden.

Zum Gebrauch von CFD-Software

Für aussagekräftige Ergebnisse sind im Wesentlichen vier Voraussetzungen zu nennen: der monetäre Aufwand für die Software, i. d. R.



Abb. 2: Bewährter Betrieb von Rührwerkskaskaden zur Flotation im Werk Zielitz /
Proven operation of agitator cascades for flotation at the plant Zielitz

in Form von Jahreslizenzen; die Verfügbarkeit von (mindestens) Highend-PCs; vertieftes Wissen des Anwenders zur numerischen Strömungsmechanik und die bereits erwähnte Validation durch das Experiment. Letzteres deshalb, weil es sich bei allen Lösungsmethoden der numerischen Strömungsmechanik wie z. B. Finite-Elemente-Methode (FEM) oder Lattice-Boltzmann-Methode (LBM) um numerische Näherungsverfahren handelt.

Die Basis der oben genannten Lösungsmethoden ist die Diskretisierung des Problems mit einem Rechengitter. Insbesondere bei der Behandlung turbulenter Strömungen fordert die Rechenleistung Kompromisse bzgl. des Ausmaßes der Diskretisierung. Rechnungen auf Basis feiner Rechengitter für komplexe 3D-Probleme können selbst Großrechner

überfordern. Hier muss dann zwischen Auflösung des Rechengitters und Rechenzeit abgewogen werden und einfacheren Modellen vor umfassenden Modellen der Vorzug gegeben werden wie z. B. Euler-Gleichungen vor Navier-Stokes-Gleichungen oder empirischen Turbulenzmodellen vor direkter numerischer Simulation.

Theoretisches zur Verweilzeit

Gemäß Abb. 1 ist die mittlere Verweilzeit τ das Verhältnis von Apparate-Gesamtvolumen V und dem aufgegebenen Volumenstrom F . Während die mittlere Verweilzeit durch V und F unmittelbar festgelegt ist, kann das Spektrum der Verweilzeiten größer oder kleiner τ , z. B. wie hier von Partikeln in Flotationsmaschinen, durch n Unterteilungen von V in einzelne Rührwerkszellen wesentlich ein-

geengt, Verweilzeiten eines relativ großen Anteils von Partikeln (schraffierte Fläche in Abb. 1) so verlängert werden.

In der Anwendung der Flotation sind 5–10 Unterteilungen üblich und führen zu Rührwerkskaskaden, die das Bild von Betrieben mit Flotation prägen (Abb. 2).

Die Verweilzeit-Verteilungsdichte gem.

$$q_3(t) = \frac{t^{n-1} \cdot \exp(-t \cdot n / \tau)}{(\tau / n)^n \cdot (n-1)!}$$

ist als realistisches Modell für eine kontinuierlich betriebene Rührwerkskaskade (ideal suspendiert) akzeptiert [1]. Komplexere Modelle berücksichtigen beispielsweise auch noch Totzonen und Rückvermischung.

Motivation zur Beschäftigung mit Verweilzeiten

Wie wird die Unterteilung eines Flotationsapparates am besten vorgenommen? Reichen einfache Trennwände oder sind aufwendigere Wehrsysteme gerechtfertigt? Welche Konfiguration der Öffnungen für den Ein- und Austrag ist besonders günstig, welche nachteilig? Sind hierzu Verbesserungen überhaupt noch möglich? Diese Fragen gaben Anlass zu prüfen, inwieweit moderne Mittel zur Strömungssimulation hier Antworten, verbindliche Regeln, liefern können. Die Arbeiten zur Strömungssimulation wurden im Rahmen einer

Hochschulkooperation an der Uni Kassel vom Institut für Mechanik (Fachgebiet Strömungsmechanik, Herr Prof. Wunsch) in Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Mathematik/Informatik (Herr Prof. Meister) durchgeführt. Zur Validierung der theoretischen Ergebnisse [2] wurde im K+S-Forschungsinstitut die nachfolgend beschriebene Messmethode entwickelt.

Modellzelle zur experimentellen Verweilzeitüberprüfung

Ebenso wie das für die Simulation verwandte CFD-Netz stellt die Versuchszelle ein verkleinertes Abbild einer industriellen Rührwerksflotation dar. Unterschiede bestehen hinsichtlich Größe und Position

von Trübein- und -austrag. Während diese normalerweise über die gesamte Zellenbreite erfolgen, kann dies in Simulation und Experiment an jeweils neun unterschiedlichen Positionen geschehen (vgl. Abb. 3). Da zunächst eine Validierung der Simulation von ein- und zweiphasigen Strömungen erfolgt, sind am Rührwerksbehälter keine Vorrichtungen zum Schaumaustrag wie Paddel oder Ablaufrippen installiert. Der Rotor wird über ein Getriebe mit variabler Untersetzung angetrieben.

Scale-Down-Problematik: Reynolds- oder Froude-Ähnlichkeit?

Will man die Strömungsvorgänge einer Industriezelle anhand eines

verkleinerten Modells simulieren, müsste mit der Verkleinerung der Zellenmaße auch eine Änderung der dynamischen Viskosität des Fluids einhergehen. Nur dann würden in Modell- und Industriezelle die Verhältnisse zwischen Trägheits- und Zähigkeitskräften (Reynoldszahl) sowie zwischen Trägheits- und Schwerkraft (Froudezahl) übereinstimmen. Eine solche Änderung der Viskosität ist in der Simulation zwar möglich. Die so ermittelten Ergebnisse könnten aber im Experiment nicht überprüft werden.

Somit muss eine Fokussierung auf Reynolds- oder Froude-Ähnlichkeit erfolgen. Aufgrund der maßgeblichen Bedeutung der Schwerkraft für den Aufschwimmprozess wurde bei Simulation und Experiment Froude-Ähnlichkeit eingestellt.

Anforderungen an die Partikelmessung

Da sich die Entwicklung eines Messsystems zur Zählung von Salzpartikeln in gesättigter Lösung komplex und langwierig gestaltet hätte, wurde nach einer Alternative gesucht.

Methoden zur Verweilzeitmessung arbeiten mit Hilfe unterschiedlicher Messprinzipien wie Radioaktivität, Leitwert, Induktivität, Kapazität oder Fluoreszenz [3]. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Anwendung rein optischer Verfahren (Bildauswertung). Im vorliegenden Fall fielen Fluoreszenz sowie Bildauswertung in die engere



Abb. 3: Rührwerkszelle mit Einlaufdiffusor / Agitation cell with conical inflow diffuser

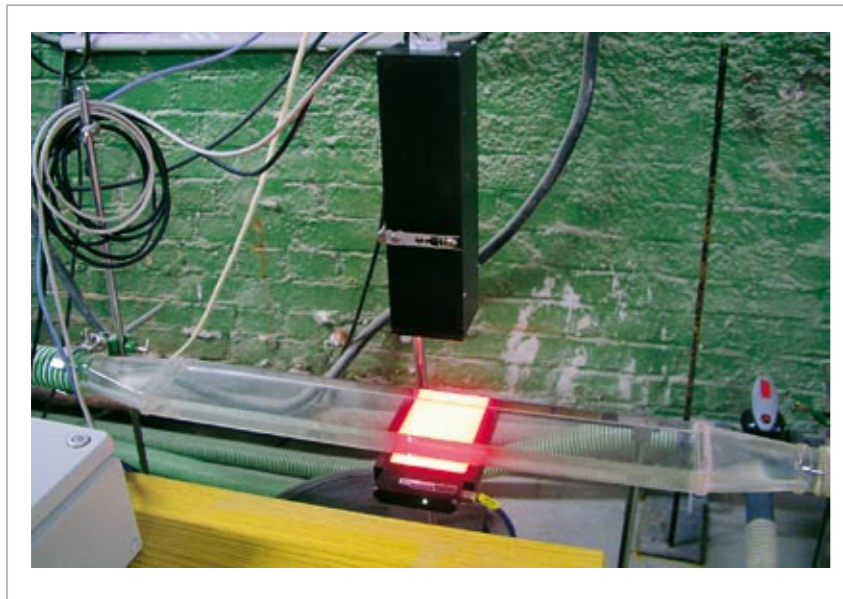


Abb. 4: Messgehäuse mit darunterliegender Beleuchtung und CCD-Kamera / Measurement tube with lighting at the bottom side and ccd-camera viewing from the top

Auswahl. Ein entscheidender Aspekt ist in diesem Zusammenhang die Verfügbarkeit geeigneter Spurstoffpartikel. Diese können prinzipiell aus vielen Werkstoffen bestehen. So ist der Einsatz von Metall, Kunststoff, Gummi, Glas etc. denkbar. Die jeweilige Eignung ergibt sich aus Merkmalen wie der verfügbaren Korngrößenverteilung, Wasserbeständigkeit und der Dichte des verwendeten Materials. Da Partikel mit entsprechender Ausprägung dieser Merkmale und zudem fluoreszierender Oberfläche kaum verfügbar waren, wurde der Fokus auf die Entwicklung eines „rein optischen“ Systems gerichtet.

Ein geeigneter Spurstoff fand sich in Phenolharzmikrokugeln, die in Durchmessern von 10 μm bis 2 mm angeboten werden. Ihre

Dichte beträgt 1,25 g/cm^3 , sie sind wasserunlöslich und lichtundurchlässig.

Aufbau der Messeinrichtung

Im realisierten Messaufbau werden die Partikel der Trübe vor Eintritt in die Zelle zugegeben. Nach Verlassen derselben durchströmen sie ein durchsichtiges Messgehäuse mit rechteckigem Querschnitt. Dieses wird von der Unterseite senkrecht zur Strömungsrichtung mit einer pulsierenden LED-Matrix durchleuchtet (vgl. Abb. 4). Eine oberhalb des Messgehäuses montierte CCD-Kamera nimmt im Gleichtakt mit der Beleuchtung Bilder des strömenden Fluids auf. Diese werden zur Auswertung an einen Rechner mit entsprechender Software gesendet.

Software zur Bildauswertung

Da die Bildaufnahme im Durchlichtbetrieb erfolgt, erscheinen die lichtundurchlässigen Partikel als Kreisscheiben (vgl. Abb. 5). Die Software muss nun eine Unterscheidung zwischen Partikeln und sonstigen dunklen Objekten wie z. B. Umrissen von Luftblasen treffen. Hierfür werden dunkle Flächen hinsichtlich der Kriterien Größe, Rundheit und Kontrast untersucht. Nach Auswertung eines Bildes wird die Anzahl der gezählten Partikel abgespeichert. Es wird demnach die Information „Partikel pro Zeiteinheit“ ausgegeben. Die Obergrenze der zeitlichen Auflösung stellt hierbei die Bildwiederholfrequenz dar. Sie lag bei den meisten Versuchsreihen bei ca. 17 Hz. Die Auswertesoftware bietet vielfältige Einstellmöglichkeiten, mit denen



Abb. 5: Beispielbild mit Partikel im oberen linken Bereich / photo showing tracer particle in the upper left area

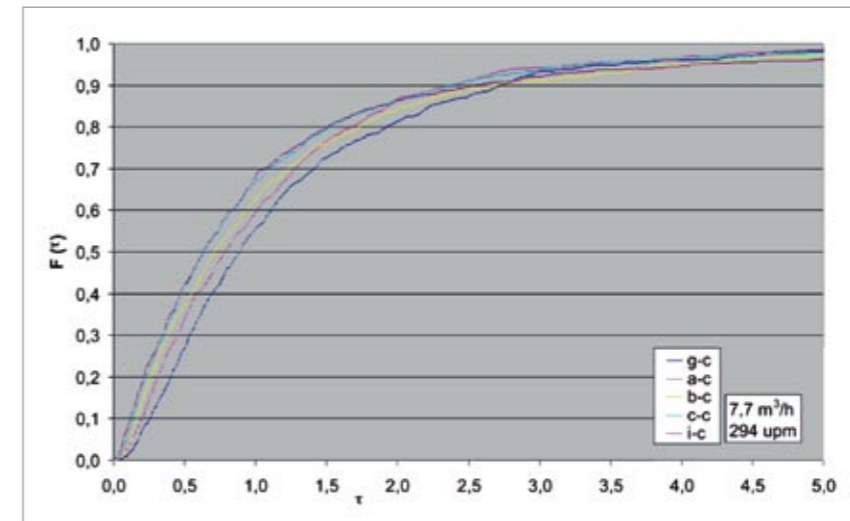


Abb. 6: Verweilzeitkurven für unterschiedliche Eintragspositionen / residence-time-distribution for different positions of inflow

eine Anpassung an die jeweilige Messaufgabe erfolgen kann. Die Auswirkung von Einstellungsänderungen auf die Registrierung von Bildobjekten kann anhand abgespeicherter Bilder überprüft werden.

Messergebnisse

In Abb. 6 sind beispielhaft Verweilzeitsummenkurven für mehrere Eintrags-/ Austragskombinationen gegenübergestellt. Der Einfluss von Positionsänderungen auf die Partikelverweilzeit ist gut erkennbar und entspricht im Wesentlichen den hiermit verknüpften Erwartungen. So sorgen weitere Wege zwischen Ein- und Austrag ebenso für höhere Verweilzeiten wie ein tiefer Eintrag in Kombination mit einem hohen Austrag. Eine Erhöhung der Rotordrehzahl sorgt für ein schnelleres Verlassen der Zelle.

Die numerisch ermittelten Ergebnisse konnten auf diesem Weg im Wesentlichen experimentell bestätigt werden. Zwar lagen die Kurven der Versuche durchweg unter den entsprechenden der Simulation, die Versuche ergaben also längere Verweilzeiten.

Dieser Effekt kann jedoch mit der Vernachlässigung der Partikelmasse in der Simulation erklärt werden. Erste Berechnungen deuten darauf hin, dass die Massehaftung der Partikel eine weitere Annäherung der Kurven mit sich bringt.

Ausblick

Bei der Weiterentwicklung der Simulation besteht der nächste Schritt in der Implementierung der Partikelmasse in die Strömungsrechnung. Darüber hinaus wird es von besonderem Interesse sein, den

Einfluss weiterer Parameter wie Änderungen der Zellengeometrie, des Rotor-Stator-Systems oder des Kornspektrums zu untersuchen. Ebenso bietet die Verweilzeitmessung Potential zur Weiterentwicklung: Für eine nähere Orientierung an realen Flotationsbedingungen muss die Messeinrichtung in der Lage sein, nicht nur spezielle Spurstoffe, sondern auch Mineralpartikel zu registrieren. Hierbei kann sich u. U. die Zuhilfenahme von Fluoreszenzeffekten o. ä. als zielführend erweisen. In diesem Zusammenhang stellt sich auch die Frage, inwieweit die Erfassung von Partikeln möglich ist, die in einer Schaummatrix gebunden sind.

Desweiteren würde eine Registrierung des Durchmessers jedes einzelnen erfassten Partikels eine effiziente Untersuchung des Einflusses bestimmter Parameteränderungen auf einzelne Kornfraktionen ermöglichen.

Literatur:

- [1] H. Schubert: Aufbereitung fester Stoffe, Dt. Ver. für Grundstoffindustrie 1996
- [2] O. Wünsch/ M. Streng: Numerical simulation of the residence time distribution in flotation cells. In: Proceedings in Applied Mathematics and Mechanics 7 (2007), S. 4090003-4090004
- [3] E. C. Dowling: Use of residence-time distribution techniques. In: Minerals & Metallurgical Processing, Vol. 16 (1999), No. 1, S. 18-26

esco – european salt company

Firmennachrichten

esco hat vor dem Hintergrund steigender Kosten – insbesondere für Energie und Frachten und eines dramatischen Ergebnissrückgangs im Jahr 2007 aufgrund des witterungsbedingt stark reduzierten Auftausalzabsatzes Maßnahmen zur Effizienzsteigerung und Kostenreduzierung ergriffen. Die erforderliche Mindestrendite konnte trotzdem erstmals im Jahr 2007 nicht erreicht werden. Auch für 2008 erwartet esco keine grundlegende Änderung. Weitere Maßnahmen zur dauerhaften Reduzierung der Kosten und damit zur Ergebnisverbesserung sind unvermeidlich. esco hat in Zusammenarbeit mit der Unternehmensberatung Arthur D. Little eine Untersuchung durchgeführt, um weitere Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung an den europäischen Standorten zu ermitteln. Zwischen Juni und August 2008 wurden die Standorte im In- und Ausland untersucht. Dabei ging es besonders um eine Bestandsaufnahme der Effizienz erbrachter Leistungen. Die Ergebnisse wurden mit den verantwortlichen Leitungen auf den Standorten diskutiert und abgestimmt. Im Ergebnis haben esco, Betriebsräte und IG BCE ein Maßnahmenpaket zur Sicherung der deutschen Standorte verabschiedet. Dazu gehört auch die zum 1. November erfolgte Einführung der 40-Stunden-Woche

auf allen inländischen Standorten der esco.

Helmholtz Zentrum München GmbH

Personalien

Schachanlage Asse

Zum 1. September hat das Helmholtz Zentrum München für die Schachanlage Asse einen eigenen Geschäftsbereich eingerichtet. Als dritter Geschäftsführer wurde **Dr.-Ing. Detlev Eck** (55) berufen.

Eck studierte im Anschluss an zwei technische Berufsausbildungen konstruktiven Ingenieurbau. Anschließend war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Wuppertal tätig, wo er auch promovierte. Nach einer mehrjährigen selbständigen Tätigkeit kehrte Eck als Technischer Direktor an die Universität Wuppertal zurück. Daraufhin arbeitete er im Management der Universität Göttingen. Als Betriebsdirektor und später als Leiter des Technischen Bereiches des Forschungszentrums Jülich war er unter anderem verantwortlich für Betrieb und Restbetrieb der nuklearen Anlagen, für deren Stilllegung bzw. Rückbau sowie für die Dekontamination, Konditionierung und Lagerung der kontaminierten Abfälle. Zudem stand Detlev Eck dem Bereich Strahlenschutz mit den Fachbereichen Genehmigungen nach Atomgesetz sowie Strahlenschutzvorschrift,

betrieblicher Strahlenschutz, Analytiklaboratorien, Umgebungsüberwachung, Emissionskontrolle sowie Messtechnik vor.

K+S Gruppe

Firmennachrichten

Die Deutsche Börse AG hat am 3. September in der Sitzung des Arbeitskreises Aktienindizes entschieden, die K+S Aktiengesellschaft in den DAX® aufzunehmen. K+S gehört damit seit dem 22. September 2008 als erster Rohstoffwert dem wichtigsten Börsenindex in Deutschland an. „Wir freuen uns über die Aufnahme in den Kreis der 30 größten börsennotierten Unternehmen Deutschlands. Es ist eine Ehre und Herausforderung für alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Unternehmens, ohne deren Flexibilität und hohen persönlichen Einsatz wir das nicht erreicht hätten“, erklärte Norbert Steiner, Vorsitzender des Vorstands der K+S Aktiengesellschaft. In den vergangenen Jahren hat das starke Wachstum insbesondere in den Schwellenländern die Nachfrage nach Rohstoffen und damit auch nach mineralischen Düngemitteln spürbar erhöht.

K+S hat für das hessisch-thüringische Kalirevier ein umfangreiches Maßnahmenpaket zum Gewässerschutz beschlossen. Damit wird K+S das derzeit anfallende Salzwasser bereits ab 2011 deutlich reduzieren und schrittweise bis

2015 auf 7 Millionen Kubikmeter im Jahr halbieren. Die damit verbundenen Investitionen belaufen sich bis zum Jahr 2015 insgesamt auf bis zu 360 Millionen Euro. Mit dem K+S-Maßnahmenpaket wird der Weg frei, den bis zum Jahr 2012 geltenden Chlorid-Grenzwert der Werra von derzeit 2.500 mg/l schrittweise auf 1.700 mg/l und den Härte-Grenzwert von 90 auf 65 Grad dH (deutsche Härte) zu reduzieren sowie die Versenkung von Salzwasser erheblich zu verringern.

K+S steht mit den Landesregierungen Hessens und Thüringens in Verhandlungen über einen öffentlich-rechtlichen Vertrag, der auch von den Landtagen beider Länder gefordert wurde. Die Vereinbarung soll den Rahmen für die Umsetzung des Maßnahmenpakets verbindlich festschreiben und K+S Investitionsicherheit bieten. K+S ist überzeugt und geht davon aus, mit diesem Konzept Genehmigungen zur langfristigen Weiterführung der Betriebe zu erhalten, und wird zügig die dafür erforderlichen Anträge stellen. Dies schließt unverändert die Realisierung der Salzwasserleitung Neuohf-Werra mit ein.

K+S KALI GmbH

Personalien

Dr. Helmut Zentgraf, Werksleiter Werk Werra, wird am 1. Januar 2009 nach fast 29 Dienstjahren in die Freistellungsphase der Alterszeit treten. Seine Nachfolge wird

Dr. Rainer Gerling, Leiter Produktion u. T. Werk Werra, Grube Hattorf-Wintershall, zum gleichen Zeitpunkt übernehmen.

Martin Wagner, Leiter Produktion und Technik u. T. des Werkes Sigmundshall, ist bereits zum 1. Dezember 2008 zum Werk Werra gewechselt, um ab 1. Januar 2009 die Nachfolge von Dr. Gerling als Leiter Produktion u. T. Werk Werra, Grube Hattorf-Wintershall, zu übernehmen.

Firmennachrichten

Im Zuge der weltweiten Finanzkrise führen die stark rückläufigen Getreidepreise in der Landwirtschaft zu Verunsicherung über die künftige Ertragssituation. Auf die dadurch beeinflusste zurückhaltendere Nachfrage nach Düngemitteln – insbesondere in Europa – hat K+S mit einer Drosselung der Produktion von Kalidüngemitteln im vierten Quartal reagiert. Auf allen Werken werden insgesamt rund 400.000 Tonnen Kaliumchlorid weniger produziert. Die Produktion von Spezial- und Industrieprodukten bleibt hiervon unberührt. Die Nachfrage nach Kalidüngemitteln verlief noch während des dritten Quartals 2008 auf hohem Niveau und auch die Preise zogen vor dem Hintergrund des weltweit knappen Angebots weiter an. Im Zuge der Finanzkrise kam es allerdings zu stark rückläufigen Getreidepreisen und damit zu einer zurückhaltenderen Nachfrage der Landwirtschaft nach Düngemitteln. Infolgedessen haben zahl-

reiche Mehrnährstoff-Düngemittel-Produzenten ihre Produktion und damit den Bezug von Kaliprodukten zurückgefahren. Zudem hat sich die europäische Handelsstufe in den vergangenen Monaten angesichts steigender Düngemittelpreise stark mit Düngemitteln eingedeckt. Außerdem kommt die Nachfrage der Landwirtschaft im vierten Quartal ohnehin saisonal zur Ruhe. Die Produktionsanpassungen betreffen alle Kali-Produktionsstandorte in Hessen, Niedersachsen, Thüringen und Sachsen-Anhalt.

Das Kraftwerksteam am Standort Hattorf des Werkes Werra der K+S KALI GmbH ist in punkto Arbeitssicherheit Spitze. Die mehr als 35 Mitarbeiter sind seit 25 Jahren ohne einen meldepflichtigen Betriebsunfall – eine bisher unerreichte Sicherheitsbilanz in den Mitgliedsunternehmen der Bergbau-Berufsgenossenschaft (BBG, Bochum). Diese herausragende Leistung wurde im Rahmen einer Belegschaftsversammlung am Standort Hattorf in Philippsthal gewürdigt. Sicherheitsfachkraft Matthias Hopf konnte bei der Belegschaftsversammlung ein weiteres Jubiläum präsentieren. Die Mitarbeiter des Hattorfer Sulfatbetriebes arbeiten mittlerweile fünf Jahre unfallfrei.

K+S Entsorgung GmbH

Firmennachrichten

In der Untertage-Verwertung (UTV) Hattorf wurde im Juli die eine Mil-

lionste Tonne Abfall angenommen, in der UTV Unterbreizbach waren es bis Ende Juli insgesamt sogar 1,5 Millionen Tonnen. Der Großteil der bisher in der UTV Hattorf angenommenen Abfälle sind Rauchgasreinigungsrückstände aus den Filtersystemen von Verbrennungsanlagen – so auch die „Jubiläumstonne“.

Der Weg des Abfalls in die Untertage-Verwertung, die seit 1994 in Betrieb ist, führt zunächst durch eine Anlage über Tage: Die staubförmigen Abfälle werden unter Zugabe von Flüssigkeit zu einer dickflüssigen Mischung verarbeitet und in Big-Bags abgefüllt. Nach der Aushärtung bilden die Big-Bags „Bausteine“ für die Stabilisierung einiger älterer Grubenhohlräume. Hierzu werden sie unter Tage eingestapelt und die verbliebenen Hohlräume mit Salz verfüllt.

Ein anderes Verwertungsverfahren kommt in der UTV Unterbreizbach zum Einsatz: Unter Tage wird aus den Abfällen in einer eigens entwickelten Anlage ein Dickstoff hergestellt und in die zu stabilisierenden Hohlräume gepumpt. Dort härtet er ohne Austritt von Flüssigkeit aus und stützt so das Grubengebäude. Für diesen sogenannten Dickstoffversatz eignen sich beispielsweise Flugaschen aus der Klärschlammverbrennung, worum es sich bei der 1,5-millionsten Tonne handelte, die am 30. Juli angeliefert wurde. Die UTV Unterbreizbach besteht bereits seit 1992. Kürzlich ging dort eine neue Dickstoffanlage in Betrieb, so dass der Standort



Foto: Südwestdeutsche Salzwerke AG

auch für die nächsten 1,5 Millionen Tonnen gut gerüstet ist. Insgesamt wurden bei K+S allein im Jahr 2007 etwa 500.000 Tonnen Abfälle in vier Anlagen unter Tage verwertet.

Südwestdeutsche Salzwerke AG

Personalien

Dr. Ulrich Kowalski hat zu Ende Oktober dieses Jahres seine Ämter im Salzbereich niedergelegt, **Ekkehard Schneider** wird diese bis auf Weiteres mit übernehmen.

Salzabbau im Wandel Continuous Miner – der Zweite

Die Umstellung des Salzabbaus vom Bohren und Sprengen auf die schneidende Gewinnung im Heilbronner Steinsalzbergwerk schreitet mit großen Schritten voran. Im Oktober dieses Jahres wurde der

zweite Continuous Miner bei der Südwestdeutsche Salzwerke AG angeliefert. Lassen Sie uns kurz Revue passieren:

Mai 2005: Auftragsvergabe zur Fertigung des ersten Continuous Miner durch die SWS AG an die Firma VOEST-ALPINE Bergtechnik GmbH (VAB).

Februar 2006: Fertigstellung und Endabnahme des ersten Continuous Miner im Werk Zeltweg/Österreich

23. und 24. März 2006: Transport des zerlegten Continuous Miner nach unter Tage ins Bergwerk Heilbronn über den Schacht Konradsberg und anschließender Zusammenbau in der untertägigen Zentralwerkstatt.

22. Mai 2006: Festakt zum erfolgreichen Erstschnitt des Continuous Miner 1 (CM1).

Herbst 2006: Beendigung des Probetriebs von CM 1.

Seither ist der CM 1 im Bergwerk Heilbronn erfolgreich im Einsatz. Mit der neuen Abbautechnik wurden bis heute ca. 1,95 Millionen Tonnen Salz abgebaut. Dies war Anlass, am 17. August 2007 eine zweite Maschine vom selben Typ bei der inzwischen zu SANDVIK Mining and Construction Central Europe GmbH umfirmierten ehemaligen VOEST-ALPINE Bergtechnik GmbH zu bestellen.

Am 9. Oktober 2008 wurde der zweite Continuous Miner für das

Bergwerk Heilbronn angeliefert. Insgesamt auf sechs Lastwagen verteilt wurde die 125 Tonnen schwere Maschine transportiert. Das schwerste Bauteil, das Raupenfahrwerk mit dem Grundrahmen, wog 18,4 Tonnen. Für den Transport dieser schweren Teile wurde extra ein 500-Tonnen-Autokran angemietet, der bei zweifacher Seileinsicherung über ein ausreichend langes Seil verfügt. Auf dem Gelände des Schachtes Konradsberg drängten sich die einzelnen Lastwagen, um

die Teile für den Schachttransport bereitzustellen. Nach nicht ganz zwei Schichten waren alle Teile sicher in die Grube befördert worden.

Der Zusammenbau des Continuous Miner erfolgte im Oktober. Seit November befindet sich der zweite Continuous Miner gemeinsam mit den beiden neuen Schiebekastenfahrzeugen der Firma GHH im sogenannten „Biberacher Revier“ – also unterhalb der Gemeinde Biberach – im Einsatz.



Foto: Südwestdeutsche Salzwerke AG

