

Kali und Steinsalz



Schaefer, Weber

Zertifizierungsmaßnahmen in der Kali- und Salzindustrie

Bartels

Auf breiten Schultern – 750 Jahre Knappschaft

Milachowski, Götzfried, Skarabis, Gehlen

Einfluss verschiedener Auftausalze auf die Dauerhaftigkeit von Straßenbeton der Bundesfernstraßen

Kühnlenz, Hammer, Schramm, Mingerzahn, Schlüter

3D-GIS-basierte Auswertung von geologischen Erkundungsdaten am Beispiel des Lösungskatasters Gorleben

Nitschke

Firstsicherheit und Ankertechnik im Kali- und Steinsalzbergbau

28. Bergtechnische Tagung
Congress Centrum Hannover
27. Mai 2011

Schaefer, Weber: Certification activities in the potash and salt industry

The objectives of a quality management system within a company are the increase in efficiency of business processes and the improvement of products and performances, internally and externally, towards customers and suppliers. There are various models which can be used for orientation. An accepted standard is the EN ISO 9001. It specifies the minimum requirements for a quality management system. Precise definition of criteria provide for a measurable and comparable system. In the global competition the confirmation of the quality of products and service, as well as the compliance with the general principles of quality management, can reasonably be achieved by official certifications performed by independent registrars. In this connection the standard EN ISO 9001 is the basis for other, more specific systems.

Bartels: Since 750 years: miner's guilds

A first document mentioning a miner's guild with social aims and religious function was written down on December 28th, 1260, in the old imperial town of Goslar at the northern margin of the metalliferous Harz Mountains. Ever since those miner's guilds ("Knappschaften") have been existing, transformed over the centuries from religious brotherhoods into modern insurance organisations and finally united in the "Reichsknappschaft" in 1923. Surviving

wars, crises, and political systems from feudal times to democracy, it was reorganised after World War two. It became part of the re-unit of Germany from 1991 on, and managed the actual crisis and back-cut of mining by overtaking new services, fusion with other branches of insurance, and mobilising new members. Actually it forms one of the largest insurance companies in Germany and an important element of the social heritage from the sphere of mining.

Milachowski, Götzfried, Skarabis, Gehlen: Effects of different deicing salts on the frost and deicing salt resistance of concrete in the area of federal roads

Road concretes in cold regions are exposed to frost attack in combination with chemical attack by different deicing agents. As a consequence, inner and outer damage may occur. Nowadays the manufacture of freeze-thaw-resistant concrete structures is possible by means of concrete technology (reduction of water/cement-ratio, use of air-entraining agents) together with good workmanship (sufficient compaction and curing). However, the intensity of freeze-deicing salt attacks also depend on the number and allocation of minimal temperature as well as the type and concentration of deicing compounds. The type of road salt and the de-icing or anti-icing techniques vary on site. Therefore, the effect of sulphate impurities in the deicing salt, the type of the liquid component in prewetted salt and the salt concen-

tration on frost and deicing salt resistance of concrete was determined. The investigations showed that the freeze-thaw-resistance of concrete is not affected by different types and concentrations of prewetted salts.

Kühnlentz, Hammer, Schramm, Mingerzahn, Schlüter: 3D-GIS-based analysis of geological exploration data on the example of the solution-database Gorleben

The geological world is three-dimensional. Therefore the connection between different geological data need be recognized and explained in 3D space. The new program GEOravis, which is developed by the BGR and bicad, is an important tool for the presentation, visualization, analysis and interpretation of exploration results in 3D geological space.

GEOravis is based on the interaction of two programs: Access (data base) and AutoCAD (spatial data). It provides a connection between 3D geological models and geological exploration results. This connection employed by the commercial programme openGEO and geological-geotechnical exploration results, collected in various data bases.

GEOravis is based upon a newly created 3D-GIS system, which allows a flexible management of large datasets. This meets the requirements of interpretations of geological data, which are collected in a number of tables.

The selection of required data (queries) and the presentation of the query results in 3D geological space

are the central tasks of GEOravis.

The selection and analysis of exploration results is based upon newly created SQL query tools. The query criteria can be user-defined. Using some specific questions, it is possible for GEOravis to generate complex inquiries (simultaneous queries for several parameters from several tables) and thereby evaluate and interpret data in the context of geological conditions or/and model conceptions.

In the case of large quantity of data, it is possible to achieve not only a simple query, but also multi-level query to reach the requested result.

GEOravis was successfully used to analyse exploration data for the occurrence and chemistry of solutions in the exploration mine Gorleben. For example, the task was to find all the solutions in the 3D model that came from Gorleben Bank (z3OSM) and whose Li concentration is higher than 17 ppm (such concentrations point to a genesis, not by the evaporation of sea water, but probably by alteration of sheet silicates), and Al concentration is higher than 0.01 ppm (this concentration of Al can be derived from the alteration of silicates). Thus all the solution exit points are visualized that interacted with clay minerals on their migration route. Each query condition is formulated using a SQL server on a separate line:

```
AND (AlleDaten.ZutrittsstelleStratigraphie LIKE 'Z3OSM')
AND (AlleChemie.Li_NB_ppm > 17)
AND (AlleChemie.Al_NB_ppm > 0.01)
```

In this way, all the data that correspond to all three strings will

be found and then presented in 3D space.

The generation of the complicated inquiries can be very involved. Therefore, the programme offers to save the user-defined inquiries for later use.

A large amount of user-friendly functionality for the visualization of query results was generated into the software. The query results can be presented within the whole 3D model, or in the specifically chosen sections, or in combination with selected geological units. With the help of the tool "classification", it is possible to build a user-defined visualization of exploration data in the 3D model.

The classification of data is useful in presenting considerable different ranges of data. The selected data can be represented with the help of the user-defined symbols. So, the composition and the volume of the solutions can be e.g. represented by different symbol type, size and colour. Significant parameters such as Li, Br, and volume of solutions were selected and classified for geochemical interpretation of solutions from the Gorleben Bank (z3OSM).

For example, low Br concentrations can be observed only in the top part of shafts. This can be explained by dilution (water solutions from aeration or formation water from the overburden and caprock).

Nitschke: Roof Safety and Rockbolting in Potash and Salt Mining

For the safety of the workforce in

mines of the K+S Group it is of utmost importance that the roof be reinforced to prevent rockfall. The safety measures used are scaling and rockbolting. Rockbolting is safely done according to guidelines. These guidelines outline the principles of assessment and use of rockbolts for systematically reinforcing roofs in potash and salt mining. The over 50-years-old "Commission for the Assessment of Rockbolts" of the Verband der Kali- und Salzindustrie (VKS) recommends rockbolts to be used.

A "stop-nut-bolt" was developed to fit the changing conditions in deposits. These are now used in shallow mining areas in the north of the Werra mine. Supervision of rockbolt loads can be done with newly developed load indicators.

With the help of complex numerical models, it is possible to reproduce the behaviour and interference of the rockbolts and the rock mass while also considering dynamic load stress.

Titelbild: Blick in die Werkstatt unter Tage: Wartungsarbeiten an einem Radlader

Abstracts	Seite 2
Editorial	Seite 5
Schaefer, Weber Zertifizierungsmaßnahmen in der Kali- und Salzindustrie	Seite 6
Bartels Auf breiten Schultern – 750 Jahre Knappschaft	Seite 12
Milachowski, Götzfried, Skarabis, Gehlen Einfluss verschiedener Auftausalze auf die Dauerhaftigkeit von Straßenbeton der Bundesfernstraßen	Seite 22
Kühnlenz, Hammer, Schramm, Mingerzahn, Schlüter 3D-GIS-basierte Auswertung von geologischen Erkundungsdaten am Beispiel des Lösungskatasters Gorleben	Seite 32
Nitschke Firstsicherheit und Ankertechnik im Kali- und Steinsalzbergbau	Seite 44
Nachrichten aus den Unternehmen	Seite 52
Impressum	Seite 31



Liebe Leserinnen und Leser,

ein breites Spektrum mit Themen von A wie Ankertechnik bis Z wie Zertifizierungsmaßnahmen bietet Ihnen das vorliegende letzte Heft des Jahres 2010.

Wie mannigfaltig die Zertifizierungsmaßnahmen unserer Kali- und Salzindustrie sind, beschreiben Frau Schaefer und Herr Dr. Weber eindrucksvoll. Anlässlich des besonderen Jubiläums „750 Jahre Knappschaft“ gibt uns Herr Dr. Bartels einen umfassenden Überblick über die Geschichte, Entwicklung und Neuorientierung der Knappschaft. Jahreszeitgemäß werden mit dem Beitrag zum Einfluss von Auftausalzen auf Straßenbeton wichtige Forschungsergebnisse geliefert. Neue Erkenntnisse hinsichtlich der Analyse von geologischen Erkundungsdaten mittels der vorgestellten 3D-GIS-basierten Auswertung werden vorgestellt. Herr Nitschke stellt die wesentlichen Entwicklungen der letzten Jahre auf dem Gebiet der Ankertechnik und Firstsicherung im Kalibergbau dar. In seinem Beitrag würdigt er auch die hervorragende Arbeit des seit mehr als 50 Jahren bestehenden Ankerbeurteilungsausschusses des VKS.

Die Vielfältigkeit und Vielseitigkeit der Beiträge, die uns sowohl von zahlreichen Autoren unserer Mitgliedsunternehmen als auch von externen Verfassern zur Verfügung gestellt werden, begeistert mich immer wieder. So möchte ich an dieser Stelle Danke sagen. Mein Dank gilt insbesondere den Autoren und dem Redaktionsteam sowie der Agentur „diepiloten“, die für die Herstellung und das Layout unserer Zeitschrift zuständig ist.

Ihnen, sehr geehrte Leserinnen und Leser, wünschen wir eine schöne Adventszeit, besinnliche Stunden zum Weihnachtsfest sowie Gesundheit und Glück im neuen Jahr.

Mit freundlichen Grüßen und einem herzlichen Glückauf

Ihr

A handwritten signature in blue ink that reads "Hartmut Behnen". The script is cursive and fluid.

Ihr Hartmut Behnen

Zertifizierungsmaßnahmen in der Kali- und Salzindustrie



Adriane Schaefer
Total Quality Management
esco – european salt company
GmbH & Co. KG



Dr. Ralf Weber, Qualitätsmanagementbeauftragter
Technische Anwendungsberatung,
K+S KALI GmbH, Kassel

Das Qualitätsmanagement eines Unternehmens hat zum Ziel, die Effizienz von Geschäftsprozessen zu erhöhen sowie Produkte und Leistungen intern wie extern gegenüber Kunden und Lieferanten zu verbessern. Hierzu existieren diverse Modelle, an denen man sich orientieren kann. Eine anerkannte Norm ist die EN ISO 9001, die die Mindestanforderungen an ein Qualitätsmanagementsystem festlegt. Messbarkeit und Vergleichbarkeit eines an diesen Standard angelehnten Systems werden durch klare Definition der Kriterien erreicht. Im internationalen Wettbewerb können die Qualität der Produkte und Dienstleistungen sowie die Einhaltung der allgemeinen Grundsätze des Qualitätsmanagements am sinnvollsten in Form von Zertifizierungen durch unabhängige Zertifizierungsstellen bescheinigt werden. Die EN ISO 9001 ist hierbei die Basis für weitere, spezifischere Systeme.

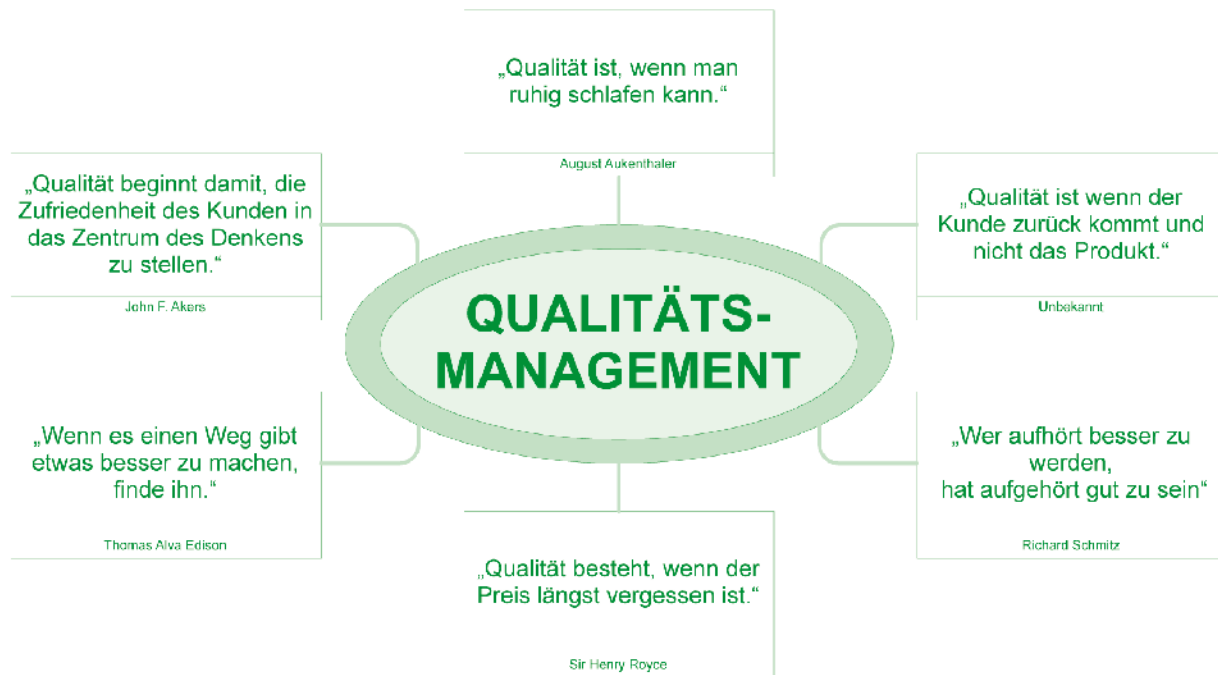


Abb. 1: Zitate zum Thema Qualitätsmanagement / Citations on quality management

Historie und Ausblick

Die K+S Gruppe hat sich sehr früh entschlossen, ihr Qualitätsmanagementsystem zertifizieren zu lassen. Bereits im Jahr 1993 wurde das Steinsalzbergwerk Braunschweig-Lüneburg nach der international anerkannten Qualitätsmanagementnorm, der ISO 9002, zertifiziert. Die K+S Gruppe ist überzeugt, dass verantwortliches Handeln gegenüber dem Kunden, mit dem Ziel, eine ständige Verbesserung der Produkte und Services zu erreichen, sich im Rahmen des Qualitätsmanagements sehr gut umsetzen lässt. Sukzessive wurden daher weitere Standorte in die Zertifizierung integriert, so dass mittlerweile die gesamte europäische Salzsparte der K+S, die esco GmbH & Co. KG sowie Teile der

K+S KALI GmbH, die EN ISO 9001 eingeführt hat. Der Nachweis über die Einhaltung dieser, aber auch anderer Qualitätsnormen, wird durch einen Zertifizierungsprozess mit anschließender Ausstellung eines zeitlich befristeten Zertifikates durch unabhängige Zertifizierungsstellen erbracht. Genügte bis zum Jahr 2002 noch ein einziger Qualitätsstandard für alle Produktanwendungen innerhalb der Gruppe, wurden die Forderungen der Kunden nach spezifischen, produktbezogenen Standards wie zum Beispiel dem Futtermittelstandard GMP+ (Good Manufacturing Practice) immer lauter, so dass ab dem Jahr 2003 weitere Standards in den Zertifizierungsprozess der K+S Gruppe eingebunden wurden. Der Trend, dass immer mehr Vereini-

gungen eigene Qualitätsstandards mit immer spezifischeren Anforderungen herausbrachten, setzte sich in den folgenden Jahren fort. Beinahe täglich werden von Kunden neue Zertifizierungswünsche an die K+S Gruppe gestellt. Es ist mittlerweile eine große Herausforderung in einem international tätigen Konzern zu filtern, welche Standards zukunftsweisend sind. Gezielt wird die Umsetzung neuer Standards danach ausgerichtet, wie der erwartete Nutzen für das Unternehmen sein wird, wie die erwartete Lebensdauer des Standards ist und wie sich der Standard im Markt etablieren wird. Nahm seit dem Jahr 2004 die Anzahl an zertifizierten Standards innerhalb der Gruppe stetig zu, so kam es in den letzten Jahren zu einer Stagnation.



Abb. 2: Teilnehmer am GMP+ FSA-System, Juli 2010 | Number of GMP+ FSA participants, July 2010

Regelmäßig wird geprüft, welche Zertifizierungen noch notwendig sind und welche nicht. Gegenseitige Anerkennungen unter den einzelnen Standards haben ebenfalls eine weitere Expansion der Zertifizierungen verhindert.

Produkt- und Systemaudits

Systematisch lassen sich die verschiedenen Qualitätsstandards in zwei Klassen unterteilen: Standards, die in einem Systemaudit durch Dritte abgeprüft werden, und Standards, die durch ein Produktaudit begutachtet werden. Unter einem Systemaudit versteht man die umfassende Beurteilung auf Übereinstimmung mit der Systemdokumentation und der Wirksamkeit des gesamten Qualitätsmanagementsystems als Basis für Verbesserungen. Zertifizierungsstellen, die diese Audits durchführen, müssen nach der EN ISO 17021 akkreditiert sein. Typische Standards, deren Begutachtung auf Systemaudits basieren, sind die EN ISO 9001:2008 sowie

die EN ISO 14001:2004. Ein Produktaudit ist ein Soll-Ist-Vergleich von Produkten auf Übereinstimmung mit der Kundenanforderung (aus Sicht des Kunden). Zertifizierungsstellen, die diese Audits durchführen, müssen nach der EN 45011 akkreditiert sein. Als Standards, die durch ein Produktaudit abgeprüft werden, wären der IFS- sowie der QS-Standard zu nennen.

Aktuell gültige Zertifizierungen der K+S-Gruppe

a) EN ISO 9001:2008 –

Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen

- Die ISO 9001 ist eine international anerkannte Norm, die für alle Branchen und alle Produkte Gültigkeit besitzt.
- Alle Standorte der esco GmbH & Co. KG sind nach dieser Norm zertifiziert.
- In der K+S KALI GmbH sind die Produktgruppen Hochreine Salze, Industriekali, Magnesi-

umsulfat wasserfrei als Futtermittel, Bittersalz, Kaliumchlorid als Lebensmittelzusatzstoff und Montanal sowie die betroffenen Zentraleinheiten entsprechend zertifiziert.

- Jährlich wird die Umsetzung dieser Norm durch eine externe Zertifizierungsgesellschaft überprüft.
- Aufgrund der weltweiten Verbreitung sowie der großen Anzahl an zertifizierten Unternehmen besitzt diese Norm eine hohe Akzeptanz weltweit.

b) EN ISO 14001:2004 – Umweltmanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung

- Die ISO 14001 ist eine international anerkannte Norm, die für alle Branchen und alle Produkte Gültigkeit besitzt.
- Bei der esco GmbH & Co. KG ist der Standort Frisia Zout B.V. in Harlingen in den Niederlanden nach dieser Norm zertifiziert.
- Jährlich wird die Umsetzung dieser Norm durch eine externe Zertifizierungsgesellschaft überprüft.
- Die Dokumentation eines zertifizierten Umweltmanagementsystems erleichtert die Kommunikation, insbesondere mit den Behörden in den Niederlanden.

c) GMP+ FSA (Good Manufacturing Practice Feed Safety Assurance)

- Diese Norm wurde im Jahr 1992 von der Productschap Diervoeder (PDV) in den Niederlanden veröffentlicht und besitzt für die

wertschöpfende Kette der Futtermittelherstellung Relevanz.

- Im Jahr 2010 gab es knapp 11.300 Zertifikate weltweit mit steigender Tendenz.
- Bei der esco GmbH & Co. KG sind die Standorte nach dieser Norm zertifiziert, die Futtermittelsalze herstellen.
- Bei der K+S KALI GmbH sind drei Standorte mit jeweils einem Produkt nach diesem Standard zertifiziert.
- Jährlich wird die Umsetzung durch eine externe Zertifizierungsgesellschaft überprüft.
- Die Zertifizierung nach dieser Norm ist Voraussetzung für den Verkauf von Futtermitteln, insbesondere in Deutschland und Benelux.

d) QS (Qualität und Sicherheit GmbH)

- Diese Norm wurde im Jahr 2001 von der Qualität und Sicherheit GmbH (QS) in Deutschland veröffentlicht. Sie wurde als stufenübergreifendes Prüfsystem für Lebens- und Futtermittel wie Obst, Gemüse, Fleisch und Fleischerzeugnisse entwickelt. Im Jahr 2009 gab es in der Futtermittelbranche knapp 3.000 Zertifikate weltweit mit steigender Tendenz.
- Bei der esco GmbH & Co. KG sind die Standorte nach dieser Norm anerkannt, die Futtermittelsalze herstellen.
- Bei der K+S KALI GmbH sind alle Standorte, die nach GMP+ zertifiziert sind, auch nach QS anerkannt.
- Eine separate Überprüfung erfolgt

auf Grund der gegenseitigen Anerkennung von GMP+ und QS nicht.

- Die Anerkennung nach dieser Norm ist vielfach Voraussetzung für den Verkauf von Futtermitteln in Deutschland.

e) „Öko“-Zertifizierung gemäß der VERORDNUNG (EG) Nr. 834/2007 DES RATES über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen

- Im Jahr 2003 wurden einige Futtermittelerzeugnisse der esco GmbH & Co. KG im Hinblick auf die Erfüllung der EG-Verordnung positiv geprüft.
- Bei der esco GmbH & Co. KG erfüllen die Standorte die EG-Verordnung, die Futtermittel produzieren.
- Jährlich wird die Einhaltung durch eine externe Zertifizierungsgesellschaft überprüft.
- Die Erfüllung dieser Verordnung ist vielfach Voraussetzung für den Verkauf von Futtermitteln in Europa, die zur Erzeugung von ökologischen Produkten im Futtermittel- und letztendlich Lebensmittelbereich eingesetzt werden sollen.

f) HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point)

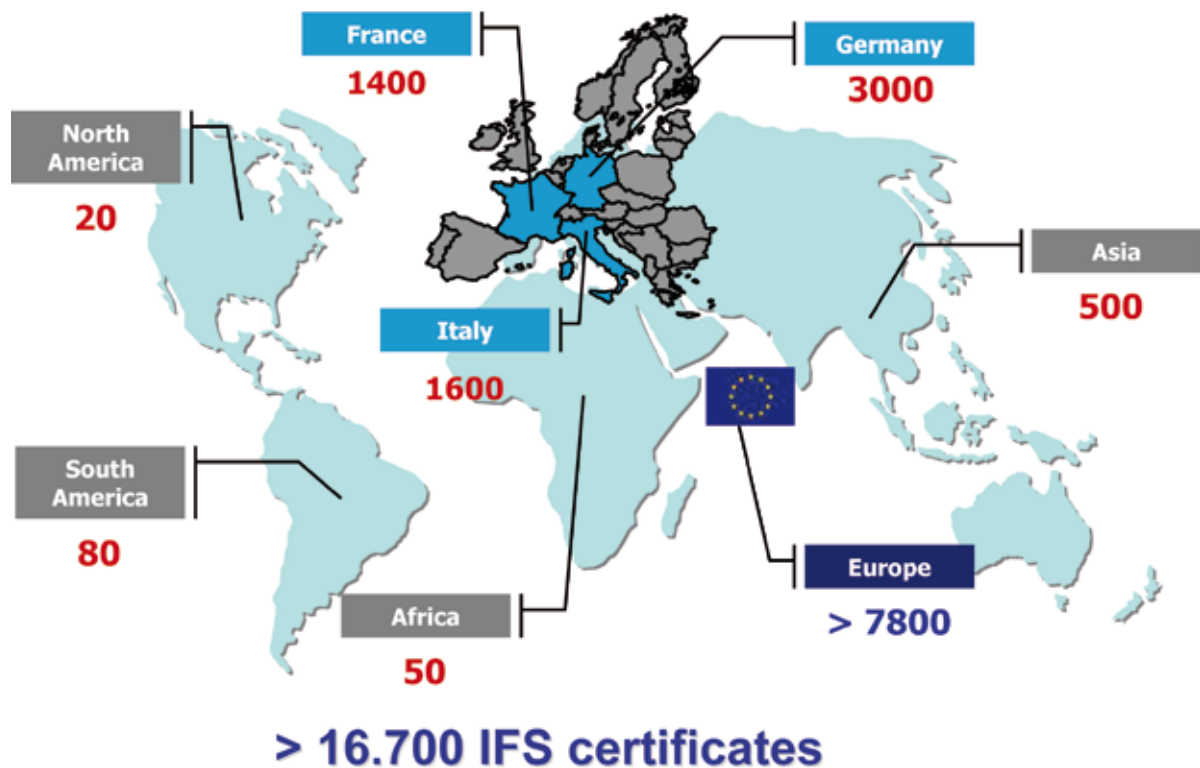
- HACCP ist ein System, das Gefahren, die für die Lebensmittel- und Futtermittelsicherheit signifikant sind, identifiziert, bewertet und beherrscht. Das HACCP-System ist international bekannt. In Europa gibt es eine

gesetzliche Grundlage, ein solches System für Futtermittel und Lebensmittel zu implementieren.

- Bei der esco GmbH & Co. KG sind alle Standorte, die Futtermittel- und Lebensmittelsalze produzieren, nach HACCP zertifiziert.
- Jährlich wird die Umsetzung durch eine externe Zertifizierungsgesellschaft überprüft.
- Bei der K+S KALI GmbH sind in allen Produktionsstätten von Lebensmitteln und Futtermitteln HACCP-Systeme implementiert, die jedoch nicht als solche separat zertifiziert sind.
- Die Dokumentation eines zertifizierten HACCP-Systems ist positiv für Exportgeschäfte außerhalb der Europäischen Union, da es hier teilweise keine gesetzliche Verpflichtung zur Einführung eines solchen Systems gibt.

g) IFS (International Featured Standard)

- Der IFS-Standard wurde 2003 als zertifizierungsfähige Norm durch den Hauptverband des deutschen Einzelhandels gegründet. Neben dem deutschen Einzelhandel sind Herausgeber des aktuellen IFS-Standards auch der französische und der italienische Einzelhandel.
- Bei der esco GmbH & Co. KG sind die Standorte nach dieser Norm zertifiziert, die Speisesalze an den Einzelhandel liefern.
- Die K+S KALI GmbH hat mit einer neuen Produktionsanlage für Kaliumchlorid in Lebensmittelqualität (KCl Food Grade) im Kaliwerk



© HDE Trade Services GmbH

Abb. 3: Teilnehmer am IFS, Oktober 2010 / Number of IFS participants, October 2010

Zielitz in den wachsenden Markt für qualitativ hochwertige Salze investiert. Ziel ist es, die führende Position des Unternehmens in den Bereichen Health Care und Food sowie Pharma weiter auszubauen. Ein wichtiger Schritt hierbei war die erfolgreiche Zertifizierung der KCl Food Grade Produktion in Zielitz nach IFS.

- Jährlich wird die Umsetzung durch eine externe Zertifizierungsgesellschaft überprüft.
- Die Zertifizierung nach dem IFS-Standard ist vielfach Voraussetzung für die Belieferung des Einzelhandels mit Eigenmarken, aber auch Markenprodukten. Ferner erleichtert die externe Zertifizierung nach diesem international anerkannten Standard die

Qualifizierung der Produkte in ausländischen Märkten. Im Jahr 2007 gab es weltweit rund 7.000 Zertifikate mit stark steigender Tendenz.

h) Kosher

- Basis für die Kosher-Zertifizierung sind die jüdischen Speisegesetze.
- Bei der esco GmbH & Co. KG sind die deutschen und niederländischen Standorte zertifiziert, die Speise- und Futtermittelsalz herstellen.
- Die K+S KALI GmbH unterhält für alle Lebensmittelzusatzstoffe und Arzneimittelwirkstoffe ein Kosher-Zertifikat.
- Jährlich wird die Umsetzung durch einen Rabbi überprüft.

- Die Kosher-Zertifizierung ist vielfach Voraussetzung für die Belieferung von Kunden jüdischen Glaubens.

i) HALAL

- Die HALAL-Zertifizierung bescheinigt die Übereinstimmung der Produktion, insbesondere von Lebensmitteln, mit dem islamischen Recht.
- Bei der K+S KALI GmbH sind alle Lebensmittelzusatzstoffe und Arzneimittelwirkstoffe nach HALAL zertifiziert.
- Jährlich wird dadurch attestiert, dass die anorganischen Salze keine tierischen Bestandteile enthalten, insbesondere nicht von Schweinen. Außerdem wird bestätigt, dass kein Alkohol in

den Herstellungs- und Verpackungsprozessen verwendet wird und keine tierischen Produkte in den Anlagen verarbeitet werden.

- Die HALAL-Zertifizierung ist vielfach Voraussetzung für die Belieferung von Kunden, die Produkte für islamische Endverbraucher herstellen.

j) GMP (Good Manufacturing Practice) für Wirkstoffe

- Grundlage für die Ausstellung eines GMP-Zertifikates ist die Richtlinie 2001/83/EG zur Schaffung eines Gemeinschaftskodex für Humanarzneimittel.
- Bei der esco GmbH & Co. KG verfügen die Standorte über ein GMP-Zertifikat, die Salz in pharmazeutischer Qualität herstellen.
- Die K+S KALI GmbH besitzt für die beiden Standorte Hattorf und Wintershall GMP-Zertifikate, die die Arzneimittelwirkstoffe abdecken.
- In der Regel erfolgt alle drei Jahre eine Inspektion durch die zuständige Überwachungsbehörde des jeweiligen Landes. Die Zertifizierung nach GMP ist vielfach Voraussetzung für den Verkauf von Salz in pharmazeutischer Qualität.

k) FDA-Anerkennung (Food and Drug Administration)

- Grundlage für die Anerkennung durch die FDA ist eine Inspektion der US-amerikanischen Gesundheitsbehörde.
- Bei der K+S KALI GmbH ist in zwei Inspektionen die Herstellung von Arzneimittelwirkstoffen am Standort Wintershall durch die

FDA positiv bewertet worden.

- Die Anerkennung der FDA erleichtert die Vermarktung der betroffenen Produkte im US-amerikanischen Markt.

l) COS / CEP (Certificate of Suitability to the Monographs of the European Pharmacopoeia)

- Grundlage für die Ausstellung eines CEP ist das europäische Arzneibuch.
- Bei der esco GmbH & Co. KG verfügt der Standort Borth in Rheinberg über ein CEP, als Hersteller von Salz in pharmazeutischer Qualität.
- Die K+S KALI GmbH bereitet derzeit die Einreichung eines Dossiers vor.
- Alle fünf Jahre erfolgt eine Prüfung durch die EDQM (European Directorate for the Quality of Medicines & Health Care).
- Das Zertifikat erhöht die Attraktivität von Lieferanten von Wirkstoffen. Sofern Pharmahersteller, die pharmazeutisches Salz verwenden, zertifiziertes Salz einsetzen, erhalten diese schneller die Zulassung für ihre Arzneimittel.

m) NF (Norme française)

- Das Zertifikat beruht auf der französischen Norm für Salz, welches zur Wasserenthärtung eingesetzt wird.
- Bei der esco GmbH & Co. KG verfügen die Standorte über ein NF-Zertifikat, welche Tabletten herstellen, die zur Regeneration von Ionenaustauschern eingesetzt werden. Die Tabletten müssen für den französischen Markt bestimmt sein.

- Das Zertifikat basiert auf einer jährlichen Überprüfung.
- Das Zertifikat ist notwendig, um Salztabletten im französischen Markt zu verkaufen.

n) AQIS (Australian Quarantine and Inspection Service)

- Das AQIS-Zertifikat basiert auf den australischen Regeln für die Minimierung der Einschleppung von Krankheiten und exotischen Tier- und Pflanzenarten durch den Warenimport.
- Die K+S KALI GmbH besitzt an drei Standorten AQIS-Zertifikate für lose verladene Düngemittel.
- Die Zertifikate erleichtern und beschleunigen die Abwicklung im Rahmen der Quarantänemaßnahmen beim Export nach Australien.

Zusammenfassung

In der K+S Gruppe hat sich mit dem Systemstandard EN ISO 9001:2008 eine Basis für weitere, spezifischere Zertifizierungen fest etabliert. Diese Norm hat sich als Grundlage bewährt, um weitere, vom Markt geforderte Standards effizient implementieren zu können. Die Vielzahl an Zertifizierungen beruht u. a. auf den produktspezifischen Anforderungen an die Herstellung, die Qualitätssicherung und Produktsicherheit in den unterschiedlichen Marktsegmenten, für die die Salze bestimmt sind.

Die in diesem Artikel aufgelisteten Zertifizierungen sind eine wesentliche Voraussetzung zur erfolgreichen Abgrenzung der hochwertigen Produkte im internationalen Wettbewerb.

Auf breiten Schultern – 750 Jahre Knappschaft



Dr. Christoph Bartels,
Forschungsleiter
Bergbaugeschichte,
Deutsches Bergbau-Museum

Der folgende Beitrag richtet sein Augenmerk vor allem auf die Geschichte der Knappschaften im Sinn einer umfassenden Interessenvertretung der Bergbau-„verwandten“ und später einer branchenspezifischen Sozialversicherung bis zur Entfaltung der Bergbauindustrie im modernen Sinn, also auf den Zeitraum vom Mittelalter bis um 1860. Die Entwicklungen seit der Konstituierung der Knappschaft als bergbauliche Sozialversicherung im modernen Verständnis und Träger medizinischer Einrichtungen werden knapp zusammengefasst. Dies geht einmal auf die Arbeitsschwerpunkte des Verfassers in der vorindustriellen Zeit zurück, zum anderen auf den Umstand, dass die Grundzüge moderner Sozialversicherung als vertraut vorausgesetzt werden können, da die weit überwiegende Zahl der Leser selbst in diese Systeme eingebunden ist.



Abb. 1: Der Reichsadler als Wappentier der Stadt Goslar, Goslarer Marktbrunnen, Bronze, vergoldet, 13.–14. Jahrhundert / *The imperial eagle, heraldic animal of the town of Goslar, bronze, gold plated, 13th–14th century*

Einleitung

Die Kali- und Salzindustrie könnte im Blick auf den ersten Namensbestandteil als relativ junger Bergbauzweig angesehen werden. Bezogen auf das Salz wird aber deutlich, dass, ungeachtet der Entstehung vieler bedeutender Förderstandorte um die Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert, die für den Bergbau insgesamt gültige Feststellung auch hier zutrifft: Es handelt sich um einen Zweig der Urproduktion. Denn sowohl hinsichtlich der historischen Ursprünge als auch bezüglich der gesellschaftlichen Bedarfslage ist die Salzversorgung fundamental für die Gesellschaftssysteme seit Jahrtausenden. Auf Salz kann keine Siedlungsgemeinschaft und kann kein Individuum verzichten. Das gilt für die tägliche Nahrungsaufnahme, noch deutlicher aber

für die Konservierung von Nahrung vor der allgemeinen Verfügbarkeit von Kühlaggregaten. Das gilt ferner hinsichtlich chemischer Prozesse, etwa der Färberei.

Zwar konnte man an den Küsten Salz aus Meerwasser gewinnen, seit der Bronzezeit war aber in Europa auch bergbaulich gewonnenes Salz unverzichtbar; erinnert sei hier z. B. an die alpinen Vorkommen von Hallein und Hallstadt in Österreich. In der Erzeugung von Siedesalz treffen die bergbauliche und die Weiterverarbeitungs-Komponente zusammen. Nicht umsonst findet sich in der berühmten mittelalterlichen Erbstorfer Weltkarte des 13. Jahrhunderts die Saline Lüneburg als „Magnum Sal“ stark hervorgehoben. Das jahrhundertealte Salzbergwerk von Wieliczka nahe Krakau zählt zu den herausragenden Stät-

ten bergbaulicher Kulturgeschichte in Europa, es ist schon seit Jahrhunderten mit seinen historischen Installationen eine Attraktion.

Die Berggemeinde als Träger des Knappschaftsgedankens

Bergbau ist seit Jahrtausenden eine Arbeit von Spezialisten, und nur in Randbereichen wie der Erzeugung von Steinen und Erden verzahnen sich die Gewinnungsaktivitäten mit bäuerlicher Wirtschaft und dörflichem sowie städtischem Handwerk. In den größeren Produktionszentren aber, etwa in den Erzrevieren des sächsisch-böhmischen Erzgebirges, des Harzes, des Schwarzwalds, den Montanzentren der Alpen oder auch in den Steinkohlenrevieren von Lüttich, im Ruhrrevier oder Aachener Raum bilden seit Jahr-



Abb. 2: Urkunde des Stadtarchivs Goslar mit der ersten Erwähnung der dortigen Bergbruderschaft, 28. Dezember 1260 | Document from the Goslar town archives, mentioning the miner's guild, December 28th, 1260

hundertern Vollberufs-Bergleute mit handwerklich-technischem Spezialwissen den Kern der Belegschaften. Aber in den Steinkohlenrevieren z. B. konnten vorindustriell neben dem Kern von Spezialisten relativ breite Kreise nur saisonal oder episodisch tätiger Arbeitskräfte eingesetzt werden. Diese waren hinsichtlich der Daseinsvorsorge nicht überwiegend dem Bergbau verbunden. Dagegen hingen die traditionsreichen Reviere der Bunterzgewinnung fast ausschließlich von Vollerwerbs-Bergleuten auf Lebenszeit ab. Sie organisierten ihr gesamtes Leben in der Berggemeinde (lat. universitas montanorum), die, je nach den Umständen, einen dorfartigen Charakter aufweisen konnte, so etwa am Altenberg im

Siegerland oder in verschiedenen Orten des sächsischen Erzgebirges. In den Großrevieren entstanden bald regelrechte Bergstädte, in denen sich das öffentliche Leben in hohem Umfang auf die Bergarbeit ausrichtete. Hier liegen die Geburtsstätten der Knappschaften, denen der Gedanke und die – vielfach von den äußeren Bedingungen begünstigte bzw. geradezu geforderte – Praxis der autonomen Berggemeinde zugrunde lagen. In abgelegenen Gebirgsräumen war eine weitgehend eigenständige Regelung aller Angelegenheiten der Bergbautreibenden und ihrer Angehörigen unverzichtbar, es mussten allseits akzeptierte Regelungen gesetzt und Gemeinschaftsaufgaben delegiert werden. Das Verhältnis zum poli-

tischen Souverän gestaltete sich in der Regel so, dass ihm die Beschlüsse der Berggemeinde zur formellen Billigung zugeleitet wurden. Er empfing gewöhnlicherweise bestimmte Abgaben und gewährte im Gegenzug Schutz und Schirm für seine Berggemeinden/ Bergstädte.

Das Mittelalter kannte nicht nur einen Betriebszwang für die Bergwerke, sondern auch die Pflicht der Anteilseigner, mit eigener Hand im Bergwerk mitzuarbeiten. Im Handwerk ist es noch heute die Regel, dass ein Betriebsinhaber selbst mitarbeitet, zumeist als Meister. Daher umfasste das Bestreben nach sozialer Absicherung, das wir auch in vielen mittelalterlichen Handwerken kennen, von Anfang an die Anteilseigner und deren entlohnte Arbeitskräfte. Die Gefahren des Untertägigen kennen keine sozialen Unterschiede. Steinfall oder Wasser einbrüche berücksichtigen nicht Grenzen von Stand und Klasse, sie unterscheiden nicht zwischen religiösen Bekenntnissen oder rechtlicher Stellung.



Abb. 3: Das Siegel des Goslarer Montanenverbandes, 1290 | The seal of the Goslar miner's association, 1290



Abb. 4: Matthäus Merian: Die Stadt Goslar, ca. 1640 | *Matthäus Merian, the town of Goslar, ca. 1640*

Die jüngste Verschüttung der 33 chilenischen Bergleute legt von den auch heute gegebenen Gefahren ein ebenso beredtes Zeugnis ab wie von der unbedingt notwendigen Solidargemeinschaft der Bergbautreibenden (der Knappschaft also), ohne die die glückliche Rettung der Eingeschlossenen undenkbar gewesen wäre.

Erste schriftliche Erwähnung einer knappschaftsartigen Bruderschaft 1260

Die Bruderschaft der Bergleute von St. Johannes im „Bergdorf“ bei Goslar wird in zwei inhaltlich gleichen Urkunden vom 28. Dezember 1260 erstmals erwähnt. Sie dienten dem Gebet, der Fürbitte und dem religiösen Gedenken ebenso wie der Trägerschaft eines Hospitals, das 34 Jahre später beurkundet ist. Wahrscheinlich bestand die Bruderschaft schon vor ihrer schriftlichen Bestätigung durch den Bischof von Hildesheim. Ausdrücklich wird vermerkt, dass die Bergbrüder „im Geist der göttlichen Liebe“ diejenigen unterstützen, welche „durch die Bergarbeit im vorerwähnten Berg (der Rame[ll]sberch genannt

wird) in Armut und Schwäche geraten sind“.

Im Mittelalter bestand auch für Begüterte ein erhebliches Armutsrisiko, etwa durch die häufigen Schladfeuer, durch Seuchen, als Unfallfolge, durch Überfälle von Banditen oder durch Fehden und Kriegsereignisse, die faktisch jeden plötzlich ins Elend stürzen konnten. Deshalb war es ratsam, für die Armen zu spenden und Hilfe zu leisten, nur zu rasch konnte man selbst in eine bedürftige Lage geraten. Die Fürsorge für Notleidende war ein hohes religiöses Gebot und es herrschte Übereinstimmung, dass sich hier jeder Einzelne nach Maßgabe seiner Umstände zu engagieren hatte. Der Gedanke staatlicher Fürsorge entwickelte sich sehr viel später.

Als 1409/10 nach einer Unterbrechung von rd. 50 Jahren in Goslar der Bergbau wiederbelebt wurde, zahlten sowohl die Arbeitskräfte als auch die Grubenteilhaber „Pfennige“ in die Bruder- bzw. Knappschaftsbüchse. Dies waren nicht die einzigen Einnahmen der Knappschaften bzw. Bruderschaften. Daneben wurden „Frei-

schichten“ verfahren, für die der Verdienst einmal monatlich nicht den Arbeitenden selbst, sondern ihrer Solidarkasse zufluss. Später wurden z. B. Bergschmieden auf Rechnung der Knappschaft betrieben, Produktionsabfälle wurden zu ihren Gunsten verkauft. Im 18. Jh. gab es Knappschaftslotterien, im Alpenraum unterhielten Bruderschaften landwirtschaftliche Betriebe zur Erzielung von Einnahmen und zwecks Nahrungsmittelversorgung der Hospitalnutzer.

Die mittelalterlichen Bruderschaften der Handwerke und anderer Berufsgruppen organisierten sich um Kirchen und dort oft um spezielle Altäre, so auch bei den Bergleuten, deren Bruderschaft in der Kirche St. Johannes im Bergdorf verankert war. Das Siegel der Goslarer universitas montanorum, der Gesamtheit der Bergbautreibenden von 1290, zeigt den Hl. Johannes über einer Stadtmauer mit Tor, in jeder Hand eine Krone haltend, die wohl die deutsche Königskrone und die Kaiserkrone des römisch-deutschen Reichs symbolisieren. Bei der erwähnten Kirche befand sich auch das 1294 erwähnte Hospi-

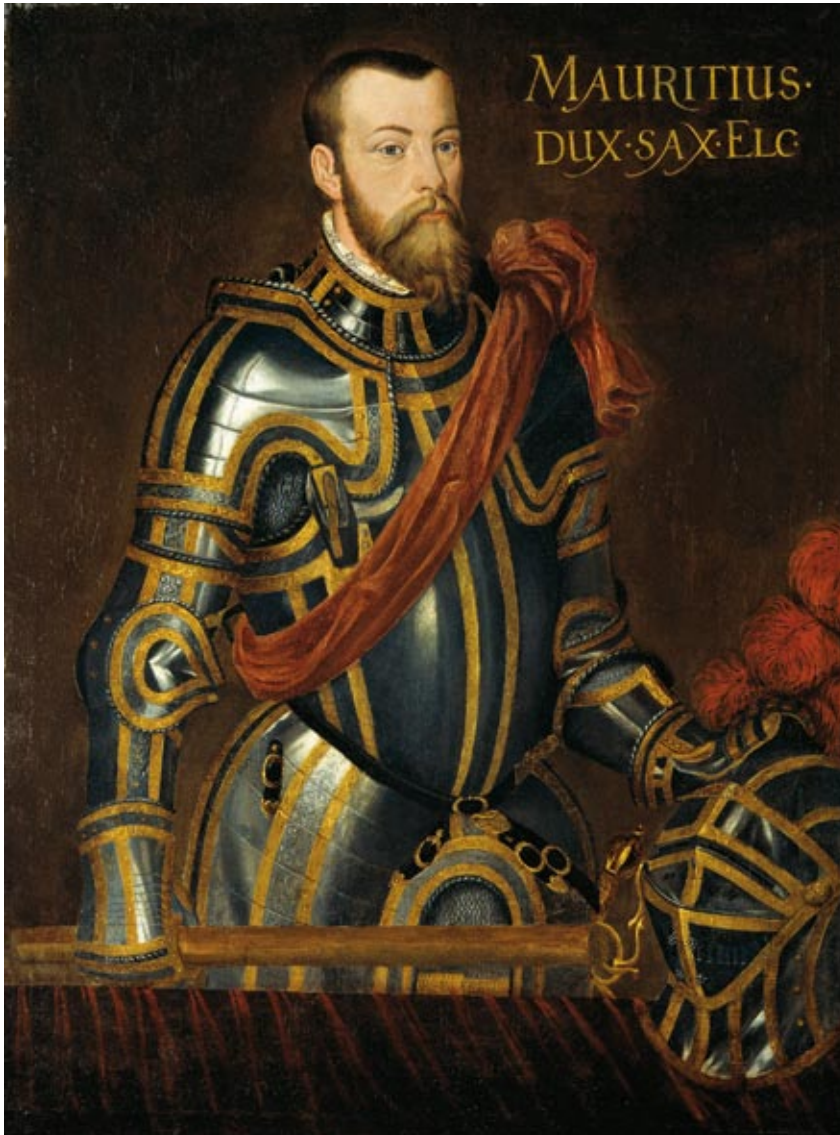


Abb. 5: Lucas Cranach d. Ä.: Kurfürst Moritz von Sachsen, ca. 1550 | *Lucas Cranach the elder: The electoral prince Moritz of Saxony, ca. 1550*

tal. Schon in der ältesten Urkunde wird den Wohltätern der Johanneskirche bzw. der Bruderschaft ein vierzigjähriger Ablass gewährt. Das Bruderschaftswesen war insgesamt eng mit der kirchlichen Ablasspraxis verknüpft. Als sich auch im Schriftgebrauch die deutsche Sprache durchzusetzen begann, bezeichneten die Bergbauverwandten sich z. B. in Schwaz in Tirol als „(all)gemeine Gesellschaft des Bergwerks“, in deren Rahmen eine 1443 zuerst urkundlich erwähnte

Bruderschaft, u. a. als Trägerin eines Hospitals, bestand; dieses wurde bis 1779 fortgeführt, als der Bergbau zunächst endete.

Die Reformation und die Aufgabe der religiösen Bindung

Die Bezeichnung „Knappschaft“ als Kurzbezeichnung für die Gesamtheit der Bergverwandten kam während des 15. Jh. im sächsischen Erzgebirge auf. Eventuell ist schon der Name eines der sagenhaften Begründer des Bergbaus im Mans-

felder Kupferschiefer-Revier, „Nappian“, mit dem Begriff des „Knappen“ (= Bergmann) zu identifizieren. Mit der Reformation zerbrach die religiöse Einheit der Gesellschaft. Viele Bergleute schlossen sich den Reformatoren an, andere blieben dem katholischen Bekenntnis verbunden. Unter diesen Umständen konnte eine allgemeine Solidargemeinschaft aller Bergleute die Bindung an die katholische Kirche nicht aufrechterhalten. Die Reformatoren, insbesondere Luther, bekämpften das Bruderschaftswesen wegen seiner engen Bezüge zum Ablasshandel, der besonders scharf kritisiert wurde.

In Goslar kam es mit der Durchsetzung der Reformation zur Auflösung der Bergbau-Bruderschaft. Die Bergleute wehrten sich aber gegen ihre Zuweisung zur städtischen Armenkasse, die als der Standesherr widersprechend zurückgewiesen wurde. Sie setzten die Neugründung einer nun religiös ungebundenen Knappschaft durch. Dieses Abstreifen der kirchlichen Bindung wurde in der Folge charakteristisch für die Knappschaften. Eine gewisse Ausnahme bildeten die Montanreviere Tirols, deren habsburgische Landesherren sich scharf gegen die Reformation wendeten und protestantische Knappen teils aus ihrem Herrschaftsbereich vertrieben. Hier blieb der kirchliche Bezug erhalten, althergebrachte Bruderschaften wurden fortgeführt, so z. B. in Schwaz im Inntal als bedeutendem Zentrum der Kupfer- und Silberproduktion.

Das Zeitalter der Renaissance brachte nicht nur die reformatorischen Bewegungen mit sich, auch die Territorialstaaten entstanden nun, und die Landesherren nutzten

das Montanwesen möglichst für ihre Staatsfinanzen. Besonders intensiv entwickelte sich dies in Sachsen, wo die Landesfürsten den Bergbau einerseits förderten, andererseits aber immer weiter gehende Ansprüche an das Montanwesen stellten, das sie schließlich ganz der organisatorischen, wirtschaftlichen und technischen Leitung durch einen landesfürstlichen (Berg-) Beamtenapparat unterstellten („Direktionsprinzip“). Auch auf die Knappschaft nahmen sie nun verstärkt Einfluss. Dokumentiert und symbolisiert wurde dies, indem z. B. Kurfürst Moritz von Sachsen 1546 persönliches Mitglied der Freiburger Knappschaft wurde, womit er zugleich seine Verbundenheit mit seinen Bergleuten und seinen Machtanspruch demonstrierte.

Unter der Fürstenherrschaft

Mit dem wirtschaftlichen Erfolg des Montanwesens und der Bedeutung für die absolutistischen Staatswesen ging ein verstärktes Repräsentationsbedürfnis auch der Knappschaften einher. Sie schufen sich kostbare Insignien und Objekte. Ungeachtet der Auflösung enger Konfessionsbindung blieben die Knappschaftsmitglieder tief religiös, dies kam z. B. in den Begräbnisritualen und feierlichen Umzügen zum Ausdruck. Zugleich verstanden sich die Bergleute und Knappschaften als „getreue Kammerleute“ der herrschenden Fürsten. Aufbrechende Sozialkonflikte des 16. bis 18. Jh. richteten sich gegen Missstände in den Betrieben und Notstände durch Teuerungswellen, die Herrschaft wurde nur selten und erst mit dem Herannahen der Französischen Revolution in Frage gestellt. Im Harz hatten soziale

Konflikte um 1740 zum Ergebnis, dass die Obrigkeit Ständerechte der „herrschaftlichen Bergarbeiter“ anerkannte. Dies wurde im Bereich der Knappschaft begleitet durch ein Abgehen vom Prinzip der Unterstützung nach individueller Bedürftigkeit und die Einführung eines Systems von Leistungsansprüchen, die durch die Zahlung der Beiträge und Ableistung von Arbeitsschichten zugunsten der Knappschaftskasse erworben wurden. Hier setzten sich früh recht moderne Vorstellungen von Versi-

cherung durch. Zugleich trat der Charakter ständischer Repräsentation und Traditionspflege zurück bzw. ging auf andere Träger wie Vereine über.

Die Knappschaften hatten teils bedeutende Geldmittel angesammelt. Sie hatten nicht nur ihren Mitgliedern, sondern auch der Bergverwaltung und den Fürsten Darlehen gegeben, um Zinseinkünfte zu erzielen; teils wurden ihnen lukrative Anteile an neuen Bergwerken überlassen, da die Landesherren und ihre Verwaltungen



Abb. 6: Oberharzer Bergkanne der Clausthaler Knappschaft, Silber, vergoldet, 1652 | Tankard of the Clausthal miner's guild, silver, gold plated, 1652



Abb. 7: Kaiser Wilhelm II. beim Kondolenzbesuch auf der Zeche Lothringen nach dem Grubenunglück vom 8. August 1912
 | *Visit of condolence by Emperor Wilhelm II. after a mine accident of August 8th, 1912, at Lothringen Mine, Bochum*

die Knappschaften als sicherndes und ordnendes Element förderten. Sie waren mithin gegen Ende des 18. Jh. weit mehr als reine Unterstützungskassen, die allein von Mitgliedsbeiträgen lebten. Seit 1759 wurde im Harz „Altersrente“ nach festen Sätzen gezahlt, schon vor 1800 setzte sich eine differenzierte Berechnung von Altersbezügen nach der erreichten beruflichen Stellung im sächsischen und märkischen Bergbau durch. Schon seit 1847 wurde von den Knappschaften

Preußens die Höhe der Rente auch durch die Dauer der Berufstätigkeit bzw. Beitragszahlung bestimmt.

Mit dem Einsetzen der Industrialisierung im 18. Jh. gewann der Steinkohlenbergbau rasch an Bedeutung. Insbesondere der preußische Staat strebte nach effektiver Nutzung seiner Steinkohlenreviere. Zu den staatlichen Maßnahmen gehörte die Einführung der Knappschaftsorganisation, die sich hier in älterer Zeit noch nicht durchgesetzt hatte. Anfangs stieß dies auf

den Widerstand von Gewerken wie Bergarbeitern, die zunächst nur neue finanzielle Forderungen des Staates sahen. Aber besonders das System der Gesundheitsfürsorge und – wenn auch bescheidenen – Alterssicherung überzeugte die Steinkohlenbergleute bald. Zusätzlich baute das System der ehrenamtlichen Knappschaftsältesten als persönliche Ansprechpartner Vertrauen auf. Als die absolutistische Herrschaft mit der Revolution von 1848/49 tiefgehend in

Frage gestellt wurde, hatte sich die Knappschaftsorganisation in den Steinkohlenrevieren als Zentren der Industrieentwicklung etabliert.

Pionierfunktion der Knappschaften unter den Vorzeichen preußischer Sozialgesetzgebung

Neben den bürgerlichen Kreisen forderte auch die Industriearbeiterschaft immer deutlicher ihre Rechte gegenüber Staat und Gesellschaft ein. In den entstehenden Industriezentren kam es zu Wohnungsleere, gefährlichen Arbeitsbedingungen, höchst problematischen hygienischen Verhältnissen. Soziale Konflikte spitzten sich zu. Im Gefolge der Revolution hatte man von 1851 an den Bergwerksbesitzern weitgehende staatliche Zugeständnisse gemacht, auch die „Arbeiterfrage“ wurde drängend. Gewerkschaftliche, sozialistische und kommunistische Strömungen gewannen an Kraft und forderten Antworten; in der Bismarck-Ära setzte sich der Gedanke der staatlichen Sozialversicherung auf breiter Front durch. Und hier wurde nun die Knappschaft Vorbild und Modell, das natürlich Abwandlungen erfuhr. Dies wurde nicht zuletzt dadurch begünstigt, dass seit dem 18. Jahrhundert, stark gefördert durch die Bergakademien, wissenschaftliche Methoden, technische Rationalität und effektive Verwaltungen im Feld des Montanwesens etabliert worden waren. Viele der leitenden preußischen Staatsbeamten bis hin zu Ministern waren etwa an der berühmten Freiburger Bergakademie ausgebildet worden. Das Montanwesen und seine Strukturen erlangten damit Einflüsse, die über seine eigentliche wirtschaftliche Bedeutung weit hinausreichten.

Schon die berühmten preußischen Reformen Stein und Hardenberg kamen aus der Bergbauphäre. Die Knappschaft des Bergbaus erlangte somit eine Pionierfunktion für die Entwicklung der Sozialversicherung. Diese wurde insbesondere in Gestalt des Preußischen Knappschaftsgesetzes von 1854 realisiert. Das Gesetz führte die Versicherungspflicht ein, verankerte das Prinzip „Leistung gegen Beitrag“ und ordnete die Selbstverwaltung unter Beteiligung von Arbeitgeber- und Arbeitnehmervertretern. Nach

1881 wurden diese Prinzipien in die Bismarcksche Sozialgesetzgebung übernommen. Damit hatte die Knappschaft entscheidenden Anteil an der Entstehung der auch aktuell noch befolgten Grundlinien von Sozialversicherung.

Die Knappschaften und die deutsche Bergbauindustrie

Das Montanwesen entwickelte sich bekanntlich seit der Mitte des 19. Jh. zum schwerindustriellen Leitsektor in Deutschland und anderen europäischen Ländern. Durch das

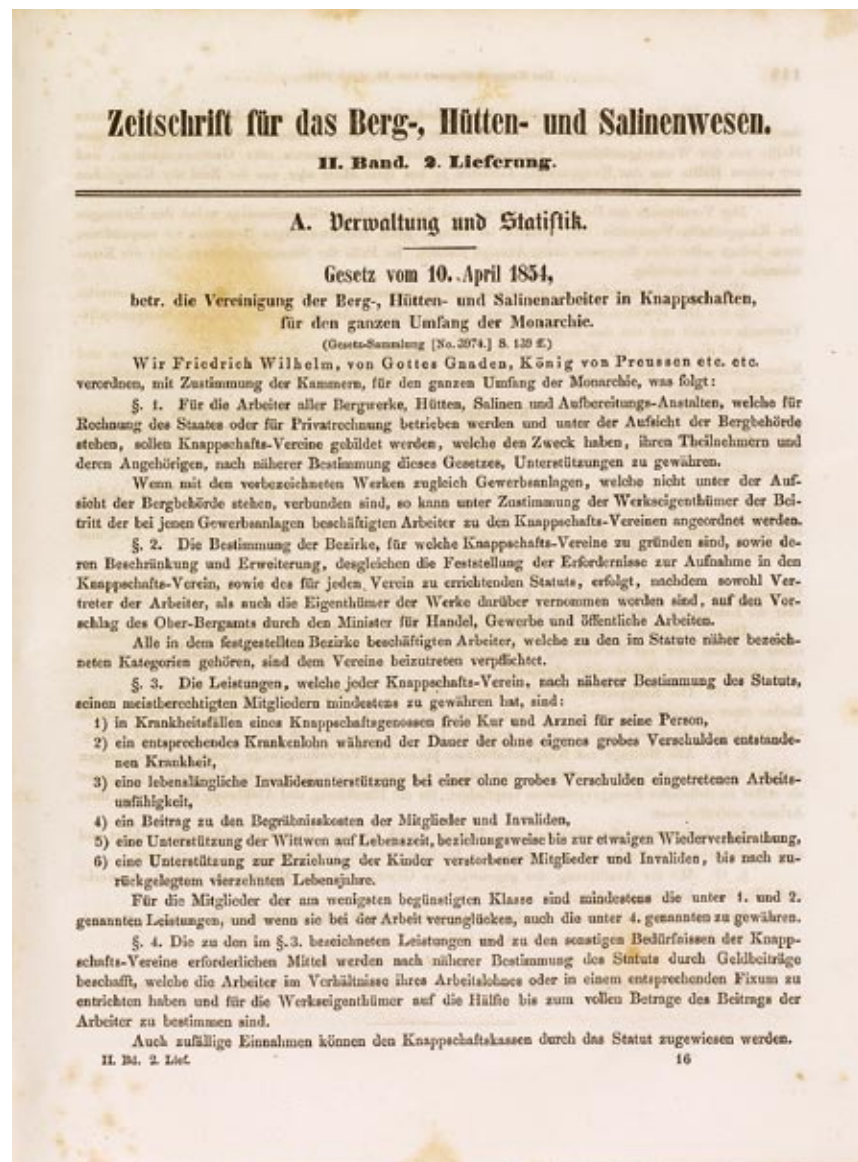


Abb. 8: Das Knappschaftsgesetz von 1854 / *The miners insurance law, 1854*



Schaubild von der Pieperstraße.

Abb. 9: Die neue Hauptverwaltung des Allgemeinen Knappschafts-Vereins, Bochum 1910 | *The new administrative building of the Allgemeiner Knappschafts-Verein, Bochum 1910*

Knappschaftsgesetz von 1854 war ein Entwicklungsrahmen gesetzt, in dem sich die Knappschaften insgesamt zu einem Schwergewicht im System der Sozialversicherungen entwickeln konnten. Das galt besonders für die Knappschaften in den Steinkohlenrevieren, die bald als Rentenversicherungen Hunderttausende Mitglieder zählten.

Als Besonderheit entwickelte sich das System der medizinischen Versorgung neben der knappschaftlichen Kranken- und Rentenversicherung. Bergärzte und Bergapotheken gab es bereits im 17. und 18. Jahrhundert als Folge der spezifischen Umstände der Bergarbeit mit ihren Unfällen und berufsbedingten Krankheiten. Die Industrialisierung führte zur Gründung moderner Knappschafts-Krankenhäuser, zuerst in Waldenburg in

Schlesien (1832), dann in Neunkirchen/Saar (1851) und im Aachener Revier (1856). Von 1896 an entstanden auch Rehabilitationseinrichtungen, zuerst in Sülzhayn im Harz, dann in Behringhausen im Sauerland (1904). Aufgrund regionaler Besonderheiten wurden im Ruhrrevier Knappschaftskrankenhäuser erst ab 1905 (Gelsenkirchen) bzw. 1906 (Recklinghausen) gegründet. Bis 1923 war die Zahl der – stets an aktuellen medizinisch-technischen Maßstäben orientierten – Knappschaftskrankenhäuser auf weit über 50 angewachsen. Zunächst auf die Behandlung von Knappschaftsmitgliedern beschränkt, öffneten sie sich allmählich für die Allgemeinheit.

Bis 1923 bestanden noch immer zahlreiche, eher lose verbundene Knappschaftsvereine. Erst unter

dem Druck der Inflationszeit kam es zum Zusammenschluss im Reichsknappschaftsverein mit 16 Bezirksvereinen, der zum 1. Januar 1924 wirksam wurde. Hatte schon die Inflation schwere finanzielle Einschnitte bewirkt, so traf die Weltwirtschaftskrise auch die gerade erst konsolidierte Reichsknappschaft schwer. Die nationalsozialistische Machtübernahme 1933 bedeutete einen weiteren tiefen Einschnitt, indem die NS-Gleichschaltung folgte. Wie in allen Organisationen kam es zur Verfolgung politisch und rassistisch geächteter Funktionäre und Mitglieder. Der Zweite Weltkrieg entfaltete seine Zerstörungspotentiale und hatte enorme Verluste an Menschen und Einrichtungen der Knappschaft zur Folge. Zwar kam es nach 1946 zu einer Erholung und Konsolidierung unter den Vorzeichen des „Wirtschaftswunders“ im Westen Deutschlands, allerdings wurden Bezirksknappschaften geschaffen. Die Bundesknappschaft als neuer zentraler Träger der knappschaftlichen Sozialversicherung entstand erst 1969, damals schon unter massivem Einfluss des Strukturwandels in der deutschen Montanindustrie, der mit der Kohlekrise von 1958 eingeleitet wurde und seither zur fortschreitenden Einschränkung des Bergbaus führte.

Neuorientierung

Als Folge der deutschen Wiedervereinigung hatte die Bundesknappschaft 1991 rd. 540.000 Versicherte aus den neuen Bundesländern einzugliedern, ein Netz von Geschäftsstellen wurde bereits im selben Jahr eingerichtet. Der Bergbauentwicklung folgend schrumpfte aber die Anzahl der Versicherten in der

Bergbaubranche. Ohne eine Öffnung für neue Aufgaben und Mitgliederkreise sowie eine Lösung aus der Branchenabhängigkeit waren langfristige Zukunftsperspektiven nicht zu sichern. Daher übernahm die Bundesknappschaft zunächst die Minijob-Zentrale, deren Hauptsitz in Cottbus entstand. Im Jahr 2005 erfolgte als nächster Schritt der Zusammenschluss mit der Seekasse und der Bahnversicherung in den Bereichen Rentenversicherung, Krankenversicherung und Pflegekasse zur Knappschaft Bahn See (KBS) als einem der größten Sozialversicherungskonzerne Deutschlands. Im Jahr 2007 schließlich wurde die Knappschaft als Krankenversicherung für jeden frei wählbar. Gegenwärtig bildet der Aufbau einer „Integrierten Patientenversorgung“ ein Großprojekt zur Vernetzung von Arztpraxen, Krankenhäusern und Reha-Einrichtungen der KBS.

Ohne Zweifel geht mit der Einschränkung des Bergbaus bis hin zur absehbaren Aufgabe eines lange bestimmenden Bereichs wie des Steinkohlenbergbaus ein langer Entwicklungsabschnitt zu Ende. Die branchenspezifische Versicherung für den Bergbau dürfte seitens der KBS fortgeführt werden, wird aber vom einstigen Zentrum der Aktivitäten zu einem Spezialzweig. Umso bemerkenswerter ist es, dass ein jahrhundertealtes Erbe des Montansektors in Gestalt des neu ausgerichteten Versicherungskonzerne in die Zukunft weiterwirkt.

Weiterführende Literatur:

Michael Fessner / Christoph Bartels / Rainer Slotta (Hrsg.): Auf breiten Schultern – 750 Jahre Knappschaft. Katalog der Ausstellung des Deut-

schen Bergbau-Museums Bochum, 1. Juli 2010–20. März 2011, mit Fachaufsätzen zu den Zeitschwerpunkten der Ausstellung sowie Katalogteil zu den Ausstellungsobjekten, 405 S., zahlreiche Abb., Bochum 2010

Christoph Bartels (Hrsg.): Berufliches Risiko und soziale Sicherheit: Beiträge zur Tagung „Vergangenheit und Zukunft sozialer Sicherungssysteme am Beispiel der Bundesknappschaft und ihrer Nachfolger“ im Deutschen Bergbau-Museum Bochum, 8. und 9. Oktober 2009, Bochum 2010

Christoph Bartels / Andreas Bingener / Lars Bluma / Hans-Joachim Braun / Markus Montz / Irmgard Müller / Lars Ulrich Scholl / Stefan Schulz / Jochen Streb / Melanie Sulzer: Vergangenheit und Zukunft sozialer Sicherungssysteme am Beispiel

der Bundesknappschaft und ihrer Nachfolger. Ein Forschungsprojekt der Leibniz-Gemeinschaft, in: Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte / Economy History Yearbook, Heft 2, 2009, S. 195–217

Christoph Bartels: Vergangenheit und Zukunft sozialer Sicherungssysteme am Beispiel der Bundesknappschaft und ihrer Nachfolger. Ein Forschungsprojekt der Leibniz-Gemeinschaft 2007–2009, in: Kompass 5/6 2010, S. 24–27

Ulrich Lauf: Die Knappschaft. Ein Streifzug durch tausend Jahre Sozialgeschichte, Sankt Augustin 1994

Ulrich Lauf: Der Allgemeine Knappschaftsverein zu Bochum (1890–1923) – Mythos und Wirklichkeit, Bochum 2009

Karl H. Metz: Die Geschichte der sozialen Sicherheit, Stuttgart 2008



Abb. 10: Das Knappschafts-Krankenhaus in Recklinghausen um 1970 | *The miner's hospital at Recklinghausen around 1970*

Einfluss verschiedener Auftausalze auf die Dauerhaftigkeit von Straßenbeton der Bundesfernstraßen



Dipl.-Ing. Charlotte Milachowski,
Centrum Baustoffe und Material-
prüfung (cbm), TU München



Dr. Franz Götzfried,
Südsalz GmbH, Heilbronn



Dipl.-Ing. Jens Skarabis,
Centrum Baustoffe und Material-
prüfung (cbm), TU München



Prof. Dr.-Ing. Christoph Gehlen,
Centrum Baustoffe und Material-
prüfung (cbm), TU München

Der Straßenbeton von Bundesfernstraßen ist einem Frostangriff in Kombination mit Taumitteln ausgesetzt. Innere sowie äußere Schäden können die Folge sein. Durch betontechnologische Maßnahmen (Reduzierung des Wasser-Zement-Werts, Einführung künstlicher Luftporen) in Kombination mit einer guten Ausführungsqualität (ausreichende Verdichtung und Nachbehandlung) ist es heute prinzipiell möglich, Frost-Tausalz-beständige Betone herzustellen. Dennoch hängt die Stärke eines kombinierten Frost-Tausalz-Angriffes neben der Betonzusammensetzung entscheidend von der Anzahl und der Minimaltemperaturverteilung der Frost-Tau-Wechsel sowie der Art und Konzentration der Taumittellösung ab. Die in der Praxis verwendeten Auftausalze und Streutechniken sind dabei äußerst vielfältig. Daher wurden der Einfluss des Sulfatgehalts im Auftausalz, der Einfluss der flüssigen Feuchtsalzkomponente und der Einfluss der Taumittelkonzentration auf den Frost-Tausalz-Widerstand von Beton systematisch untersucht. Die Untersuchungen zeigten, dass die Art und Konzentration von Feuchtsalzen den Frost-Tausalz-Widerstand von regelkonform hergestellten Betonen nicht beeinträchtigt.

Einleitung und Grundlagen

Um im Winter eine ausreichende Verkehrssicherheit und Mobilität zu gewährleisten, kommen auf deutschen Straßen verschiedene Taumittel und deren Kombinationen zum Einsatz. Empfehlungen für den jeweiligen Streuzeitpunkt und die Streudichte sind im FGSV-Merkblatt Winterdienst enthalten [1]. So kann prinzipiell zwischen vorbeugender Streuung mit Feuchtsalz oder Salzlösung und Streuung bei vorhandener Glätte mit Feuchtsalztechnik unterschieden werden. Neben den volkswirtschaftlichen Vorteilen bringt das Ausbringen von Taumitteln auch Nachteile mit sich. So kann das Eindringen von Salzlösungen angrenzende Betonkonstruktionen möglicherweise schädigen. Die zu Grunde liegenden Schädigungsmechanismen werden nachfolgend kurz erläutert.

Der reine Frostangriff auf Beton ist in erster Linie ein künstlicher Sättigungsmechanismus. Erst bei Erreichen einer kritischen Sättigung kommt es zu einer Schädigung. Der zusätzliche Schädigungsmechanismus durch das Eindringen verschiedener Ionen ist weitaus komplexer. Entscheidend für den Widerstand einer Betonkonstruktion gegen

einen Frost-Tausalz-Angriff ist im Wesentlichen die Porengrößenverteilung der Zementsteinmatrix, die sich über mehrere Zehnerpotenzen erstreckt.

Infolge physikalischer Wechselwirkungsmechanismen sinkt der Gefrierpunkt der Porenlösung mit kleiner werdendem Porendurchmesser, so dass bei Temperaturen unter 0°C Wasser als flüssige, dampfförmige und feste Phase (Eis) gleichzeitig nebeneinander existieren können. Durch die gefrierpunktsenkende Wirkung und die Änderung der Oberflächenenergie infolge Sorption von Auftausalzen wird dieses Phänomen noch verstärkt. So muss beachtet werden, dass Eis praktisch keine gelösten Stoffe enthält. Diese reichern sich im ungefrorenen Gelporenwasser an oder fallen als Feststoff aus. Die Anreicherung der gelösten Stoffe im Gelporenwasser bewirkt eine Abnahme der elektrostatischen Komponente des Spaltdrucks und führt somit zu einem zusätzlichen Frostschrumpfen [2]. Um diesem Angriff standzuhalten, werden in dem Normenpaket DIN 1045-2/ DIN EN 206 Anforderungen an den Beton gestellt. Hier müssen die Anforderungen an die Expositions-

klasse XF4 (hohe Wassersättigung mit Taumittel) und bei Hochbauten zusätzlich XD3 (Bewehrungskorrosion durch Chloride: wechselnd nass und trocken) eingehalten werden. Zudem gelten bei Straßenbeton die ZTV-ING (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien des Bundesverkehrsministeriums für Ingenieurbauten), vgl. Tabelle 1. Unterschiede, die durch verschiedene klimatische Bedingungen und damit verbundene regional stark unterschiedlich ausgebrachte Tausalzmengen entstehen, werden nicht gemacht.

Um das Erstarrungsverhalten von Beton zu regeln, werden Zementen bei der Herstellung Calciumsulfate zugegeben. Sulfate, die zu einem späteren Zeitpunkt von außen in den Beton eindringen, können in Abhängigkeit vom Porengefüge und vom C₃A-Gehalt (3CaO·Al₂O₃) sowie dessen Reaktionsfähigkeit im Beton starke innere Drücke hervorrufen. Als Folge können Gefügeschädigungen im Beton entstehen. Das in Deutschland am weitesten verbreitete Auftausalz ist Natriumchlorid in Form von Steinsalz. Während das kaum verwendete Siedesalz, das durch Sieden von Solen gewonnen wird, durch die

Klasse	Beispiele	Mindestfestigkeitsklasse	max. w/z	Mindestzementgehalt
XF4	Taumittelbehandelte Verkehrsflächen	C30/37 ¹⁾	0,50	320 ³⁾ kg/m ³
XD3	Teile von Brücken, Fahrbahndecken, Parkdecks	C35/45 ²⁾	0,45	320 kg/m ³

¹⁾ Herstellung mit Luftporenmittel erforderlich. Der mittlere Luftgehalt im Frischbeton unmittelbar vor dem Einbau muss bei einem Größtkorn der Gesteinskörnung 16 mm ≥ 4,5 Vol.-% betragen.
²⁾ Bei LP-Beton eine Festigkeitsklasse niedriger (LP = Luftporen). ³⁾ Bei Anrechnung von Zusatzstoffen darf der Wert auf 270 kg/m³ reduziert werden.

Tab 1: Anforderung an Beton der Expositions-kategorie XF4 und XD3 [3] | Requirements for concrete in exposure classes XF4 and XD3

herstellungsbedingten Reinigungsprozesse Begleitmaterialien wie Calcium- oder Sulfationen nur in sehr geringem Maße enthält, unterliegt das Steinsalz keinem Reinigungsprozess und kann daher einen höheren Gehalt an Fremationen besitzen. Der in deutschen Steinsalzen typische Sulfatgehalt liegt bei maximal ca. 0,5 M.-%.

Gemäß den Technischen Lieferbedingungen für Streustoffe (TL Streu) darf der Gehalt an wasserlöslichen Sulfaten in Auftausalzen (NaCl) im Hinblick auf die Aggressivität gegenüber Betonbauwerken maximal 2,0 M.-% (bezogen auf die Trockenmasse) betragen [4]. In England sind Tausalze mit einem Maximalgehalt von 2,5 M.-% Calciumsulfat zulässig [5]. Frankreich toleriert noch Tausalze mit einem Sulfatgehalt von 3 M.-% [6]. Dennoch werden derzeit in verschiedenen europäischen Ausschreibungen für Auftausalzlieferungen z.T. deutlich niedrigere Werte gefordert und Angebotspreise unter Berücksichtigung des Sulfatgehaltes bewertet. Daher war es von Interesse, den tatsächlichen Einfluss des

Sulfatgehalts von Auftausalzen auf den Frost-Tausalz-Widerstand von praxisüblichen Betonen zu untersuchen.

Bereits frühere Untersuchungen zeigten den Einfluss verschiedener Taumittel und Taumittelkonzentrationen [7, 8, 9, 10]. Dabei wurde festgestellt, dass niedrig konzentrierte Natriumchloridlösungen (ca. 3 M.-%) im Vergleich zu gleich niedrig konzentrierten Calcium- und Magnesiumchloridlösungen einen deutlich stärkeren Angriff erzeugen. Der Einfluss verschiedener Taumittel und Taumittelkonzentrationen war bei LP-Betonen erheblich weniger ausgeprägt als bei LP-freien Betonen. Während für konzentrierte Natriumchloridlösungen das Schadensausmaß extrem gering ist, steigt der Angriff auf Beton mit höher konzentrierten Lösungen von Calcium- und Magnesiumchlorid dramatisch an [11, 12]. Das Angriffspotenzial auf Beton ist ein wichtiger Faktor bei der Auswahl der Salzlösung für die vorbeugende Streuung ohne Feuchtsalztechnik. Untersuchungen zum Einfluss der dem Festsalz zugesetzten Salzlö-

sung in Feuchtsalzen unter praxisgerechten Bedingungen sind bisher nicht gemacht worden und werden daher in diesem Beitrag vorgestellt.

2 Untersuchungen

2.1 Untersuchungsprogramm

Die Untersuchungen dienen der Klärung folgender Einflüsse auf den Frost-Tausalz-Widerstand von Beton: Sulfatgehalt im Auftausalz, Art der flüssigen Feuchtsalzkomponente und Taumittelkonzentration.

Um diese Einflussparameter zu überprüfen, wurden regelkonform zusammengesetzte Betone am cbm der TU München einer Frost-Tausalz-Prüfung gemäß dem CDF-Verfahren [13] mit unterschiedlichen Salzlösungen unterworfen, vgl. Tabellen 2 und 3. Das Verfahren gliedert sich in die drei Abschnitte Austrocknung, kapillare Vorsättigung und zyklische Frost-Tausalz-Beanspruchung. Während der Prüfung wurden die Feuchteaufnahme, die Ultraschalllaufzeit und die Abwitterung nach definierter Reinigung im Ultraschallbad bestimmt.

Parameter	Siedesalz (S1)	Steinsalz (S2)	Steinsalz (S3)	Natriumchlorid Ph.Eur. (S4)
NaCl [M.-%]	99,7	98,25	98,88	99,8
Calcium [mg/kg]	8	881	1751	26
Magnesium [mg/kg]	0,1	78	89	< 1
Kalium [mg/kg]	1070	83	262	22
Sulfat [mg/kg]	360	2200	5100	113
Antibackmittel $Fe(CN)_6^{4-}$ [mg/kg]	4,8	69	44	0
Wasserunlöslicher Anteil [mg/kg]	<20	14100	3800	<10
Feuchte [M.-%]	< 0,01	0,33	0,24	< 0,1

Tab 2: Chemische Zusammensetzung der geprüften Salze | *Chemical composition of the tested salts*

Ein Beton gilt als langzeitbeständig gegenüber einer Frost-Tausalz-Exposition, wenn er nach 28 Frost-Tau-Wechseln eine mittlere aufsummierte Abwitterung unter 1500 g/m² aufweist. Dieses Kriterium gilt nur für die Prüfung mit einer 3 M-%igen NaCl-Lösung [14].

2.2 Zusammensetzung der Taumittel und der Prüflösungen

Für die Herstellung der Lösungen, die für die Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstands der Betone verwendet wurden, wurden Auftausalze aus der Praxis entsprechend den Qualitätsanforderungen der TL Streu [4] eingesetzt. Dabei handelte es sich um Natriumchloride, die als Steinsalze und Siedesalze gewonnen wurden, als Vergleichssalz wur-

de ein Natriumchlorid (Siedesalz) entsprechend dem europäischen Arzneibuch Ph. Eur. verwendet. In den Steinsalzen liegt das Sulfat als Calciumsulfat (Anhydrit) vor, in den Siedesalzen hingegen als Natriumsulfat. Die Zusammensetzung der Ausgangssalze zeigt Tabelle 2.

Feuchtsalz (FS 30) besteht in der Regel aus 70 M-% festem Natriumchlorid und 30 M-% einer wässrigen Lösung von Natriumchlorid, Calciumchlorid oder Magnesiumchlorid. Dabei werden folgende optimale Anwendungskonzentrationen empfohlen: 21 bis 23 M-% für Natriumchloridlösung, 20 bis 21 M-% für Calciumchloridlösung und 17,5 M-% für Magnesiumchloridlösung [1]. Die bei den Untersuchungen verwendeten technischen Calcium-

chlorid-Schuppen (S5) hatten einen Calciumchloridgehalt von 78 M-%, bei einem Kristallwassergehalt von ca. 17 M-%. Das Magnesiumchlorid (S6) lag in Form von Magnesiumchlorid-Hexahydrat vor; der Magnesiumchloridgehalt betrug 47 M-%, bei einem Kristallwassergehalt von 51 M-% und anderen anwesenden Salzen von 2 M-%.

Mittels ICP-optischer Emissionsspektrometrie wurde jeweils vor Beginn der Frost-Tausalz-Prüfungen sowie nach Abschluss die chemische Zusammensetzung der hergestellten Prüflösungen bestimmt. Die ermittelten NaCl-Gehalte entsprachen den Vorgaben. Die Zusammensetzungen der Prüflösungen und die Ergebnisse der chemischen Analysen sind in Tabelle 3 darge-

Lösung	Zusammensetzung	Chemische Analyse der Lösung				
		NaCl [M.-%]	Ca [mg/l]	Mg [mg/l]	SO ₄ [mg/l]	Na [mg/l]
L 1	3,0 M.-% NaCl (S1)	3,0	n. b.	n. b.	6	n. b.
L 2	3,0 M.-% NaCl (S2)	3,1	n. b.	n. b.	47	n. b.
L 3	3,0 M.-% NaCl (S3)	3,0	n. b.	n. b.	127	n. b.
L 4	3,0 M.-% NaCl (S4)	3,1	n. b.	n. b.	5	n. b.
L 5	26,3 M.-% NaCl (S1)	26,3	n. b.	n. b.	21	n. b.
L 6	26,3 M.-% NaCl (S2)	25,7	n. b.	n. b.	77	n. b.
L 7	26,3 M.-% NaCl (S3)	25,3	n. b.	n. b.	339	n. b.
L 8	26,3 M.-% NaCl (S4)	26,2	n. b.	n. b.	997	n. b.
L 9	2,1 M.-% NaCl (S2), 0,18 M.-% CaCl ₂ (S5)	2,1	151	<2	76,0	8089
L 10	2,1 M.-% NaCl (S2), 0,18 M.-% MgCl ₂ (S6)	2,2	25,4	97,1	81,2	8324
L 11	7 M.-% NaCl (S2), 0,6 M.-% MgCl ₂ (S6)	6,8	45,5	266,1	222,0	27829
L 12	2,1 M.-% NaCl (S2), 0,9 M.-% NaCl (S2)	2,9	37,8	3,82	109,4	11772
L 13	2,1 M.-% NaCl (S2), 0,9 M.-% CaCl ₂ (S5)	2,1	2979	<2	71,5	8325
L 14	2,1 M.-% NaCl (S2), 0,9 M.-% MgCl ₂ (S6)	2,1	26,4	2127	79,6	8219
L 15	2,1 M.-% NaCl (S2), 7,9 M.-% NaCl (S2)	9,8	29,1	7,97	391	40309
L 16	2,1 M.-% NaCl (S2), 7,9 M.-% CaCl ₂ (S5)	2,3	28034	<2	102	9446
L 17	2,1 M.-% NaCl (S2), 7,9 M.-% MgCl ₂ (S6)	2,1	28,3	20613	95,4	8512

(n. b. = nicht bestimmt)

Tab 3: Übersicht der untersuchten Lösungen / Test solutions

Ausgangsstoffe und Kennwerte des Straßenbetons	
Bindemittel	CEM I 42,5 N
Gesteinskörnung	Basalt und Sand aus der Münchener Schotterebene
Sieblinie	A/B 16
Zementgehalt [kg/m ³]	350
w/z	0,45
LP-Bildner	0,280 M.-% bez. auf Zementgehalt
Konsistenzklasse	C1
Luftgehalt im Frischbeton [Vol.-%]	4,6
28d-Druckfestigkeit [N/mm ²] nach 21täger Trockenlagerung	49,2
Druckfestigkeitsklasse	C30/37
Luftporengehalt im Festbeton [Vol.-%]	5,06
Mikroluftporengehalt A ₃₀₀ [Vol.-%]	2,37
Abstandsfaktor [mm]	0,14

Tab 4.: Zusammensetzung und charakteristische Eigenschaften des Betons / *Concrete composition and characteristic properties*

stellt. Hierbei handelt es sich jeweils um Mittelwerte aus Analysen der verwendeten Salzlösungen vor und nach der Frost-Tau-Belastung. Die Sulfatgehalte der mit den Salzen S2 und S3 hergestellten Lösungen waren geringer, als von der Salzzusammensetzung her zu erwarten gewesen wäre. Dennoch befanden sich die vollständig gesättigten Lösungen dieser Salze in einem Bereich, in dem nach DIN EN 206-1 von einem schwachen (≥ 200 und ≤ 600 mg/l SO₄) bis mäßigen chemischen Angriff (> 600 und ≤ 3000 mg/l SO₄) auf Beton ausgegangen werden kann. Alle anderen Lösungen wiesen einen Sulfatgehalt < 200 mg/l auf, der nach DIN EN 206-1 nicht betonschädigend ist.

2.3 Zusammensetzung des Betons

Die Untersuchungen wurden mit einem für die Expositions-kategorie XF4 typischen Straßenbeton für Bundesfernstraßen durchgeführt, vgl.

Tabelle 4. Die gewählte Rezeptur entspricht den Mindestanforderungen der derzeit gültigen Regelwerke. Die verwendeten Gesteinskörnungen erfüllten die Anforderungen nach ZTV-ING 3-1 und DIN 1045-2.

3 Ergebnisse

3.1 Einfluss des Sulfatgehalts des Tausalzes

Die Untersuchungen zum Sulfatgehalt wurden mit vier verschiedenen Salzen (S1-4) und zwei verschiedenen Konzentrationen (3 M.-% und 26,3 M.-%) durchgeführt. Bei einer 26,3 M.-%igen Lösung wird der Gefrierpunkt auf $-21,1^\circ\text{C}$ abgesenkt. Da der Beton bei der Prüfung einer Minimaltemperatur von -20°C ausgesetzt war, trat ein Gefrieren der Prüflösung hier erwartungsgemäß nicht auf. Eine äußere Schädigung in Form von Abwitterungen konnte nicht festgestellt werden (Bild 1). Die Änderung des relativen dyna-

mischen E-Moduls, der aus der Änderung der Ultraschalllaufzeit berechnet wurde, lag nach 28 Frost-Tau-Wechseln im Bereich von 98 bis 102 % und damit innerhalb der Prüfstreuung des Verfahrens. Somit konnte eine innere Gefügeschädigung, die durch einen starken Abfall des relativen dynamischen E-Moduls gekennzeichnet ist, nicht beobachtet werden. Der erhöhte Sulfatgehalt der Lösungen mit S2 und S3 hatte demnach keinen Einfluss auf den Frost-Tausalz-Widerstand.

Probekörper, die in 3 M.-%iger NaCl-Lösung geprüft wurden, wiesen eine visuell erkennbare Schädigung in Form von Abwitterungen auf (Bild 2). Die Lösungsaufnahme lag bei beiden Betonen innerhalb der Erfahrungswerte für Betone ähnlicher Zusammensetzung. Nach 28 Frost-Tau-Wechseln zeigte der Beton einen relativen dynamischen E-Modul zwischen 99 und 100 %. Da kein signifikanter Abfall des relativen dynamischen E-Moduls auftrat, konnte keine Gefügeschädigung festgestellt werden. Zwischen dem Sulfatgehalt der Salze und der Veränderung des relativen dynamischen E-Moduls existierte kein Zusammenhang (Bild 3 rechts).

Das maßgebende Kriterium für die Bestimmung des Frost-Tausalz-Widerstands von Beton ist die Abwitterung. Der anerkannte Abwitterungs-Grenzwert von 1500 g/m^2 nach 28 Frost-Tau-Wechseln wird von den Betonen weit unterschritten (Bild 3 links). So lagen die mittleren aufsummierten Abwitterungen nach 28 Frost-Tau-Wechseln zwischen 180 und 260 g/m^2 . Bei den Betonen war kein Unterschied zwischen den einzelnen Salzen festzustellen, folglich konnte auch keine schadensver-

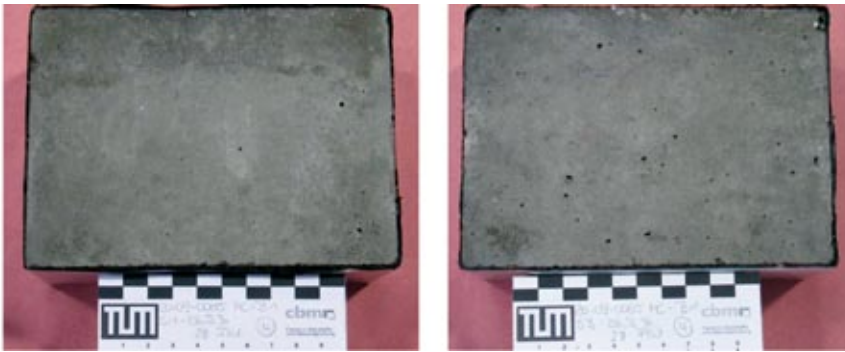


Abb. 1: Beton nach 28 Frost-Tau-Wechseln gemäß dem CDF-Verfahren. Links: geprüft in 26,3 M.-%iger Lösung mit S1 (niedriger Sulfatgehalt); rechts: geprüft in 26,3 M.-%iger Lösung mit S3 (hoher Sulfatgehalt) | Concrete after 28 frost-thaw cycles according to the CDF test. Left: Tested in a 26.3 M.-% solution of S1 (low sulphate content); Right: Tested in a 26.3 M.-% solution of S3 (high sulphate content)

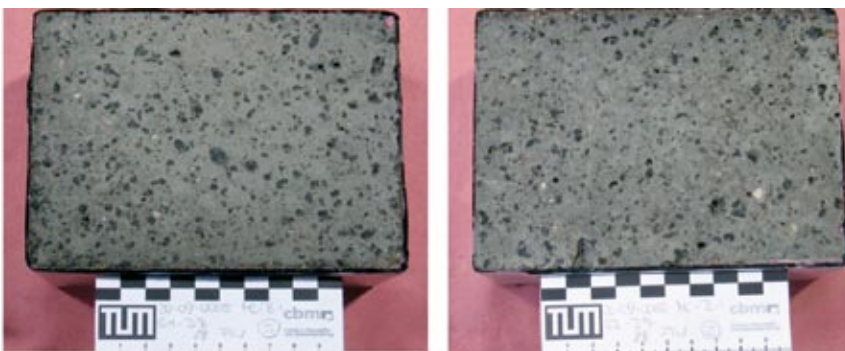


Abb. 2: Beton nach 28 Frost-Tau-Wechseln gemäß dem CDF-Verfahren. Links: geprüft in 3 M.-%iger Lösung mit S1 (niedriger Sulfatgehalt); rechts: geprüft in 3 M.-%iger Lösung mit S3 (hoher Sulfatgehalt) | Concrete after 28 frost-thaw cycles according to the CDF test. Left: Tested in a 3 M.-% solution of S1 (low sulphate content); Right: Tested in a 3 M.-% solution of S3 (high sulphate content)

stärkende Wirkung des erhöhten Sulfatgehaltes der Salze S2 und S3 nachgewiesen werden.

3.2 Einfluss der flüssigen Feuchtsalzkomponente

Feuchtsalz verhindert die Verwehung des Streuguts bei der Ausbringung und garantiert einen direkten Kontakt mit der vereisten Oberfläche. Der Einfluss der Art der flüssigen Feuchtsalzkomponente auf die Beständigkeit des Straßenbetons wird hier exemplarisch am Beispiel des Austausches von 0,9 bzw. 7,9 M.-% NaCl mit derselben

Menge CaCl_2 bzw. MgCl_2 , also dem Vergleich der Betonprüfung mit den Lösungen L12, L13 und L14 bzw. L15, L16 und L17 (vgl. Tabelle 3), aufgezeigt. Während zwischen der Lösungsaufnahme und dem Verlauf des relativen dynamischen E-Moduls keine signifikanten Unterschiede feststellbar sind (hier nicht dargestellt), ist die mittlere aufsummierte Abwitterung bei der Prüfung mit der Lösung 14 um ca. 12 % höher als bei der Prüfung mit der Lösung 12 und bei der Prüfung mit der Lösung 13 sogar um ca. 40 %, vgl. Bild 4 links. Noch deut-

licher wird dieser Einfluss beim Vergleich der Lösungen L9 und L10. Während der Beton, der 56 Frost-Tau-Wechseln einer 2,1 M.-% NaCl Lösung mit zusätzlich 0,18 M.-% CaCl_2 ausgesetzt war, eine mittlere aufsummierte Abwitterung von ca. 570 g/m^2 aufweist, ist die Abwitterung beim Austausch von CaCl_2 durch MgCl_2 mit 390 g/m^3 um 46 % geringer. Bei der höchsten Austauschrate bestätigt sich die Tendenz, dass Feuchtsalz, hergestellt mit Natriumchloridlösung, zur geringsten Schädigung führt, während die Schädigung von 7,9 M.-% Magnesiumchlorid und 2,1 M.-% NaCl nach 56 Frost-Tau-Wechseln mit einer fast doppelt so hohen Abwitterung zum Ausdruck kommt. Der Schädigungsgrad ist beim Austausch von Magnesiumchlorid mit Calciumchlorid am höchsten. Der Unterschied zur reinen 10 M.-%igen NaCl-Lösung beträgt 244 % (Bild 4 rechts).

Dennoch ist zu beachten, dass die Abwitterungen des Betons weit unter dem derzeit gültigen Grenzwert lagen, so dass die Dauerhaftigkeit des geprüften Betons bei keiner der untersuchten Taumittelösungen beeinträchtigt ist.

3.3 Einfluss der Taumittelkonzentration

Wie aus zahlreichen Forschungsarbeiten bekannt ist, erhöhen niedrig konzentrierte Natriumchloridlösungen im Vergleich zu hoch konzentrierten Natriumchloridlösungen das Schadensmaß [15]. Für jedes Taumittel existiert eine kritische Konzentration, die zu dem höchsten Schadensausmaß führt [7, 8, 9]. Wie bereits aus Abschnitt 3.1 hervorgeht, ist die Schädigung bei den 26,3 M.-%igen Lösungen

unerheblich, da die Lösung hier erst oberhalb der bei der Prüfung verwendeten Minimaltemperatur von $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ gefriert. Das bekannte Schädigungsmaximum von Natriumchloridlösung bei rund 3 M.-%, kann durch den Vergleich mit 10 M.-%iger Lösung bestätigt werden (Bild 5 oben links). Bei den Lösungen von Natriumchlorid mit unterschiedlichen Gehalten an CaCl_2 und MgCl_2 zeigen die Lösungen 16 und 17 mit 7,9 M.-% CaCl_2 bzw. MgCl_2 die höchsten Schädigungen (Bild 5). Da dies die höchste untersuchte Konzentration war, kann das Schädigungsmaximum hier nicht identifiziert werden.

Zusammenfassung und Diskussion

Der reine Sulfatangriff auf Beton, der insbesondere bei Tunnelbauwerken oder Fundamenten im Bereich stark sulfathaltiger Böden beobachtet wird, führt dazu, dass sich durch Reaktion der Sulfate mit Calciumaluminathydrat bzw. Calciumaluminatmonosulfathydrat des erhärteten Zements der kristallwasserreiche Ettringit ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 3\text{CaSO}_4\cdot 32\text{H}_2\text{O}$) bzw. bei tieferen Temperaturen mit reaktivem Siliziumdioxid und Carbonat auch Thaumasit ($\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot \text{CaCO}_3\cdot\text{CaSO}_4\cdot 15\text{H}_2\text{O}$) bildet. Der Umwandlungsprozess in Ettringit ist mit einer Volumenausdehnung („Treiben“) und damit mit dem Entstehen von Mikrorissen im Betongefüge verbunden. Bei einer Thaumasitbildung wird fester Beton in eine breiige Masse verwandelt [16]. Um diese Schädigungen zu unterdrücken, wird Beton je nach erwarteter Sulfatexposition den Expositionsclassen XA1 bis XA3 zugeordnet und muss daher die Anforderungen an die Zusam-

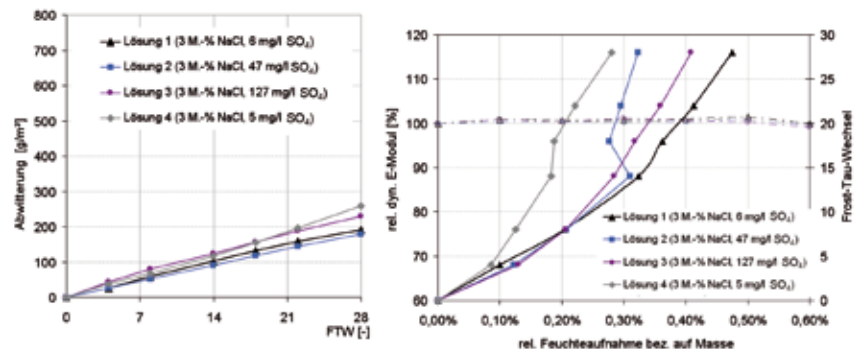


Abb. 3: Untersuchungen zum Einfluss des Sulfatgehalts verschiedener Salze; links: Aufsummierte mittlere Abwitterung während der CDF-Prüfung mit unterschiedlichen Tausalzen in Abhängigkeit von der Anzahl der Frost-Tau-Wechsel (FTW); rechts: Zusammenhang zwischen der Lösungsaufnahme und dem relativen dynamischen E-Modul bei der Prüfung eines typischen Straßenbetons mit verschiedenen Tausalzen / *Determination of the influence of sulphate contents in different salts; Left: Total average scaling during CDF test with different de-icing salts depending on number of frost-thaw cycles (FTW); Right: Relation between the absorp-tion of test solution and the relative dynamic e-module during the test of a typical road concrete with different de-icing salts*

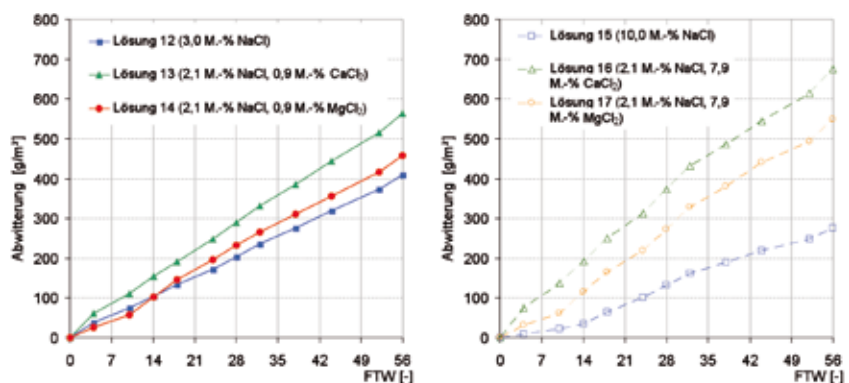


Abb. 4: Aufsummierte mittlere Abwitterung während der CDF-Prüfung in Lösungen, die aus 2,1 M.-% NaCl und verschiedenen Feuchtsalzkomponenten hergestellt wurden: links; Lösungen L12, L13 und L14; rechts: Lösungen L15, L16 und L17 / *Total average scaling during CDF test with solutions of 2.1 M.-% NaCl and different pre-wetted salt components. Left: Solutions L12, L13, and L14, Right: Solutions L15, L16, and L17*

mensetzung einhalten, vgl. Tabelle 5. Für Beton im Bereich der Expositions-klasse XF4 gelten diese Anforder-ungen strenggenommen zwar nicht, sie decken aber bereits einen Angriff der Expositions-klasse XA1 und XA2 ab. Das bedeutet, dass bei einer Begrenzung des Sulfatgehalts

von Auftausalzen auf 2,0 M.-% nach TL Streu kein Risiko hinsichtlich Sulfatangriff besteht. Um zu bestä-tigen, dass ein erhöhter Sulfatgehalt in der Taumittelösung den Frost-Taumittel-Widerstand nicht beeinflusst, wurden normkonform zusammengesetzte Betone einer

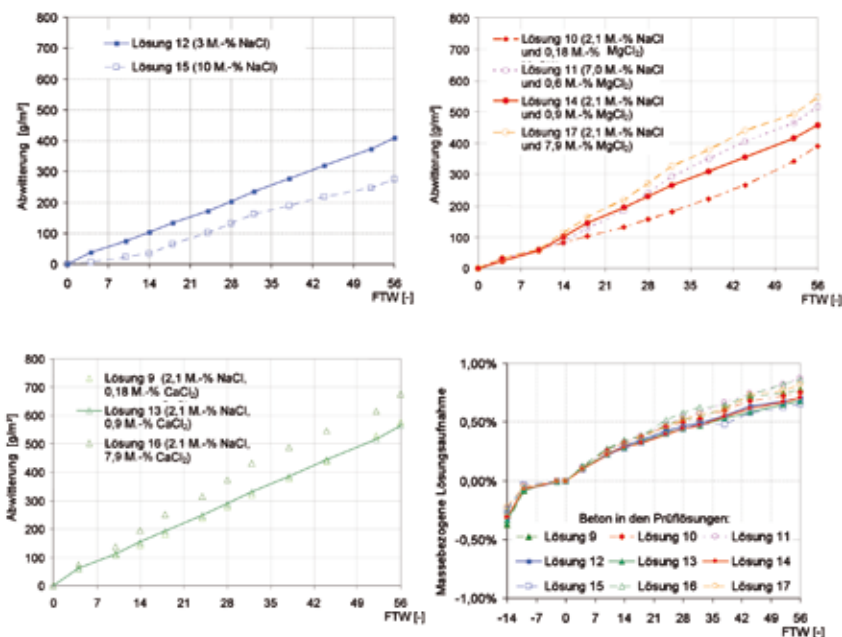


Abb. 5: Aufsummierte mittlere Abwitterung eines Betons während der CDF-Prüfung mit verschiedenen Prüflösungen; oben links: Natriumchloridlösungen; oben rechts: Natriumchloridlösungen mit Magnesiumchlorid; unten links: Natriumchloridlösungen mit Calciumchlorid; unten rechts: Lösungsaufnahme während der Prüfung in den verschiedenen Lösungen / *Total average scaling of concrete during CDF test with different test solutions; Upper left: Sodium chloride solutions; Upper right: Sodium chloride solutions with magnesium chloride; Down left: Sodium chloride solutions with calcium chloride; Down right: Absorption of solution during the test with different solutions*

zyklischen Frost-Tau-Beanspruchung gemäß dem CDF-Verfahren unter Verwendung von acht verschiedenen Tausalzlösungen unterzogen. Die Untersuchungen zeigten, dass nach 28 Frost-Tau-Wechseln (dies entspricht einer Lebensdauer von mindestens 50 Jahren [14]) der unterschiedliche Sulfatgehalt der Tausalze keinen Einfluss auf den Frost-Tausalz-Widerstand des untersuchten Betons hat. Insbesondere konnte kein Unterschied zwischen den sulfatarmen Siedesalzen aus Salinen und den untersuchten sulfatreicheren Steinsalzen aus Salzbergwerken festgestellt werden.

Bei einem kombinierten Sulfat- und Chloridangriff ist davon auszugehen, dass der wesentlich höhere

Chloridgehalt der Salzlösungen den Sulfatangriff hemmt, weil ein Teil der zum Sulfatreiben notwendigen Aluminate mit den Chloriden unter Bildung von Friedel'schem Salz ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaCl}_2\cdot 10\text{H}_2\text{O}$) reagiert und somit einem Sulfatreiben nicht mehr zur Verfügung steht [17].

Zumindest für in Deutschland übliche Auftausalze ist nun ein Nachweis erbracht, dass der Frost-Tausalz-Widerstand von praxisüblichen Betonen durch das mit Siede- und Steinsalzen ausgebrachte Sulfat nicht beeinträchtigt wird.

Die Stärke eines Frost-Tausalz-Angriffes hängt neben der Betonzusammensetzung und den klimatischen Bedingungen (Feuchtean-

gebot, Häufigkeit und Intensität der Temperaturänderungen) auch entscheidend von der Art und der Menge bzw. Konzentration an ausgebrachtem Tausalz ab.

Mit den durchgeführten Untersuchungen konnte bestätigt werden, dass die äußere Schädigung bei niedrig konzentrierten Natriumchloridlösungen größer als bei höher konzentrierten Natriumchloridlösungen ist. Zudem war der Einfluss der flüssigen Feuchtsalzkomponente deutlich zu erkennen. Feuchtsalz, hergestellt mit Natriumchloridlösung, führt zu den geringsten Schädigungen. Die Schädigung bei anwesendem Calcium- bzw. Magnesiumchlorid war signifikant höher als in reiner Natriumchloridumgebung. Während mit zunehmender Natriumchloridkonzentration die Betonschädigung abnimmt, steigt diese bei Calcium- und Magnesiumchlorid mit zunehmender Konzentration an. Das höchste Schadensausmaß zeigte die Prüfung mit 2,1 M.-% NaCl und 7,9 M.-% CaCl_2 , vgl. Bild 6 (Lösung 16).

Berücksichtigt man, dass in dem gezeigten Bereich von einer mittleren aufsummierten Abwitterung nach 28 Frost-Tau-Wechseln zwischen 130 und 370 g/m^2 die Streuung des Prüfverfahrens bei ca. 20 % liegt [7], so kann festgehalten werden, dass regelkonform hergestellter Beton, dem künstliche Luftporen zugeführt wurden, nur vergleichsweise unerheblich durch unterschiedliche Tausalze beeinflusst wird, während der Einfluss der Konzentration überwiegt. Durch die Lab-Performance-Prüfung von Beton mit einer breiten Palette verschiedener Taumittel konnte gezeigt werden, dass die

Klasse	Merkmal	Mindestfestigkeitsklasse	max. w/z-Wert	Mindestzementgehalt ²⁾
XA1	200 – 600 mg/l SO ₄ ²⁻	C25/30 ¹⁾	0,60	280 kg/m ³
XA2	>600 – 3000 mg/l SO ₄ ²⁻	C30/37 ¹⁾	0,50	320 kg/m ³
XA3	>3000 – max. 6000 mg/l SO ₄ ²⁻	C35/45 ¹⁾	0,45	320 kg/m ³

¹⁾ Bei LP-Beton eine Festigkeitsklasse niedriger (LP = Luftporen). ²⁾ Bei Anrechnung von Zusatzstoffen darf der Wert auf 270 kg/m³ reduziert werden.

Tab 5: Grenzwerte bei einem chemischen Angriff durch Grundwasser für die Expositionsklasse XA1-3 [3] / Limits for the chemical attack of groundwater in exposition classes XA1-3

Dauerhaftigkeit eines normkonform zusammengesetzten Betons unabhängig vom Sulfatgehalt der Auftausalze und der eingesetzten flüssigen Feuchtsalzkomponente gewährleistet ist. Außerdem kann aus den Untersuchungsergebnissen geschlossen werden, dass bei vorbeugender Flüssigstreuung mit 21-23 M.-%iger Natriumchloridlösung ein extrem geringer Angriff auf normkonformen Beton zu erwarten ist.

Literatur

[1] *Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen*: Merkblatt für den Winterdienst auf Straßen, Köln 2010 (FGSV 416)
 [2] *Setzer, M.J.*: Grundlagen und neue Erkenntnisse; in: Tagungsunterlagen zum 39. Aachener Baustofftag zum Thema „Frost- und Frosttausalzangriff auf Beton“; 25.03.2010
 [3] *DIN 1045-2*: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1; Ausgabedatum: 2008-08-00
 [4] *Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen*: Technische Lieferbedingungen für Streustoffe des Straßenwinterdienstes – TL Streu, Köln 2003 (FGSV 379)

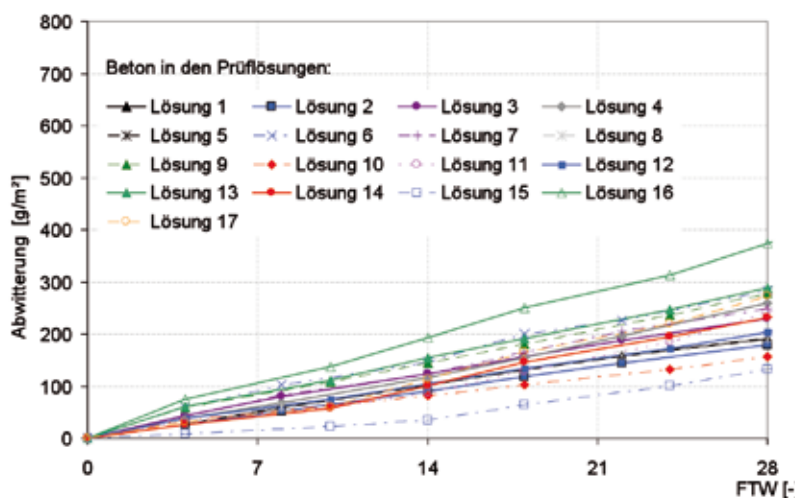


Abb. 6: Aufsummierte mittlere Abwitterung während der CDF-Prüfung mit verschiedenen Prüflösungen / Total average scaling during CDF tests with different test solutions

[5] *British Standard 3247:1991*: Specification for Salt for spreading on highways for winter maintenance
 [6] *AFNOR Norme NF P98-180, Juillet 2003*: Chlorure de sodium solide utilisé comme fondant routier – Spécifications
 [7] *Auberg, R.*: Zuverlässige Prüfung des Frost- und Frost-Tausalz-Widerstands von Beton mit dem CDF- und CIF-Test. Dissertation im Fachbereich Bauwesen der Universität Essen. Mitteilungen aus dem Institut für Bauphysik und Materialwissenschaft Heft 6, ISBN 3-8265-4716-0, Shaker Verlag Aachen, 1998
 [8] *Palecki, S., Wowra, O., Setzer, M.J.*:

Untersuchung der inneren und äußeren Schädigung von Beton unter dem Einfluss verschiedener Taumittel, ibausil 2006
 [9] *Hooton, R.D., Julio-Betancourt, G.A.*: Chemical Attack of Various Chloride Salts on Concrete, ibausil 2009
 [10] *Knöfel, D.*: Zur chemischen und Frost/Tauwechsel-Einwirkung von NaCl- und CaCl₂-Lösungen sowie deren Gemenge auf Beton. Tagungsbericht Internationales Kolloquium Werkstoffwissenschaft und Bausanierung, Herausgeber: F.H. Wittmann, Technische Akademie Esslingen, 1983, S. 81–86
 [11] *Öberg, G., Gustafson, K.*: More

effective de-icing with less salt. Final report of the MINSALT-project, VTI Report 369SA, Väg-och Trafik-Institutet, Linköping, Schweden, 1991

[12] Sutter, L. et al.: The Deleterious Chemical Effects of Concentrated Deicing Solutions on Portland Cement Concrete, Michigan Tech Transportation Institute, Houghton, USA, 2008

[13] Bundesanstalt für Wasserbau

(BAW): Merkblatt „Frostprüfung von Beton“, Karlsruhe-Hamburg-Ilmenau, Dezember 2004

[14] Müller, H., Guse, U.: Übertragbarkeit von Frost-Laborprüfungen auf Praxisverhältnisse; Beton Vol. 59; 2009; S. 564–567

[15] Wesche, K.: Untersuchungen zur Einwirkung von Tausalzen auf Brückenbauwerke aus Stahlbeton, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 370/82

[16] Breitenbücher, R. et al.: Sachstandsbericht Sulfatangriff auf Beton; Deutscher Ausschuss für Stahlbeton H. 554; Hrsg.: Deutscher Ausschuss für Stahlbeton Berlin; 2006

[17] Schießl, P., Gehlen, C., Sodeikat, C.: Dauerhafter Konstruktionsbeton für Verkehrsbauwerke; Betonkalendar 2004

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.

Holger Bekemeier, esco GmbH & Co. KG

Stefanie Hahn, Südsalz GmbH

Uwe Handke, K+S Aktiengesellschaft

Gerhard Horn, K+S KALI GmbH

Frank Hunstock, K+S Aktiengesellschaft

Dr. Volker Lukas, K+S Entsorgung GmbH

Dr. Ludger Waldmann, 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

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.



Tatjana Kühnlenz,
Bundesanstalt für Geowissen-
schaften und Rohstoffe



Dr. Jörg Hammer,
Bundesanstalt für Geowissen-
schaften und Rohstoffe



Dr. Michael Schramm,
Bundesanstalt für Geowissen-
schaften und Rohstoffe



Gerhard Mingerzahn,
Bundesanstalt für Geowissen-
schaften und Rohstoffe



Detlef Schlüter,
Ingenieurbüro bicad

3D-GIS-basierte Auswertung von geologischen Erkundungsdaten am Beispiel des Lösungskatasters Gorleben

1. Einleitung und Aufgabenstellung

Die Auswertung der geologischen Erkundungsergebnisse von Lagerstätten oder von Standorten für geplante untertägige Hohlräumnutzungen erfordert in vielen Fällen die Zuhilfenahme von räumlichen geologischen Modellen. Dies betrifft z. B. die Daten zur räumlichen Verteilung und zum strukturgeologischen Bau bestimmter geologischer Schichten sowie zu den Gesteinseigenschaften. Die traditionelle Auswertung von Erkundungsergebnissen auf der Basis geologischer Profildarstellungen stößt bei kompliziert aufgebauten geologischen Strukturen, wie z. B. Salzstöcken, oft an ihre Grenzen. In vielen Fällen können Widersprüche in den Daten bzw. Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, z. T. voneinander abhängigen Erkundungsergebnissen ohne geologische 3D-Modelle nur schwer erkannt werden. Probleme treten insbesondere dann auf, wenn sehr hohe Qualitäts- bzw. Genauigkeitsanforderungen an die Auswertung und die darauf basierenden Schlussfolgerungen gestellt werden.

Ausgehend von den eingeschränkten Möglichkeiten der Auswertung von geologischen Untersuchungsergebnissen unter Verwendung von 2D-Darstellungen bestand das Ziel der Arbeiten in der Entwicklung eines effizienten, bedienerfreundlichen Instrumentes für eine Verknüpfung von in Datenbanken erfassten raumbezogenen Erkundungsergebnissen mit dreidimensionalen geologischen und Bergwerksmodellen. Bei der Formulierung der Anforderungen an das neu zu entwickelnde EDV-Programm nahm die Forderung, eine gezielte Abfrage und Visualisierung von Datenbankinhalten bzw. Erkundungsergebnissen im dreidimensionalen Raum zu ermöglichen, einen zentralen Platz ein. Dies erweitert die Möglichkeiten der wissenschaftlichen Auswertung und Interpretation der Daten im Vergleich zur 2D-Darstellung entscheidend.

Abfrageergebnis 12 Treffer								
	SchlüsselNr	Name	DBEAnalysenNr	ZutrittsstelleKomme	ZutrittsrateMin_mlp	ZutrittsrateMax_mlp	GesamtZutritt_m3	DerzeitigeAktivität
▶	11000002	00YES01 RA779	00YES01 RA779...	z30SM, Hohläu...	100	100	0.04	kein Zutritt
	11000003	00YES01 RA782	00YES01 RA782...					kein Zutritt
	13000010	02YEA04 RB065	02YEF11 RZ065...		10000	10000		kein Zutritt
	13000011	02YEA04 RZ011	02YEA04 RZ011...		0.6	53	0.115	kein Zutritt
	13000012	02YEA04 RZ001	02YEA04 RZ001...		4000	4000	4	kein Zutritt
	13000015	03YEA01 RB074	03YEA01 RB074...		440	440	3.769	kein Zutritt
	13000021	02YEA04 RB023	02YEA04 RB023...	z30SM, Zutrittsste...	0.1	630	23.6	kein Zutritt
	13000023	02YER02 RB028	02YER02 RZ028...	z30SM, bei 13.3 ...	20	20	0.035	kein Zutritt
	13000027	01YEF20 RB014	01YEF20 RB014...	z30SM, Klüfte, z...	250	20000	80.432	kein Zutritt (wurd...
	13000032	02YER02 RZ025	02YER02 RZ025...		120	120	0.035	kein Zutritt
	13000034	01YEF20 RB005	RB005.002	z3AM?, z30SM ...	6.5	6.5	0.0065	kein Zutritt
	13000035	RZ015	RZ015.010	z3AM?, z30SM ...	0.1	0.1	0.001	kein Zutritt
*								

Abb. 1. Ergebnis einer SQL-Abfrage im Lösungskataster Gorleben (12 Lösungszutritte erfüllen die in der Abfrage formulierten Bedingungen) | *The result of a SQL-inquiry in solution-database Gorleben (12 solution exit points meet the conditions of the inquiry)*

2. Ausgangssituation

Die Suche und Erkundung von Standorten für untertägige Hohlraumnutzungen (z. B. Erdöl-/Erdgas-Kavernen, Porenspeicher, Endlager) und Lagerstätten liefern umfangreiche, thematisch breit gefächerte geologisch-geophysikalische Erkundungsdaten. Diese bilden die Grundlage für Entscheidungen zur Wirtschaftlichkeit von Rohstoffförderungen, für die Bergwerksplanung sowie für den Nachweis der Langzeitsicherheit bzw. für die abschließende Eignungsbewertung des Standortes. Um eine integrale Auswertung der Untersuchungsergebnisse durchführen zu können, wird in vielen Fällen ein Großteil dieser Daten in ein Geoinformationssystem (GIS) überführt.

GIS werden heute in vielen Bereichen des täglichen Lebens

genutzt (Raum- und Landschaftsplanung, Umweltforschung, Ressourcen-Management usw.). Als erstes wirkliches GIS wird das von Tomlinson 1962 in Kanada entwickelte „CANADA GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (CGIS)“ angesehen (Tomlinson & Toomey 1999). Es ermöglichte erstmals die Verknüpfung unterschiedlichster Daten zum Zwecke der Landesplanung. Verschiedenste Datenbestände, wie z. B. Informationen zur Boden- und Landnutzung sowie zur Verteilung von Wäldern und Flüssen, konnten so erstmals gemeinsam dargestellt und ausgewertet werden.

Ab 1980 kamen die ersten kommerziellen GIS von z. B. INTERGRAPH, ESRI und CARIS auf den Markt. Dies war der Beginn einer intensiven Nutzung von GIS sowohl auf UNIX- als auch auf WINDOWS-

Rechnern. Heute gibt es eine Vielzahl von Open-Source-GIS für spezielle Anwendungen, die mit den unterschiedlichsten Betriebssystemen eingesetzt werden können.

Durch Ein- bzw. Ausblenden von thematisch unterschiedlichen Daten ist es mittels GIS-Systemen möglich, je nach Aufgabenstellung verschiedene Erkundungsergebnisse gemeinsam auszuwerten. Dabei handelt es sich um 2D-GIS-Systeme, die bei der Interpretation der Erkundungsergebnisse für komplizierte geologische Strukturen mit räumlich stark veränderlichen Parametern schnell an die Grenzen der Übersichtlichkeit sowie des räumlichen Vorstellungsvermögens stoßen. Dieser Nachteil der auf zwei Dimensionen beschränkten Auswertung bzw. Darstellung wird insbesondere dann offensichtlich,

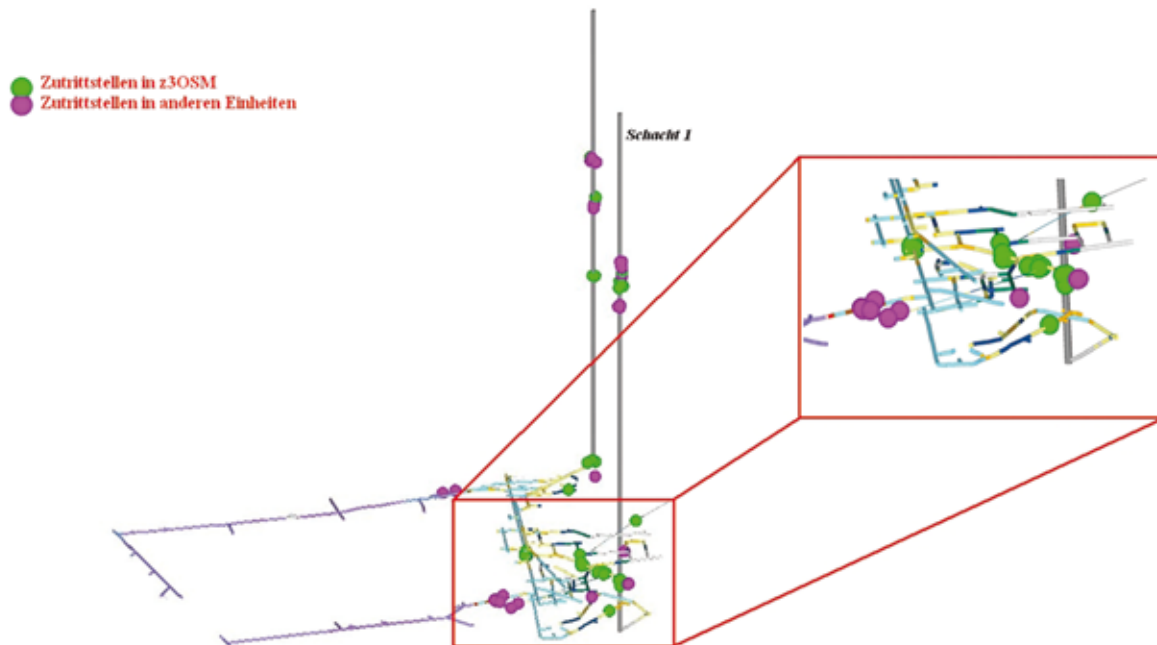


Abb. 2. Räumliche Verteilung aller Lösungszutrittsstellen im Erkundungsbergwerk Gorleben (z3OSM – Gorleben-Bank, Leine-Folge) | Allocation of all solution exit points in the exploration mine Gorleben (z3OSM – Gorleben-Bank, Leine-Folge)

wenn der Einfluss vieler, sich gegenseitig beeinflussender Gesteinskennwerte auf den Aufbau und die Eigenschaften der zu erkundenden geologischen Struktur überprüft werden muss.

In vielen Fällen können geologisch-geophysikalische sowie mineralogisch-geochemische Untersuchungsergebnisse ohne Konsistenz- bzw. Plausibilitätskontrolle im Raum sowie ohne integrale 3D-Modell-gestützte Auswertung der Daten nur eingeschränkt bewertet werden. Für die Darstellung und Auswertung geologischer Erkundungsergebnisse werden deshalb zunehmend geologische 3D-Modelle genutzt. Sie gelten als breit akzeptiertes, dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechendes und in vielen Fällen notwendiges Arbeitsin-

strument, das die Anschaulichkeit von Modellvorstellungen erhöht und besser überprüfbar macht.

Trotz der intensiven Nutzung von geologischen 3D-Modellen bei der Auswertung von Standorterkundungsergebnissen erfolgt i.d.R. eine getrennte Analyse von Vektordaten und alphanumerischen Daten. Unter Vektordaten werden z. B. die Lage bzw. Verteilung von geologischen Schichten, Grenzen zwischen unterschiedlichen stratigraphischen Einheiten sowie geologisch-bergmännische Rissdarstellungen verstanden. Alphanumerische Daten stellen z. B. mineralogisch-geochemische Analyseergebnisse sowie Eigenschaften oder Zustandsgrößen an einem bestimmten Probenahmeort dar.

Die Verwaltung und Darstellung

von Vektordaten wird meist nicht von Datenbanksystemen unterstützt. Bei der Generierung von geologischen 3D-Strukturmodellen kommen bisher lediglich Datenbanken, in denen die Schichtenverzeichnisse von Bohrungen vorgehalten werden, zur Anwendung. Die häufig tabellarisch in Datenbanken erfassten alphanumerischen Erkundungsergebnisse, wie z. B. die Angaben zur mineralogischen Zusammensetzung von Gesteinsproben, zum Chemismus von Gesteinen und Lösungen sowie zur Kluftöffnungsweite oder zur Kluftmineralisation, sind nicht direkt im 3D-Modell darstellbar. Sie werden i.d.R. nur nach einer vorherigen rechnerischen bzw. statistischen Auswertung in Form von interpolierten Verteilungskarten oder Isolinienplänen

bzw. -flächen im 3D-Modell dargestellt und ausgewertet.

Über den Rahmen von Verteilungskarten oder Isoliniendarstellungen hinaus erfolgt in geologischen 3D-Modellen keine Auswertung von alphanumerischen Erkundungsdaten. Allenfalls werden Schnitte aus dem 3D-Modell generiert und der Auswertung zugrunde gelegt. Das bedeutet, dass die Visualisierung von Datenbankinhalten bisher meist nur über zeitaufwändige händische Hilfskonstruktionen vorgenommen werden konnte. Eine weitgehend automatisierte Darstellung der Ergebnisse von gezielten Datenbank-Abfragen im 3D-Modell war bisher nicht umsetzbar. So z. B. war es bisher nicht möglich, auf der Grundlage von Datenbankabfragen die Lokationen im 3D-Modell darzustellen, in denen bestimmte Parametergrenzwerte überschritten sind oder komplexe Datenbankabfragen erfüllt werden.

In der Literatur existieren nur wenige Beispiele, die sich mit einer programmtechnischen Verknüpfung von Datenbankinhalten mit dem 3D-Raum beschäftigt haben. In dem BMBF-Verbundvorhaben KORA wurde zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit eine aus Open-Source-Komponenten bestehende 3D-GIS-Arbeitsumgebung für die Datenauswertung und -verwaltung erstellt. Die Daten einer Grundwasserdatenbank wurden nach einer vorgeschalteten Auswertung mit Hilfe des Open Source 3D-Viewers „Paraview“ visualisiert (Kringel et al. 2008).

Im Rahmen der Untersuchung der polnischen Salzlagerstätte

Klodawa wurde ein Informationssystem geschaffen, in dem alle Lösungs- und Gaszutritte erfasst sind. Durch die Verknüpfung dieser Datenbank mit dem dreidimensionalen Raum (in diesem Fall mit dem räumlichen Bergwerksmodell) können die Lösungs- und Gaszutritte automatisch im 3D-Modell lokalisiert werden (Chelminski et al. 2008). Eine raumbezogene Darstellung der Ergebnisse von komplexen Datenbankabfragen unter Nutzung mehrerer miteinander verknüpfter Parameter, z. B. zum Chemismus der Lösungen bzw. Gase, ist mit diesem System nicht möglich.

3. Anforderungen an das neu zu entwickelnde 3D-GIS-System

Das neu zu entwickelnde 3D-GIS-Programm muss in der Lage sein, die in Datenbanken erfassten, raumbezogenen Erkundungsergebnisse sowie die Resultate spezieller SQL-Datenbankabfragen raumlagegerecht im 3D-Modell darzustellen, d. h. die Datenbankinhalte mit dem 3D-Raum (geologisches und Bergwerksmodell) zu verknüpfen. Dazu muss u. a. ein SQL-basiertes Abfragetool entwickelt werden, das umfangreiche Möglichkeiten zur komplexen Abfrage von Daten gleichzeitig aus mehreren Tabellen bietet. Die Abfrageergebnisse müssen mittels spezieller Programmfunktionen gruppiert bzw. klassifiziert werden können, d. h. es müssen umfangreiche Möglichkeiten zur benutzerdefinierten Darstellung der Untersuchungsbeobachtungen vorhanden sein. Dazu ist es erforderlich, dass das Programm vektorielle und alphanumerische Erkundungsdaten effizient ver-

waltet, beliebig verknüpft, gezielt abrufen und gruppiert. Die abgefragten Daten müssen für Auswertungen im 3D-Raum genau platziert bzw. mittels Symbolen oder Labeln anschaulich dargestellt werden.

4. Programmtechnische Umsetzung der Anforderungen an das 3D-GIS-System

Der konkrete Anlass für die Entwicklung des Programms war die Notwendigkeit der integralen geologisch-geochemischen Auswertung der bei der Erkundung des Salzstocks Gorleben angetroffenen Lösungsvorkommen. Die Untersuchungsergebnisse zur Zusammensetzung und zu den Eigenschaften der im Salzstock Gorleben nachgewiesenen Lösungsvorkommen sind im Lösungskataster Gorleben (BfS 2002) erfasst. Die Auswertung des Lösungskatasters wurde von der BGR im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz vorgenommen. Dazu sollte die räumliche Verteilung von Lösungsvorkommen, die aus bestimmten stratigraphischen Einheiten stammen, eine bestimmte Zutrittsmenge und eine definierte chemische Zusammensetzung aufweisen, anschaulich und leicht verständlich im 3D-Modell dargestellt werden.

Die Ergebnisse der geochemischen Untersuchungen der Lösungen liegen in einer Access-Datenbank vor, die mehrere, thematisch unterschiedliche Tabellen enthält. Aufgrund der Vielzahl der erfassten geochemischen Parameter sowie der Notwendigkeit der Analyse der zeitlichen Veränderungen der Messwerte ist die Datenbank sehr umfangreich.

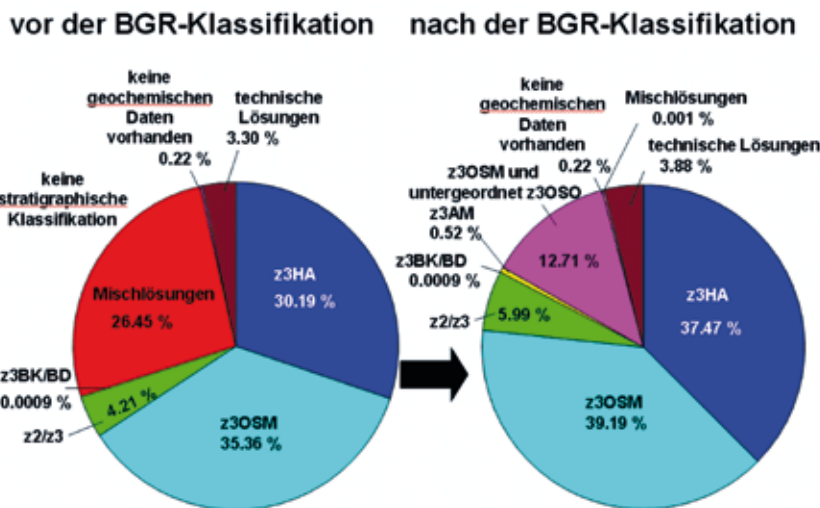


Abb. 3. Aufteilung der im Lösungskataster Gorleben (Bfs 2002) erfassten Lösungszutritte hinsichtlich ihrer Herkunft. Es ist deutlich zu erkennen, dass im Ergebnis der 3D-Modell-gestützten Auswertung des Lösungskatasters der Anteil an Lösungsvorkommen, die nicht eindeutig einer stratigraphischen Einheit zugeordnet werden konnten, deutlich abnimmt / *Distribution of solution exit points to be found in solutions-database Gorleben (Bfs 2002) with respect to their origin. It is clearly to recognize that in the result of the 3D-model supported analysis of solutions-database the rate of stratigraphically undetermined solutions decrease*

Die für die Auswertung der Lösungsdaten erforderlichen geologischen und bergbaulichen Informationen sind auf unterschiedliche Weise abgelegt. Zum einen sind im Lösungskataster selbst Angaben zur Lage und geologischen Position der Lösungszutritte erfasst. Zum anderen werden graphische Darstellungen genutzt, die aus dem geologischen 3D-Modell entnommen werden. Mittels GEOravis werden die beiden Datenarten miteinander verknüpft.

Die Darstellung und Auswertung der im Lösungskataster enthaltenen Informationen und Analysenergebnisse sollte entsprechend der Aufgabenstellung im räumlichen Kontext erfolgen. Dazu erwies sich die Anwendung von AutoCAD als Graphikkern von GEOravis als

zweckmäßig, da die gesamten Darstellungen des Grubengebäudes und die in den bergmännischen Auffahrungen bzw. Bohrungen festgestellten geologischen Befunde im AutoCAD-dwg-Format vorliegen. Ein weiterer Grund war, dass die Konstruktion des geologischen 3D-Modells mit dem Programm openGEO erfolgt, das gleichfalls AutoCAD als Graphikkern nutzt. Für die Modellierarbeiten in komplizierten Salzstrukturen hat sich der Einsatz von openGEO als notwendig erwiesen (Behlau et al. 2007).

GEOravis ist als Browser konzipiert, der die Verwaltung und Darstellung der raumbezogenen Vektordaten und der geochemischen Analysenergebnisse gleichermaßen übernimmt. Alle für die Auswertung vorgesehenen Datenbank-Inhalte

und nutzbaren räumlichen Darstellungen werden dem Programm zugeordnet und aufbereitet. Durch die Zuordnung wird eine Kopie der Datenquelle in GEOravis angelegt, so dass später immer zuverlässig auf den gleichen Stand zurückgegriffen werden kann. Die Aufbereitung der Datenbank besteht in der Festlegung, auf welche Tabellen abgefragt werden soll und welche Spalten die Schlüsselspalte (Spalte, die eine Verknüpfung zwischen unterschiedlichen Tabellen zulässt) und die 3D-Position enthalten. GEOravis gestattet den Zugriff auf Daten und Abfragen unter Einbeziehung von Spalten aus unterschiedlichen Tabellen.

Die große Zahl der Vorgabedaten und der Ergebnisse unterschiedlichster Abfragen erfordert mehrere unabhängige Fenster für die 3D-Darstellungen. Unter GEOravis können beliebig viele '3D-Räume' angelegt, mit einem kennzeichnenden Namen versehen und reproduzierbar gespeichert werden.

Für die gezielte Auswahl von mehreren Parametern der geochemischen Datenbank wurde ein Abfragewerkzeug entwickelt, das SQL als Abfragesprache nutzt. Dabei können die Parameter in beliebigen Kombinationen miteinander ausgewertet werden. Mit dem neuen Abfragewerkzeug lassen sich in einer SQL-Zeile schnell einfache Abfragen erstellen. Die Abfragen können beliebig umfangreich werden, indem für jeden neuen Abfrageparameter eine neue SQL-Zeile an die vorher formulierte angehängt wird.

Die Abfrageparameter können aus verschiedenen Tabellen stam-

Zutrittsstellen in z3OSM mit
Li >17 ppm und Al >0,01 ppm

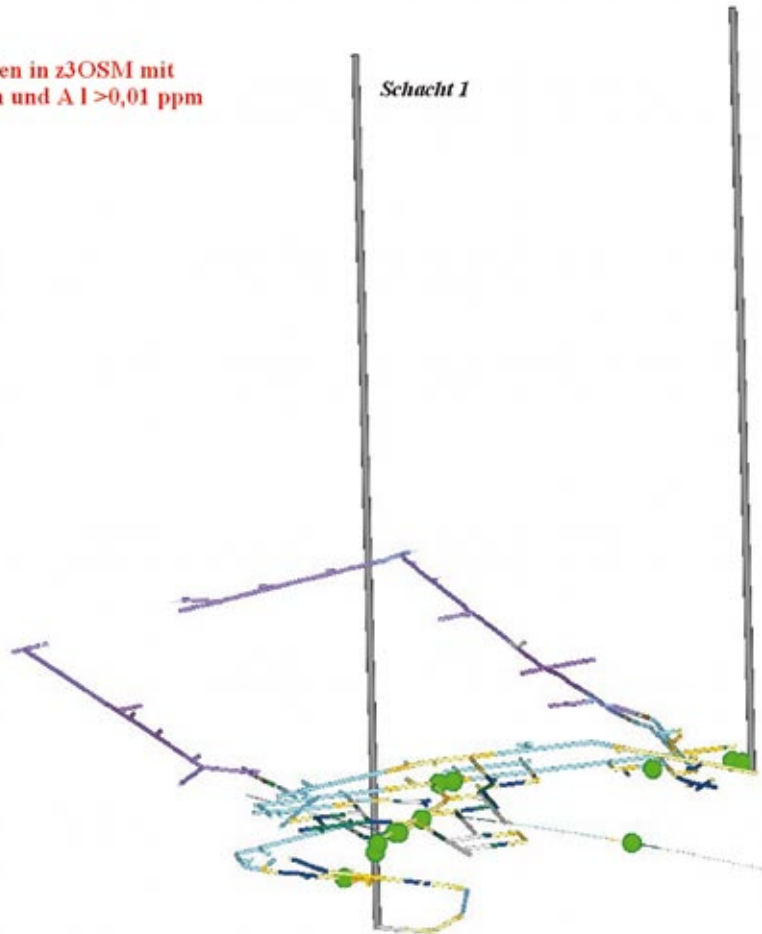


Abb. 4. Lage der Zutrittsstellen von Lösungen im Erkundungsbergwerk Gorleben, die aus der Gorleben-Bank (z3OSM) stammen und durch Li >17 ppm und Al > 0,01 ppm charakterisiert sind | Allocation of solution exit points in the exploration mine Gorleben that originate from Gorleben-Bank (z3OSM) and that are characterized by Li > 17 ppm and Al > 0,01 ppm

men. Die Filterkriterien in den Abfragen können numerisch und auch alphanumerisch sein, wobei in Texten auch mit Wildcards gearbeitet werden kann. Das Ergebnis einer Abfrage lässt sich in Form einer Tabelle anzeigen (Abb. 1), wobei die Anzahl der Treffer vorab angeschaut werden kann.

Da die Erstellung von Abfragen mit mehreren Parametern zeitaufwändig sein kann, bietet GEOravis die Möglichkeit, die Abfragen mit

einem kennzeichnenden Namen zu speichern und je nach Aufgabe später nochmals zu editieren. Damit kann die Abfrage jederzeit identisch wiederholt bzw. mit zusätzlichen Filterkriterien bzw. Abfrageparametern neu gestellt werden.

Als Ergebnis liefert jede SQL-Abfrage eine Ergebnistabelle, in der die Anzahl der Zeilen der Anzahl der Treffer entspricht (Abb. 1). Die Anzahl und Auswahl der Spalten

in der Ergebnistabelle der Abfrage wird vom Bearbeiter bestimmt, wobei beliebig viele Spalten aus den verknüpften Tabellen der Datenbank gewählt werden können. Die Auswahl der Spalten in der Ergebnistabelle kann jederzeit geändert werden. Damit lässt sich die Informationsübersicht immer der aktuellen Fragestellung anpassen.

Eine übersichtliche Darstellung der abgefragten Parameter im dreidimensionalen geologischen oder Bergwerksmodell erforderte die Schaffung von zahlreichen Programmfunktionen in GEOravis. Die Ergebnisse von Abfragen werden als Symbole dargestellt, deren Größe oder Farbe durch den Benutzer frei wählbar sind. Um gleichzeitig noch weitere Informationen aus der Datenbank für die betreffenden Lösungsvorkommen sichtbar zu machen, können bis zu vier unterschiedliche Parameter durch Label an allen Symbolen angezeigt werden.

Für die Auswertung der Abfrageergebnisse ist es in vielen Fällen sinnvoll, eine Klassifizierung der darzustellenden Parameter durchzuführen. Mit Hilfe der Funktion „Klassifizierung“ wird eine benutzerdefinierte Darstellung ermöglicht. Den Klassen können verschiedene Größen oder Farben der frei wählbaren Symbole zugeordnet werden, um den jeweiligen Wert im 3D-Raum anschaulich darzustellen.

Für eine sinnvolle Klassifizierung können unter Zuhilfenahme der Funktion ‘Häufigkeitsverteilung’ die prozentualen Verteilungen der Werte auf die ausgewiesenen Klassen berechnet werden. Für die Dar-

stellung der Zugehörigkeit der Messwerte zu den klassifizierten Wertebereichen werden im 3D-Raum unterschiedliche 3D-Symbole oder Label genutzt. Durch eine unterschiedliche Art, Größe und Farbe der Symbole können z.B. verschiedene Gruppen von Lösungsvorkommen mit unterschiedlicher chemischer

Zusammensetzung oder deutlich unterschiedlichen Lösungsvolumina präsentiert werden.

Die in dem Programm GEOravis durch die „Klassifizierung“ gebotene Darstellungsfreiheit ermöglicht es, die Daten in der gewünschten Form zu visualisieren. Die Darstellung kann für eine gespeicherte

Abfrage jederzeit geändert werden. Die Menge und die Art der darzustellenden Daten können vom Benutzer festgelegt werden.

Die im 3D-Raum dargestellten Symbole können jederzeit auf ihre aktuelle Bedeutung abgefragt werden. Dazu gibt es eine allgemeine Legende, die im 3D-Raum präsentiert werden kann. Alternativ kann für jedes Symbol eine textliche Punktinformation angezeigt werden.

Zusätzlich zu diesen Darstellungsvarianten bietet GEOravis die Möglichkeit, aus dem 3D-Raum heraus direkt auf alle Daten der Datenbank zuzugreifen. Nach Auswahl der Symbole im 3D-Modell werden alle dazu in der Datenbank aktuell vorhandenen Einträge in einem Datenbank-Auszug tabellarisch angezeigt. Auch hier kann die Auswahl der Spalten in der Ergebnistabelle wieder neu festgelegt werden, wenn zusätzliche Daten benötigt werden.

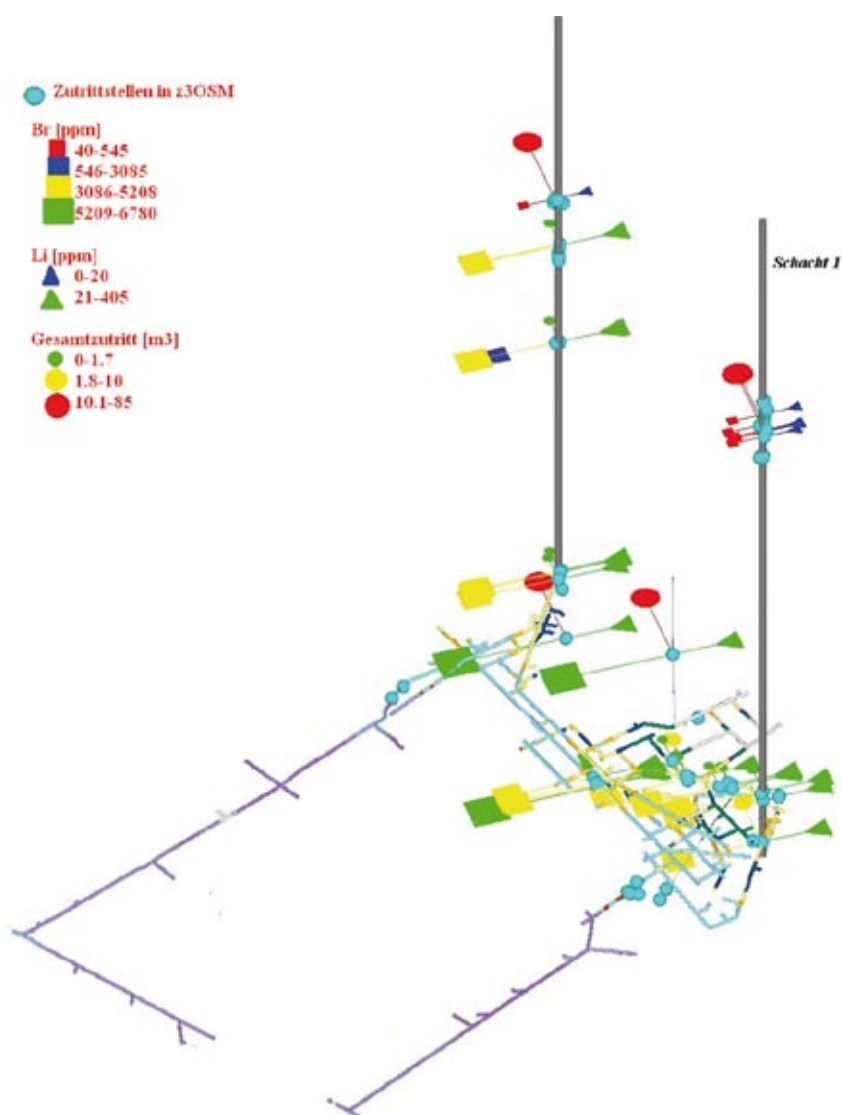


Abb. 5. Lokalisierung und geochemische Charakterisierung (Li, Br) von Lösungszutrittsstellen aus der stratigraphischen Einheit z3OSM (Gorleben-Bank) im Erkundungsbergwerk Gorleben / Allocation and geochemical characterization (Li, Br) of solution exit points from the stratigraphical unit z3OSM (Gorleben-Bank) in the exploration mine Gorleben

5. Die Auswertung des Lösungskatasters Gorleben als Fallstudie für die Entwicklung und Anwendung des 3D-GIS-Systems

Für die Entwicklung sowie praktische Erprobung des 3D-GIS-Programmpaketes zur datenbankgestützten Visualisierung und Auswertung von raumbezogenen geologischen Erkundungsdaten diente das Lösungskataster Gorleben (BfS 2002). In dieser Access-Datenbank sind alle Erkundungs- und Untersuchungsergebnisse zu den Lösungsvorkommen im Erkundungsbergwerk und in den Tiefbohrungen zusammengestellt. Im Zeitraum 1980 bis 1983 (Tiefboh-

rungen) und zwischen 1990 und 2000 sind insgesamt 666 m³ salinare Lösungen zugetreten. Davon sind 389 m³ Lösungen (58% des Gesamtvolumens) im Infrastrukturbereich des Endlagerbergwerkes, 235 m³ (35 %) in den Schächten und 42 m³ (6 %) in den Tiefbohrungen festgestellt worden (Schramm et al. 2009).

Bei der Bewertung der Lösungsvorkommen im Salzstock Gorleben hat sich gezeigt, dass für die korrekte Einschätzung möglicher Gefahren durch Lösungszutritte viele Daten unterschiedlicher Art (z.B. Chemie, Volumina und Zutrittsraten der Lösungsvorkommen sowie geologischer Bau des Salzstocks) in der Kombination miteinander ausgewertet werden müssen. Für die Systematisierung und Gruppierung sowie für die genetische Interpretation der Lösungszutritte müssen die thematisch sehr unterschiedlichen Daten nicht nur räumlich zugeordnet, sondern auch fragestellungsgemäß dargestellt werden. So z. B. müssen durch gezielte Abfragen nach geochemischen Indikatoren Lösungsvorkommen mit deutlichem technogenen Einfluss (z. B. Bewetterung) im Bergwerksmodell abgegrenzt werden können.

Das Lösungsverzeichnis Gorleben (BfS 2002) beinhaltet umfangreiche Informationen zu Vorkommen, Volumina, physikalischen und chemischen Eigenschaften aller Lösungszutritte, die in den bis ca. 2000 m tiefen übertägigen Erkundungsbohrungen sowie bei der untertägigen Erkundung des Salzstocks (Schächte, Strecken, Querschläge und Bohrungen, inklusive Infrastrukturbereich) angetrof-

fen wurden. Die Datenbank dient der vollständigen Dokumentation aller Lösungsvorkommen und spielt damit eine wichtige Rolle bei der Beweissicherung für die Bergbehörde sowie für die Genehmigungsbehörde im atomrechtlichen Planfeststellungsverfahren. Das Lösungskataster bildet die Grundlage für Aussagen zur Herkunft bzw. Genese der Lösungen und enthält damit wichtige Basisdaten für die Eignungsaussage zur Möglichkeit einer langzeitsicheren HAW-Endlagerung im Salzstock. Die Dokumentation der Lösungsvorkommen beginnt im Januar 1980 mit dem Abteufen der ersten Tiefbohrung Go 1003. Das aktuell vorliegende Lösungskataster erfasst die Lösungszutritte bis zum Beginn des Moratoriums am 30.09.2000 (BfS 2002). Im Lösungskataster sind insgesamt 217 Analysen von 229 Proben aus 87 Lösungsvorkommen dokumentiert.

Das Lösungskataster beinhaltet neben Angaben zur Lokalität sowie zur Intensität des Zutritts und zu den physikalischen Eigenschaften der salinaren Lösungen umfangreiche, auf speziellen Datenblättern erfasste Analyseergebnisse zur chemischen Zusammensetzung der einzelnen Lösungsvorkommen (z. B. pH-Wert, Haupt- und Nebenkompone-nten, wie u. a. Na, K, Mg, Ca, Cl, SO₄, CO₃, Li, Rb, Br, Mn und Sr). Die Zutrittsraten der einzelnen Lösungsvorkommen reichen von 0,006 bis 80000 ml/min, bei Schwankungen der Gesamtzutrittsmenge zwischen 0,0001 und 165,65 m³. Die Zutrittsraten der zu Beginn des 10-jährigen Moratoriums noch aktiven Lösungsvorkommen variierten zwischen

0,01 und 10 ml/min. Lediglich 15 Zutrittstellen waren länger als einen Tag aktiv (maximal 224 Tage bis zum 01.10.2000).

Es wurden auch Lösungszutritte dokumentiert, von denen aufgrund zu geringer Probenmengen bzw. Zuflussraten keine Proben für die chemische Analyse genommen werden konnten. Liegen mehrere Analysen eines Zutrittsortes vor (mehrmalige Beprobung eines Lösungszutritts zu unterschiedlichen Zeiten), sind diese Daten im Lösungsverzeichnis als Gangliniendiagramme dargestellt, die Änderungen einzelner Parameter mit fortschreitender Zeit widerspiegeln.

Die Daten zur stratigraphischen Herkunft und Chemie der Lösungszutritte sowie die Angaben zum Probenzutritt selbst (z. B. Lage im Bergwerk, Volumen und Zutrittsrate) wurden in einer Vielzahl von unterschiedlichen Tabellen erfasst, die in einer Access-Datenbank miteinander verknüpft wurden. Zur Vorbereitung der eigenen Auswertungen wurde auf der Basis der im BfS-Lösungskataster (BfS 2002) enthaltenen Tabellen eine neue, an die Erfordernisse der 3D-Modellgestützten Auswertung der Daten angepasste Access-Datenbank entwickelt. Die in Abhängigkeit vom späteren Anwendungszweck umstrukturierte und z. T. ergänzte (z. B. Koordinaten der Lösungszutritte) Datenbank besteht aus zwei Tabellen. Eine der Tabellen beinhaltet alle Stammdaten, z. B. die Angaben zur Lokalität und physikalische Messwerte (z. B. Temperatur, Druck, Dichte) für die Lösungsvorkommen. In der zweiten Tabelle sind

die chemischen Angaben zu den Lösungsanalysen erfasst.

6. Beispiele für die Anwendung von GEOravis bei der Visualisierung und Interpretation der Lösungsvorkommen

Eine präzise raumbezogene und möglichst kombinierte Darstellung geologischer Erkundungsergebnisse ist wichtig. Sie hilft, die Daten im Kontext mit der Standortgeologie zu interpretieren sowie mögliche Gefahren während der Betriebsphase und Datendefizite bzw. -inkonsistenzen im Vorfeld eines Langzeitsicherheitsnachweises für eine untertägige Hohlraumnutzung rechtzeitig zu erkennen. So z. B. können durch die Visualisierung von Lösungszutritten, die bestimmte Abfrageparameter erfüllen, die Zutritte unterschiedlichen stratigraphischen Schichten zugeordnet werden. Für die Bewertung möglicher Gefahren können die Lösungsvorkommen mittels unterschiedlicher Symbole hinsichtlich ihrer Volumina oder Lösungszusammensetzungen klassifiziert werden. Gleichzeitig wird anschaulich dargestellt, in welcher Entfernung sie vom geplanten Einlagerungsbereich liegen.

Die Darstellung der Lösungszutritte im geologischen 3D-Modell erleichtert ihre Zuordnung zu bestimmten Speicherhorizonten und ermöglicht eine bessere Unterscheidung zwischen Speicherort und Austrittsort. Auf der Grundlage der geologischen Modellvorstellungen ist eine bessere Prognose von möglicherweise zukünftig

zutretenden Lösungsvorkommen bei der Weitererkundung des Salzstocks möglich.

Zwecks Illustration der mit GEOravis neu geschaffenen Möglichkeiten zur Visualisierung und Auswertung der im Lösungskataster Gorleben erfassten Erkundungsergebnisse wurden einige Anwendungsbeispiele ausgewählt. In allen Abbildungen wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit die Tiefbohrungen außer Acht gelassen. Das in der Visualisierung der Lösungszutritte zugrunde gelegte Bergwerksmodell umfasst die beiden Schächte und alle bergmännischen Auffahrungen mit dem Stand 1.10.2000.

Abb. 2 zeigt die Verteilung aller im Lösungskataster Gorleben (BfS 2002) zusammengestellten Lösungszutritte im 3D-Modell des Erkundungsbergwerkes Gorleben. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Lösungszutritte überwiegend in den Schächten und im schachtnahen Infrastrukturbereich beobachtet wurden. Diese Bereiche des Erkundungsbergwerkes wurden in den Schichten der Leine-Folge aufgefahren, die im Vergleich zum geplanten Einlagerungsmedium (Hauptsalz der Staßfurt-Folge) deutlich höhere Anhydritgehalte in Form von Anhydritlagen bzw. -bänken (Hauptanhydrit und Gorleben-Bank als potenzielle Lösungsspeicher) aufweisen (Bornemann et al. 2008).

Durch spezielle Abfragen können die Lösungszutritte aus unterschiedlichen stratigraphischen Einheiten in verschiedenen Farben oder Sym-

bolen dargestellt werden. So ist es möglich, nicht nur die räumliche Verteilung der Lösungen, sondern auch deren stratigraphische Zugehörigkeit zu erkennen. Die im Lösungskataster vorgenommene vorläufige stratigraphische Zuordnung der Lösungszutritte wurde auf der Basis des geologischen 3D-Lagerstättenmodells sowie nach detaillierter geochemischer Auswertung der Lösungsschemismen (Schramm et al. 2009) z. T. korrigiert. So konnte die Anzahl von Mischlösungen, d. h. von Lösungen, die im Lösungskataster ursprünglich keiner Salzschiefer eindeutig zugeordnet werden konnten, deutlich reduziert werden (Abb. 3).

Für kompliziertere Datenauswertungen ist es möglich, mit Hilfe von GEOravis komplexe Abfragen unter Verwendung mehrerer Kriterien bzw. Parametergrenzwerte zu bilden. Als Beispiel dient die Aufgabe, alle Zutrittstellen von Lösungen im 3D-Modell zu zeigen, die aus der Gorleben-Bank (z3OSM) stammen und deren Li-Gehalte größer 17 ppm sowie Al-Gehalte größer 0,01 ppm sind (Abb. 4). Derartig hohe Konzentrationen von Li können nicht durch Eindunstung von Meerwasser, sondern vermutlich durch Alteration von Schichtsilikaten entstehen. In Analogie dazu können erhöhte Al-Gehalte nur aus der Zersetzung von Aluminosilikaten abgeleitet werden. Mit dieser Abfrage sollten alle Lösungsvorkommen diagnostiziert werden, die am Ort ihrer Entstehung bzw. Speicherung oder auf ihrem Migrationsweg mit Tonmineralen in

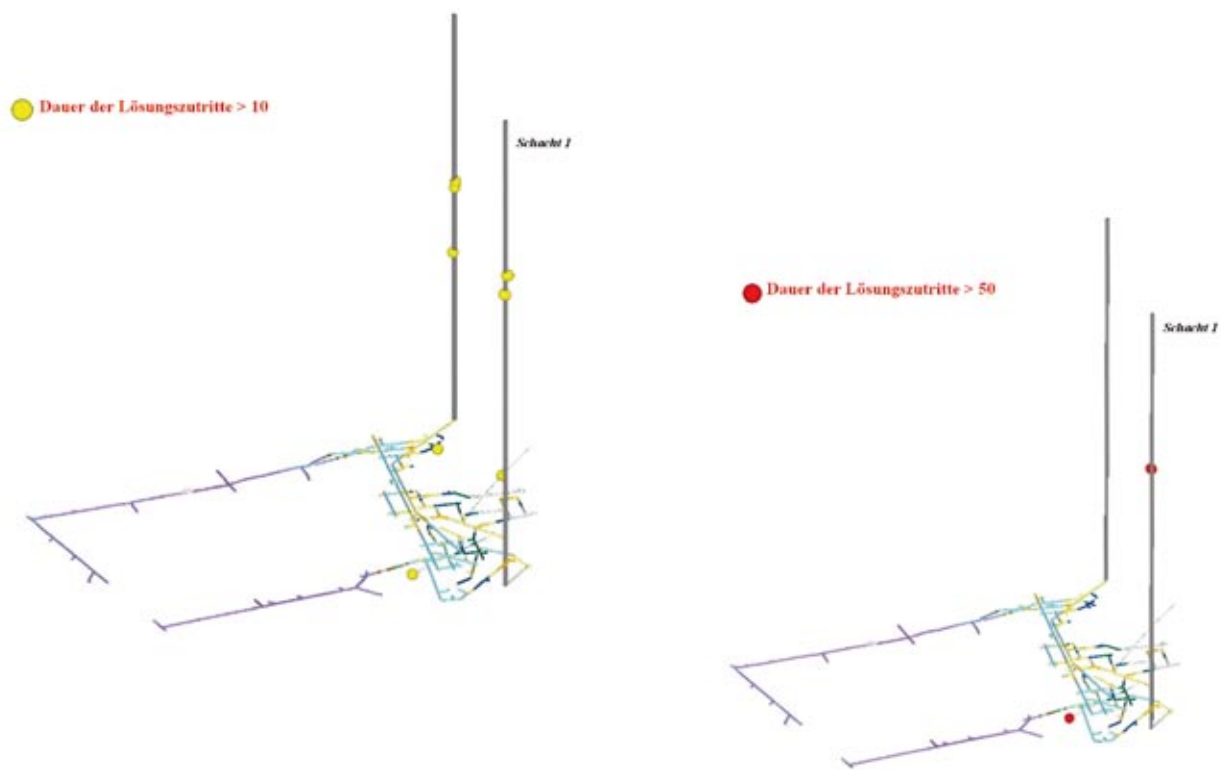


Abb. 6. Nachweis einer deutlichen Abnahme der Anzahl der Lösungsvorkommen bei zunehmender Dauer der Lösungszutritte (in Tagen) | *Detection of the definite decrease of solutions number with increasing duration of the solution exits*

Wechselwirkung standen. Mittels SQL wird dazu jede Abfragebedingung in einer separaten Zeile formuliert. Die Ergebnisse dieser Abfrage im Lösungsverzeichnis Gorleben können im 3D-Modell des Erkundungsbergwerkes dargestellt werden (Abb. 4).

Mit Hilfe des Werkzeugs „Klassifizierung“ wird eine benutzerdefinierte Darstellung der Abfrageergebnisse im 3D-Raum ermöglicht. Die Klassifizierung von Messwerten ist für die Darstellung von sich deutlich unterscheidenden Wertebereichen hilfreich. Die klassifizierten Daten können mit Hilfe benutzerdefinierter Symbole dargestellt werden. Durch die unterschiedliche Art, Größe und Farbe der Symbole können z.B. gleichzei-

tig die Zusammensetzung und das Volumen der Lösungen anschaulich präsentiert werden. So wurden für die geochemische Interpretation der Lösungsvorkommen aus der Gorleben-Bank (z3OSM) signifikante Parameter (Li, Br) sowie die Zutrittsmengen ausgewählt und klassifiziert (Abb. 5). Deutlich zu sehen sind z.B. die niedrigen Br-Konzentrationen im oberen Teil der Schächte, die durch Verdünnung (Wetterlösungen, Formationswässer aus dem Deckgebirge) erklärt werden können.

Durch eine Aneinanderreihung von mehreren Abbildungen (z.B. Zutrittsdauer) ist es möglich, anschaulich nachzuvollziehen, an welchen Stellen des Erkundungsbergwerkes die Lösungszutritte

am längsten aktiv waren (Abb. 6). Zusätzlich zur Darstellung von Abfrageergebnissen im 3D-Raum bietet GEOravis die Möglichkeit, durch Aktivieren einzelner Zutrittspunkte sich die dazu in der Datenbank vorhandenen Informationen anzeigen zu lassen. Sehr eng im 3D-Modell beieinander liegende Symbole können durch das Aufziehen eines „Abfragefensters“ im 3D-Raum markiert werden. Die zu den ausgewählten Zutritten gehörenden Informationen aus der Datenbank werden dann in einer Access-Tabelle oder in Form von Textfeldern angezeigt. Wenn z. B. der Nutzer zusätzliche Informationen für die in Abb. 7 dargestellten Zutritte aus dem Hauptanhydrit der Leine-Folge (z3HA) benötigt,

dann können diese Informationen durch das Aktivieren des Befehls „Punktinfo“ und danach des interessierenden Zutrittspunktes (im 3D-Raum) abgerufen werden. In vielen Fällen liegen die Punkte im 3D-Raum sehr dicht nebeneinander oder eine bestimmte Information muss zum Zwecke ihrer Auswertung gleichzeitig zu mehreren Punkten angeschaut werden. Für diesen Zweck wurde in GEOravis die Funktion „Punktauswertung“ eingerichtet. Damit ist es möglich, per „Aufziehen“ eines Abfragefensters mehrere Zutrittspunkte zu aktivieren und sich die Informationen zu diesen Punkten in Form einer Tabelle anzuschauen. Die Tabelle kann nachträglich durch weitere, im rechten Teil des Fensters aufgelistete Spalten ergänzt werden (Abb. 8).

7. Zusammenfassung

Das 3D-GIS-Programm GEOravis stellt ein neues innovatives Instrument für die Verwaltung und Verknüpfung von vektoriiellen Daten und alphanumerischen, in Datenbanken erfassten geologischen Erkundungsergebnissen dar.

Das speziell für salzgeologische Aufgabenstellungen entwickelte, aber auch für andere Gesteinstypen nutzbare Programm gewährleistet eine flexible Verwaltung von großen Datenmengen und eine schnelle Suche nach Daten. Mit GEOravis werden die Erstellung komplizierter, für die Auswertung der Erkundungsergebnisse erforderlicher Abfragen sowie eine anschauliche Darstellung der Abfrageergebnisse in geologischen 3D-Modellen bzw. in Bergwerksmo-

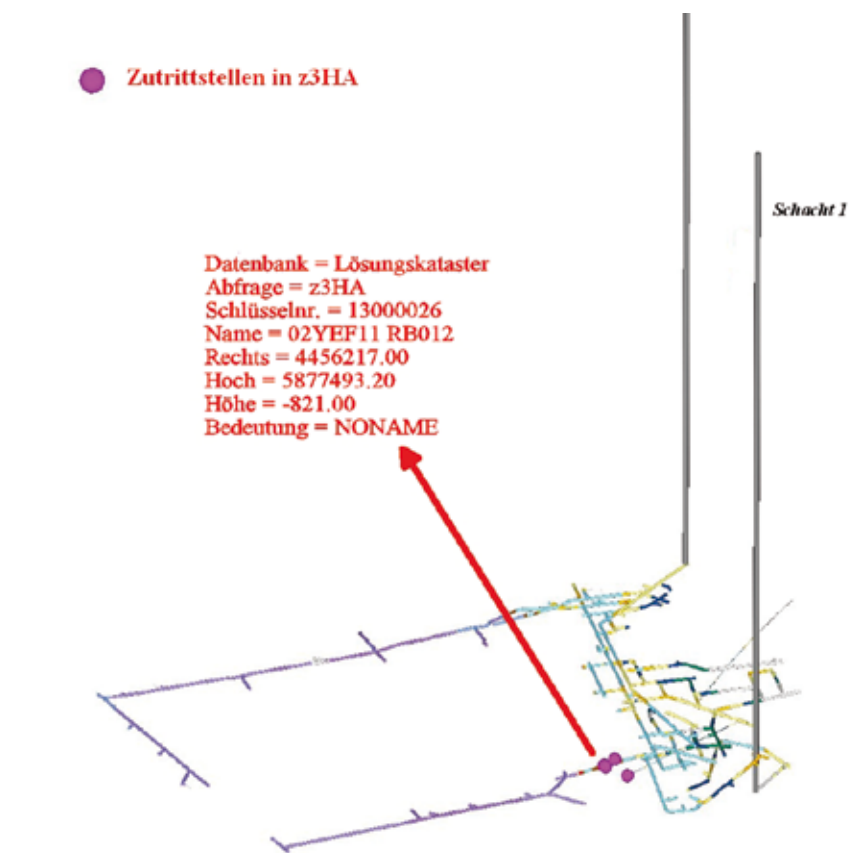


Abb. 7. Anzeige von in der Datenbank enthaltenen Informationen für den linken, mittels der GEOravis-Funktion „Punktinfo“ im 3D-Raum markierten Zutrittspunkt / The display of the database information for the left tagged exit point in the 3D-area using the GEOravis-function "Point information"

dellen ermöglicht. Im Vergleich zu Datenauswertungen auf der Basis von 2D-Darstellungen oder 2D-GIS-Anwendungen verfügt GEOravis über wesentlich anschaulichere, komfortablere Möglichkeiten zur automatisierten Visualisierung von Abfrageergebnissen im 3D-Raum. Mittels GEOravis können komplizierte Suchabfragen in Datenbanken mit Erkundungsergebnissen durchgeführt und im geologischen oder Bergwerksmodell dargestellt werden. Bedeutend dabei ist, dass diese Datenbanken direkt mit den geologischen 3D-Modellen gekoppelt sind. Es kann gleichzeitig auf Daten

aus einer beliebig großen Anzahl von Datenbank-Tabellen zugegriffen werden. Durch neu geschaffene Programmfunktionen können die in Datenbanken abgelegten Informationen schnell gefunden, komplizierte Kombinationen von Messwerten bzw. Kriterien abgefragt und im 3D-Raum dargestellt werden.

Die in dieser Arbeit enthaltenen Beispiele der Anwendung von GEOravis bei der Auswertung des Lösungskatasters Gorleben (BfS 2002) verdeutlichen die im Vergleich zu anderen Softwarelösungen wesentlich besseren Möglichkeiten

der Auswertung und Interpretation der in einer Access-Datenbank erfassten Erkundungsergebnisse. Spezielle, mittels SQL abgefragte Datenbankinhalte werden mit Hilfe von GEOravis anschaulich im dreidimensionalen Modell des Grubengebäudes und im geologischen 3D-Modell des Salzstocks Gorleben dargestellt.

GEOravis kann über den Rahmen der hier dargestellten Arbeiten am Lösungskataster Gorleben hinaus für weitere Auswertungen von Erkundungs- oder Monitoringdaten eingesetzt werden. Möglich ist die Nutzung von GEOravis z. B. für die Auswertung der Ergebnisse von Untersuchungen zum Vorkommen und zur Ausbildung von Klüften bzw. Störungszonen in Gesteinen oder von geomechanischen Messdaten zum Monitoring bzw. zur Überwachung von untertägigen Hohlräumen (z. B. Resultate von Verformungs- und Spannungsmessungen).

8. Literatur

Behlau, J., Fleig, S., Hammer, J., Hofmann, M. & Mingerzahn, G. (2007): Erarbeitung von CAD-gestützten dreidimensionalen geologischen Lagerstättenmodellen: erweiterte Arbeitsmethoden in der 3D-Geologie. Unveröff. Zwischenbericht, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, 67 S.
 BFS (2002): Projekt Gorleben. Verzeichnis der Vorkommen salinärer Lösungen im Erkundungsbergwerk Gorleben sowie in einigen Bereichen des Salzstockes Gorleben (Lösungsverzeichnis Gorleben). Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter. S. 23–64.

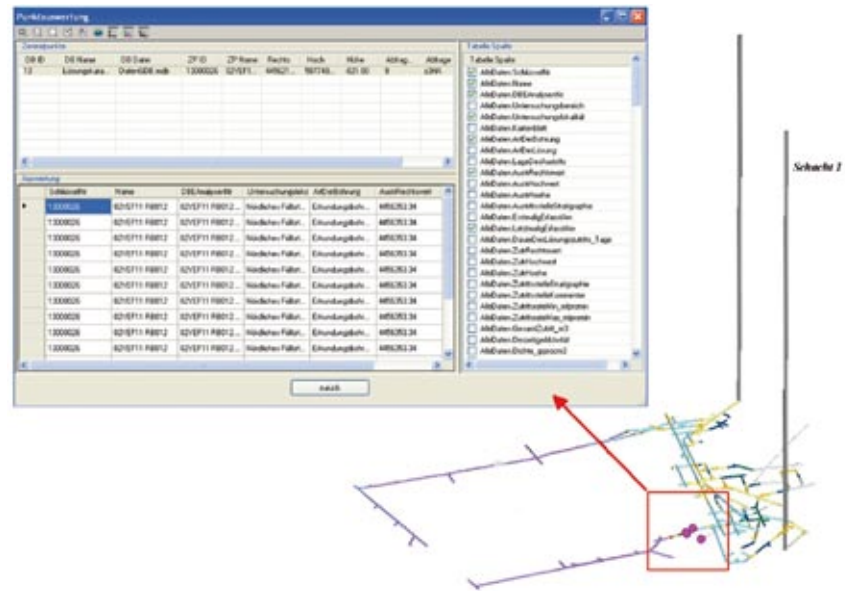


Abb. 8. Tabellarische Darstellung der Datenbankinhalte für sechs, mittels Punktauswertung im 3D-Raum markierte Lösungsvorkommen / *The tabular presentation of the database content for six tagged solution exit points in the 3D-area using point analysis*

Bornemann, O., Behlau, J., Fischbeck, R., Hammer, J., Jaritz, W., Keller, S., Mingerzahn, G. & Schramm, M. (2008): Standortbeschreibung Gorleben, Teil III: Ergebnisse der über- und untertägigen Erkundung des Salinars. Geol. Jahrbuch, Reihe C, 73, 211 S., 50 Abb., 7 Tab., 5 Anl., 255 Lit.-Zitate, ISBN: 978-3-510-95964-8.
 Chelminski, J., Tomaszczyk, M., Slodkowski, M., Czapowski, G. & Misiek, G. (2008): Infomatyczny system rejestracji zagrzewanych w Kłodawskim Wydziale Solnym (Centralna Polska). – Gospadarka surowcami mineralnymi 24 (Zeszyt 3/2). S.185–194.

Kringel, R., Bahr, A., Gebbert, S., Mautalen, C., Jabard, A., Vidal, A., Fischer, K. & Hoffmann, S. (2008): Bestimmung des gelösten Stoffinventars einer LHKW-Fahne im Grundwasser mit Open Source GIS. In: Grundwasserressourcen [Cha-

rakterisierung, Bewirtschaftung, Prognosen] – FH-DGG-Tagung der Fachsektion Hydrologie. Göttingen, S.154.

Schramm, M., Kühnlenz, T., Mingerzahn, G. & Hammer, J. (2009): Lösungen im Salzstock Gorleben: eine Dokumentation und genetische Interpretation. Abschlussbericht, BGR, Hannover, 145 S., 12 Abb., 19 Tab., 15 Anl.

Tomlinson, R.F. & Toomey, M. A. G. (1999): GIS and LIS in Canada. In: McGrath, G. & Seibert, L. (eds.): Mapping a northern land: the survey of Canada 1947–1994. McGill Queen's University Press.

Thomsen, A., Breunig, M., Bär, W., Cremers, A. B. & Siehl, A. (2008): Datenbankunterstützung für geologische Anwendungen. Osnabrück. http://www.geoservices.uni-osnabrueck.de/publications/BreunigEtAl_Datenbankunterstuetzung.pdf

Firstsicherheit und Ankertechnik im Kali- und Steinsalzbergbau



Matthias Nitschke,
K+S Aktiengesellschaft, Kassel

Für die Sicherheit der Belegschaft in den Gruben der K+S Gruppe ist die Sicherung der Firsten gegen Löserfall von herausragender Bedeutung. Die Sicherung erfolgt mit Beraube- und Ankertechnik. Die sichere Anwendung der Ankertechnik erfolgt gemäß der „Ankerrichtlinie“, in der die Grundsätze zur Beurteilung und Verwendung von Ankerbau zur systematischen Firstsicherung im Kali- und Steinsalzbergbau dargelegt sind. Eine Empfehlung über zu verwendende Ankerbauarten erfolgt durch den nunmehr über fünfzig Jahre bestehenden „Fachausschuss zur Beurteilung von Gebirgsankern des Verbandes der Kali- und Salzindustrie (VKS)“.

Zur Anpassung an die sich verändernden Lagerstättenverhältnisse wurde ein „Stoppmutteranker“ zur Verwendung in den niedrig bauenden Gewinnungsbereichen im Norden der Grube Hattorf/Wintershall des Werkes Werra entwickelt. Eine Überwachung der Ankerbeanspruchung kann mit Hilfe von neu entwickelten Laststufenindikatoren und Quetschkörpern erfolgen. Mit Hilfe komplexer numerischer Modelle können das Verhalten und die gegenseitige Beeinflussung der Gebirgsanker und des Gebirges auch unter Berücksichtigung dynamischer Beanspruchung abgebildet werden.

Einleitung

Bei der Gewinnung von Kali und Steinsalz in den Grubenbetrieben der K+S Gruppe kommt es durch die Auffahrung der Grubenbaue zu Spannungsumlagerungen und Beanspruchungen im Gebirge, welche die Stabilität der aufgefahrenen Grubenbaue beeinflussen. Dafür sind mehrere Einflussfaktoren verantwortlich: die geologischen Verhältnisse, die gebirgsmechanischen Einflüsse, die geometrischen Verhältnisse, die bergtechnischen Einflüsse und die Ankerung. Durch die Beanspruchung des Gebirges kann es zu Ablösungen von Salzpartien an den Firsten und Stößen der Grubenbaue kommen. Insbesondere die Löserbildung an der Firste stellt eine potentielle Gefährdung der Belegschaft dar.

Für die Sicherheit der Grubenbelegschaft ist die Herstellung der First- und Stoßsicherheit von höchster Bedeutung. In den Grubenbetrieben der K+S Gruppe wird dazu Beraube- und Ankertechnik eingesetzt. Mit Hilfe der Beraubetechnik werden Ablösungen, die sich bereits gebildet haben, entfernt, während das Setzen der Anker vorbeugend wirkt.

Bei der auf den Bergwerken der K+S Gruppe in Deutschland eingesetzten Ankertechnik werden zur Sicherung der Firsten ausschließlich Spreizhülsenanker verschiedener Bauarten als Gebirgsanker verwendet. Dabei werden die Spreizhülsenanker mit Hilfe von Firstankerbohrwagen gesetzt (siehe Abbildung 1). Die Ankertechnik wird im deutschen Kali- und Stein-



Abb. 1: Firstankerbohrwagen / Roof bolter and rockbolts

salzbergbau seit Ende der fünfziger Jahre des vorigen Jahrhunderts systematisch zur Firstsicherung eingesetzt. Zuvor bestand die Zielsetzung der Ankertechnik darin, die Verdünnung des Kalirohsalzes durch nachbrechende Steinsalzplatten zu vermeiden. Der Sicherheitsgedanke stand zum damaligen Zeitpunkt noch im Hintergrund.

Heute werden zur Firstsicherung in den Grubenbetrieben der K+S jährlich mehr als eine Million Gebirgsanker gesetzt. Dafür sind konzernweit mehr als 70 Firstankerbohrwagen im Einsatz.

Grundlagen

Die Anwendung der Ankertechnik erfolgt gemäß der 1999 vom damaligen Kaliverein, heute VKS,

herausgegebenen „Ankerrichtlinie“ [1]. Damit besteht für die Grubenbetriebe eine Handlungsanweisung zur Beurteilung und Verwendung der Gebirgsanker im Kali- und Steinsalzbergbau. Neben einem theoretischen Teil werden Beispiele zur Bemessung des Ankerausbaus hinsichtlich Ankersetzdichte, Mindestankerlänge und der Nachgiebigkeit der Anker gegeben.

Der Ankerausbau erfüllt folgende grundsätzliche Aufgaben: die Gesteinsschichten werden durch die Anker zu einem tragfähigen Paket verbunden und erhöhen somit das Widerstandsmoment der Gesteinsschichten gegen Durchbiegung.

Außerdem wird durch den Ankerausbau die Last der unteren Gesteinsschichten in höhere, noch

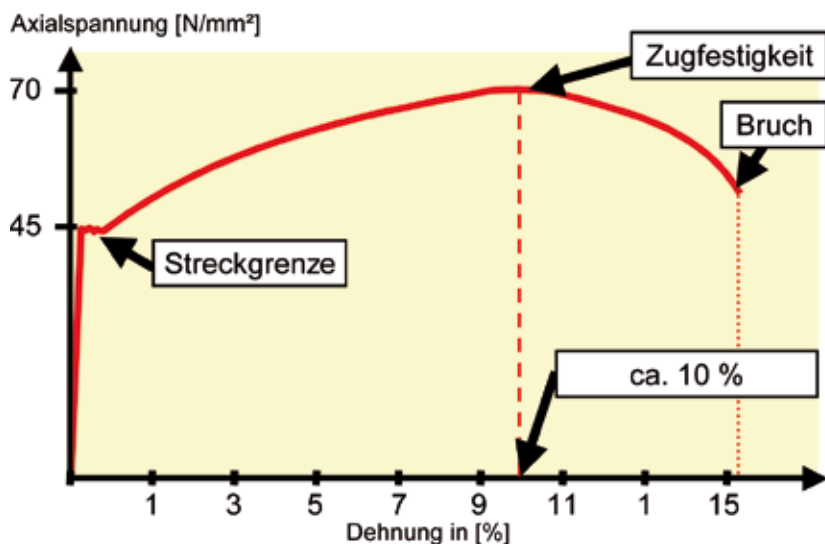


Abb. 2: Ankerkennlinie / Characteristic diagram of rockbolts

ungestörte Schichten der Firste eingeleitet.

Durch die vorgespannten Anker wird der natürliche Mineralzusammenhalt im Firstbereich vergrößert und damit der Trennung einzelner Gesteinsschichten entgegen gewirkt.

Zudem muss der Ankerausbau während und nach erfolgter Ablösung die statische Löserlast aufnehmen, um so das Ausbrechen von Hangendpartien zu verhindern.

Die in der K+S Gruppe als Gebirgsanker eingesetzten Spreizhülsenanker bestehen aus den folgenden Bauteilen: Spreizkopf, Ankerstange, Ankerplatte und Anker Mutter. Mit den Ankern können Zugkräfte von 115 kN bzw. 145 kN übertragen werden. Die Ankerlängen sind je nach Anforderung unterschiedlich. Häufig verwendete Längen sind 1.250 mm, 1.450 mm und 1.800 mm. Die Länge der Anker wird u. a. bestimmt durch die Lage der Löserfläche im Hangenden.

Über die aus Lamellen und Konus

zusammengesetzten Spreizköpfe erfolgt der Verbund des Ankers mit dem Gebirge. Durch das Einziehen des Konus in die Lamellen werden diese im Bohrloch verspreizt und sorgen für den Halt des Ankers im Bohrloch. Die Wirkungsweise des Spreizkopfes wird dadurch bestimmt, dass die Reibung zwischen Konus und Lamelle geringer ist als die zwischen Konus und Bohrlochwand.

Als Ankerstange findet eine Stahlsorte mit großer Nachgiebigkeit Verwendung. Für den 16-mm-Stab der bei K+S eingesetzten Anker wird ein Gewindestahl mit der Güte 450/700 verwendet. Dabei entsprechen 450 N/mm² der Streckgrenze und 700 N/mm² der Zugfestigkeit (siehe Abbildung 2). Die Kennlinie des verwendeten Materials zeigt, dass die Ankerstange eine ausgeprägte Streckgrenze sowie eine große Dehnung bis zum Erreichen der Zugfestigkeit (Bruchlast) aufweist. Das heißt, der Anker kann um ca. 10 % seiner Gesamtlänge

gedehnt werden, ohne zu versagen. Dieses duktile Verhalten soll die bei den zuvor eingesetzten Glattstahlankern häufig aufgetretenen Gewindebrüche im Bereich der Mutter bzw. des Spreizkopfes verhindern. Die Umstellung von den Glattstahlankern auf die jetzt gebräuchlichen Gewindestahlanker erfolgte sukzessive in den Jahren 1994 bis 1997.

Schließlich wird die Ankerkraft von der Ankerstange über die Anker Mutter auf die Ankerplatte und von dieser ins Gebirge übertragen. Die Bauart der Mutter ist maßgeblich dafür, ob mit dem Anker Kräfte von größer 145 kN oder größer 115 kN übertragen werden können.

„Ankerbeurteilungsausschuss“

Die Beurteilung eines Ankers hinsichtlich seiner prinzipiellen Eignung erfolgt durch den „Ausschuss zur Beurteilung von Gebirgsankern für die systematische Verwendung im Kali- und Steinsalzbergbau“, kurz „Ankerbeurteilungsausschuss“, des VKS. Im „Ankerbeurteilungsausschuss“, der seit mehr als 50 Jahren besteht, sind neben Vertretern der K+S auch die Bergbehörden der Bundesländer Sachsen-Anhalt, Hessen, Thüringen und Nordrhein-Westfalen vertreten. Durch die Beteiligung der Bergbehörden an der Arbeit des „Ankerbeurteilungsausschusses“ können frühzeitig genehmigungsrelevante Anregungen und Hinweise in den Zulassungsprozess neuer Ankertypen einbezogen und dieser dadurch zielführend gestaltet werden.

Der „Ankerbeurteilungsausschuss“ wurde 1959 auf Initiative der hessischen Bergbehörde ins

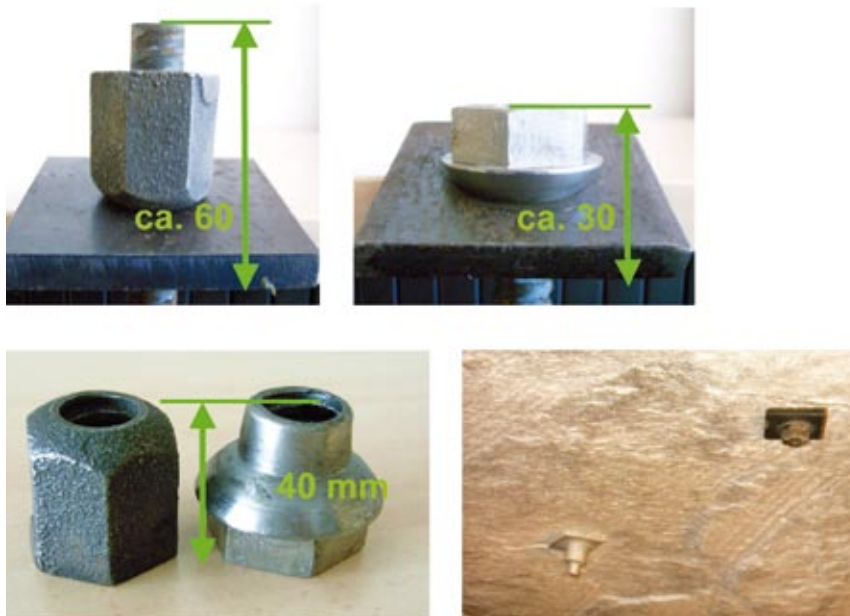


Abb. 3: Stoppmutteranker / Stop-nut-bolt

Leben gerufen. Das damalige hessische Oberbergamt in Wiesbaden, in dessen Wirkungsbereich die Kaliwerke des Werra-Fulda-Reviers liegen, hatte den Wunsch, die Verwendung der Gebirgsanker durch einen Kreis von Sachverständigen beurteilen zu lassen. Diese in der flachen Lagerung bauenden Kaliwerke setzten in großem Maße vielfältige Ankertypen zur Firstsicherung ein. Dem Ausschuss, der zunächst der Leitung des Kalivereins unterstand, wurden die Aufgaben der Zulassung von Anker für den systematischen Einsatz im Kalibergbau und die Erarbeitung von Richtlinien für das Setzen und in den Anfängen auch für das Rauben von Anker übertragen.

Voraussetzung für die Zulassung eines Gebirgsankers und damit eines Einsatzes in den Gruben der K+S Werke ist neben dem Vorliegen der entsprechenden Genehmigungsunterlagen, wie einer technischen

Beschreibung und Zeichnungen, die Durchführung umfangreicher Versuche mit dem Anker und eines Probeeinsatzes. Zudem erfordert die Verwendung der Gebirgsanker eine betriebsplanmäßige Zulassung durch die jeweilige Bergbehörde.

In der praktischen Anwendung wird die sicherheitliche Bedeutung der Anker durch diverse Maßnahmen zur Qualitätssicherung, die in Abstimmung mit den Herstellern eingeführt worden sind, ebenfalls erkennbar. Zum Beispiel wird bei der Wareneingangskontrolle auf den Werken der allgemeine visuelle Zustand der Gebirgsanker überprüft, die wichtigsten Abmessungen werden mit entsprechenden Lehren kontrolliert.

Entwicklung „Stoppmutteranker“

Wesentliche Entwicklungen der letzten Jahre auf dem Gebiet der Ankertechnik in der K+S Gruppe waren die Einführung eines „Stopp-

mutterankers“ im Grubenbetrieb Hattorf/Wintershall des Werkes Werra sowie die Entwicklung von Laststufenindikatoren.

Die Einführung des „Stoppmutterankers“ wurde mit dem Vorrücken des Bergbaus in geringmächtige Lagerstättenbereiche der Grube Hattorf/Wintershall erforderlich. Bei den bis zu diesem Zeitpunkt eingesetzten Anker bestand die Gefahr, dass durch die Schaufeln der Lader die Ankerköpfe, die aus der Firste herausragen, verbogen bzw. abgeschert werden. Daher stellte sich die Aufgabe, einen Anker mit einem Kopf zu entwickeln, der der Laderschaufel möglichst wenig Angriffsfläche bietet.

Zu Beginn des Jahres 2006 wurde ein neuentwickelter Anker mit Stoppmutter sowie mit geänderter Ankerplatte versuchsweise unter Tage eingesetzt. Mit der neuen Mutter konnte der Überstand des Ankers von 60 mm auf 30 mm reduziert werden (siehe Abbildung 3). Die wirksame Länge der Mutter durfte dabei nicht verändert werden, da eine Gewindeüberdeckung von 40 mm für die erforderliche Kraftübertragung von mindestens 145 kN unerlässlich ist. An der Ankerplatte wurde der Durchmesser der Bohrung vergrößert.

Durch die Stoppmutter wird die bis zu diesem Zeitpunkt übliche Funktionsweise beim Setzen des Ankers nicht unwesentlich verändert. Das Verspreizen der Lamellen im Bohrloch erfolgt beim Standardanker dadurch, dass durch das Verschrauben der Anker Mutter der Konus über den Stab in die Lamelle gezogen wird. Beim „Stoppmutteranker“ wird das Verspreizen der

Lamellen im Bohrloch dadurch erreicht, dass durch das Drehen des Ankerstabes der Konus über das Gewinde nach unten bewegt wird. Der „Stoppmutteranker“ gilt als korrekt gesetzt, wenn das geforderte Drehmoment von 300 Nm erreicht wurde. Dieses muss in der Praxis nach fünf Umdrehungen der Ankernuss erreicht sein.

Bei den im Frühjahr 2006 durchgeführten Versuchen kam es bei schräg gesetzten Ankern zum Abrutschen der Ankernuss des Ankerbohrwagens und zum teilweisen Versagen des Gewindestopps der

Ankermutter. Daraufhin wurde in die Ankernuss des Firstankerbohrwagens eine 45° Phase gedreht. Damit konnte das Abrutschen der Ankernuss bei unebener Firste oder schräg gesetzten Ankern vermieden werden. Die Ankernuss ist auch mit der herkömmlichen Mutter weiterhin einsetzbar. Das Problem des Versagens des Gewindestopps wurde durch eine Änderung der Gussqualität der Mutter behoben.

Im Probeinsatz traten weitere Probleme auf. So drehten sich die Muttern durch Erschütterungen des Ankerturms zurück. Dieses Pro-

blem wurde durch eine Fixierung der Mutter auf der Ankerstange mittels eines Klebers gelöst.

Nach erfolgreichem Abschluss des Probeinsatzes wurde im Sommer 2008 der „Stoppmutteranker“ auf Empfehlung des „Ankerbeurteilungsausschusses“ in den Hauptbetriebsplan der Grube Hattorf/Wintershall aufgenommen. Seit Einführung des „Stoppmutterankers“ sind dort bis zum Frühjahr 2010 fast eine Million „Stoppmutteranker“ erfolgreich gesetzt worden.

Laststufenindikatoren und Quetschkörper

Eine weitere Innovation im Bereich der Ankertechnik ist die Entwicklung von Laststufenindikatoren mit variablem Ansprechverhalten zur visuellen Überwachung der Ankerbeanspruchung [2]. Diese wurde bisher mittels Fühlhakenlöchern überprüft. Daneben sind auf einzelnen Werken auch ringförmige Quetschkörper als Indikatoren im Einsatz.

Eine Entwicklung von zwei-stufigen Laststufenindikatoren zur visuellen Überwachung der Ankerung war notwendig, um für schlecht einsehbare Firsten oder Strecken mit großer Höhe, bei denen eine Fühlhakenmessung sehr zeitaufwendig oder sogar unmöglich ist, ein entsprechendes Hilfsmittel zu besitzen. Die Dimensionierung der Laststufen erfolgt im elastischen Bereich der Ankerkennlinie. Der Laststufenindikator besteht aus einer Metallhülse mit zwei definiert geschwächten Stellen. Diese wird über den Ankerstab geschoben und zwischen Ankerplatte und Ankermutter eingebaut

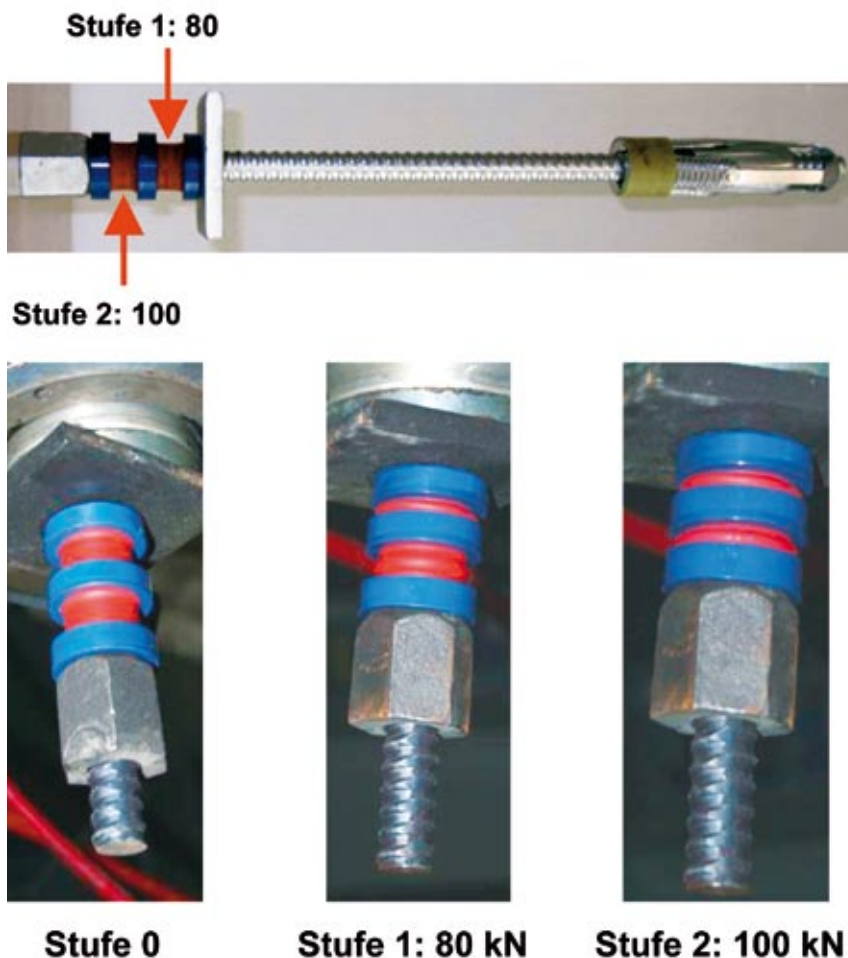
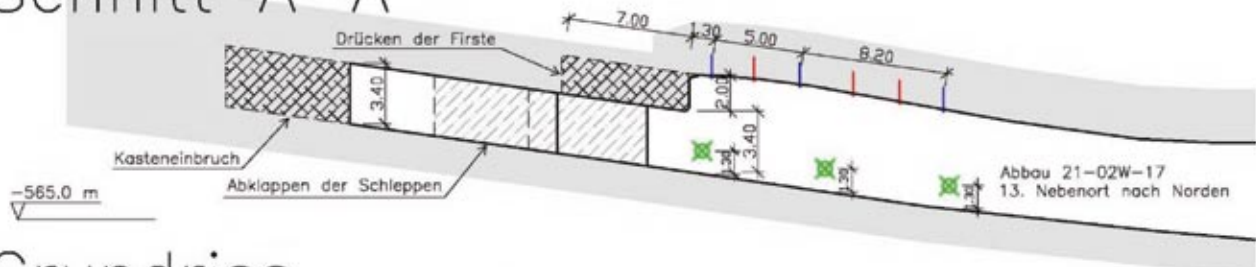


Abb. 4: Laststufenindikator / Load indicator

Schnitt A-A



Grundriss

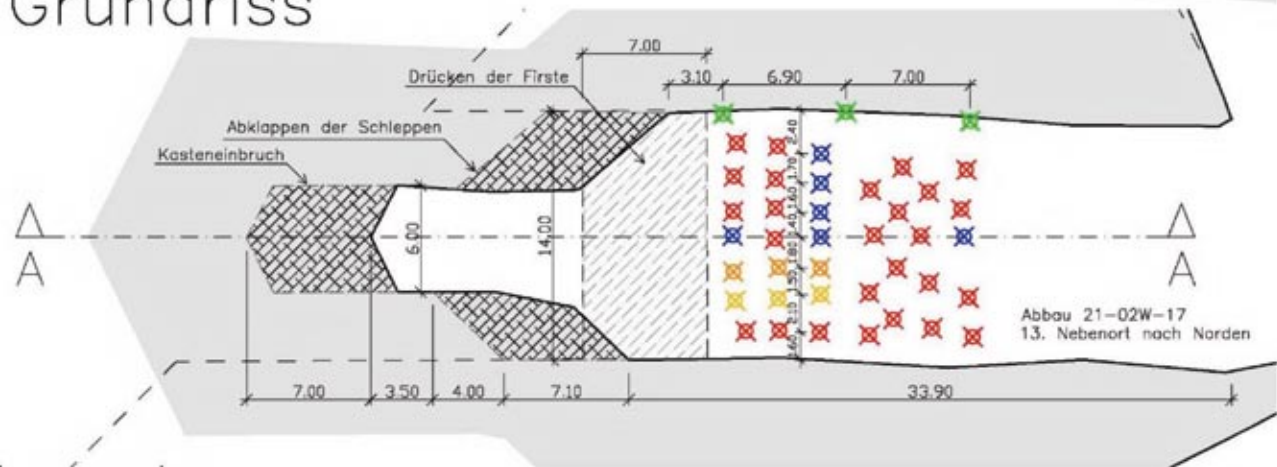


Abb. 5: Versuchsort Zielitz / Testarea Zielitz

(siehe Abbildung 4).

Bei Aufnahme einer entsprechend definierten Last von ca. 80 kN wird die Hülse an der ersten Stufe zusammengedrückt. Bei Überschreitung einer Last von ca. 100 kN spricht die 2. Stufe an.

In der Grube NeuhoF-Ellers wurden umfangreiche Versuche zur Erprobung der Laststufenindikatoren durchgeführt. Bei Setzversuchen mit dem Ankerbohrwagen knickten die Laststufenindikatoren trotz exakt eingestelltem Anzugsmoment teilweise bereits in der 1. Laststufe, also schon beim Setzen ein. Das Problem wurde durch Schaffung eines Neigungsausgleiches zwischen Ankerplatte und Laststufenindikator gelöst. Der Neigungsausgleich wird durch einen

konvexen bzw. einen konkaven Übergang erreicht.

Laststufenindikatoren bieten eine schnelle und unkomplizierte visuelle Überwachung, die qualitative Aussagen über die Beanspruchung des Ankers liefert. Zurzeit befinden sich in den Gruben NeuhoF-Ellers, Zielitz, Merkers und Hattorf/Wintershall Laststufenindikatoren im Probeinsatz.

Die Laststufenindikatoren sind in Bereichen mit hohen Firsten, wie sie insbesondere im Steinsalzbergbau üblich sind, nur schwer erkennbar. Daher wurden die ringförmigen Quetschkörper, die zum Beispiel in der Grube Zielitz zur Firstüberwachung verwendet werden, für den Einsatz auf dem Steinsalzbergwerk Borth modifiziert. Dazu wird in den

Quetschkörper eine Indikator Kappe eingebaut. Bei Beanspruchung von ca. 80 kN springt die Kappe aus dem Quetschkörper. Damit ist eine gute und einfache Erkennbarkeit auch bei hohen Firsten gewährleistet.

Die Laststufenindikatoren und Quetschkörper können in Verbindung mit Fühlhakenlöchern eingerichtet werden. Es ist beabsichtigt, erst nach Ansprechen der Laststufenindikatoren bzw. der Quetschkörper dann eine Überprüfung der Fühlhakenlöcher durchzuführen.

Wissenschaftliche Begleitung

Die Neuentwicklung von Ankerbauarten und Ankerzubehör sowie die Grundsätze zur Dimensionierung des Ankerbaus werden im Sinne der Grundlagenforschung

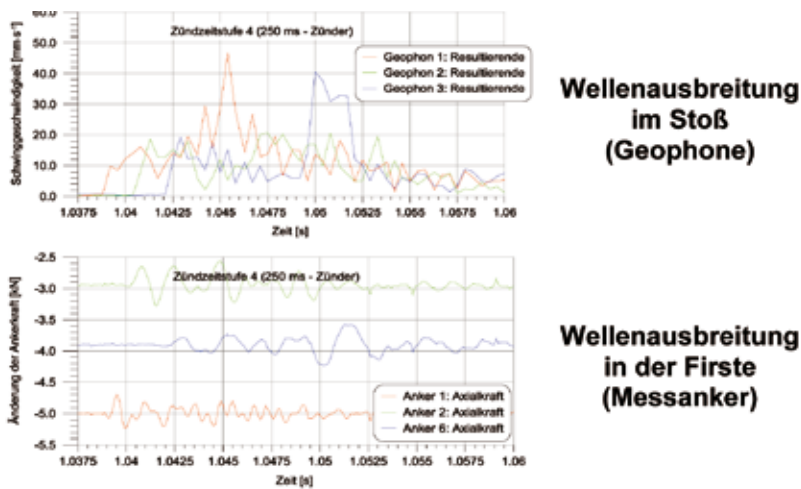


Abb. 6: Wellenausbreitung in Stoß und Firste / Wave propagation in walls and roof

seit den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts wissenschaftlich begleitet.

Während in den Anfängen des Ankerbaus die Dimensionierung aufgrund fehlender mathematischer Modelle noch empirisch erfolgte, wurde in den fünfziger Jahren des letzten Jahrhunderts mit der analytisch begründeten Ankerdimensionierung begonnen. Zu Beginn der siebziger Jahre wurden die Grundlagen über die Beherrschung des Hangenden durch systematische Firstankerung untersucht. Die daraus entwickelten Erkenntnisse und Erfahrungen flossen in die „Ankerrichtlinie“ ein. Seit ca. 10 Jahren werden intensive Untersuchungen zur numerischen Modellierung des Ankerbaus im Rahmen von Promotionsarbeiten am Institut für Geotechnik der TU Bergakademie Freiberg durchgeführt.

Für die Untersuchung des Verhaltens von Gebirge und Anker wurden komplexe, dreidimensionale Modelle entwickelt [2]. Die

Modelle bilden das elasto-viskoplastische Gebirgsverhalten sowie das elasto-plastisch-verfestigende Verhalten der Ankerstähle ab. Mit diesen komplexen Modellen wurden numerische Untersuchungen zum prinzipiellen Firstverhalten unter Variierung geometrischer und materialspezifischer Eigenschaften von Trennflächen und zur prinzipiellen Ankerwirkung an einer typischen Abbausituation durchgeführt.

Zur Verbesserung der Anker- und Gebirgsmodellierung werden auch Berechnungen hinsichtlich der dynamischen Beeinflussung unter besonderer Berücksichtigung des Sprenginflusses auf Gebirge und Anker durchgeführt.

Da für solche Untersuchungen, insbesondere zur Erfassung des Sprenginflusses, bisher keine Daten vorlagen, wurde ein in-situ Sprengversuch im Lehrrevier des Werkes Zielitz durchgeführt. Dabei wird ein typischer Streckenvortrieb bestehend aus Vortrieb, Abklappen und Heruntersprengen (Drücken)

der Firste mit einer Abschlaglänge von 7 m modelliert (siehe Abbildung 5). Die Auffahrung der Messstrecke erfolgte im Sylvinit des Kaliflözes Ronnenberg mit einer Breite von ca. 14 m und einer Höhe von ca. 5,4 m. Im Bereich des Vortriebes beträgt die Streckenhöhe ca. 3,4 m. Die Ankerung der Strecke erfolgte mit Spreizhülsenankern im üblichen Ankerraster.

In der Firste wurden sechs Messanker eingebaut, die zur Kraftmessung mit Dehnungsmessstreifen versehen wurden. Drei Anker wurden in der Streckenachse angeordnet, wobei die Entfernung des nächstgelegenen Ankers ca. 1,3 m zur Firstkante betrug. Der zweite Anker hatte eine Entfernung von ca. 6,3 m (entsprechend einer Abschlaglänge) und der dritte Anker wurde in einer Entfernung von ca. 14,5 m (entsprechend zwei Abschlaglängen) gesetzt. In der Reihe des zweiten Ankers wurden drei weitere Anker rechtwinklig zur Streckenachse gesetzt.

Außerdem wurden im Stoß für Schwingungsmessungen drei Geophone in Horizontalbohrlöchern angeordnet. Die Entfernungen der Geophone von der Ortsbrust betragen ca. 3 m, ca. 10 m und ca. 17 m.

Die Abbildung 6 zeigt im Ergebnis dieser Messungen die Ausbreitung der Wellen im Stoß und in der Firste. Die Einsätze der Wellen sind deutlich trennbar und ermöglichen eine eindeutige Bestimmbarkeit der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen im Gebirge.

Als weiteres Ergebnis werden im Diagramm der Abbildung 7 die Schwingungsgeschwindigkeiten in Abhängigkeit vom Abstand der

Sprengung und der Sprengmenge exemplarisch für eine Zündzeitstufe dargestellt. Mit den Messwerten des Versuches ist es erstmals möglich gewesen, die in der Literatur beschriebenen Extrapolationen zu bestätigen und genauere Aussagen zum Verlauf der Schwingungsgeschwindigkeiten im unmittelbaren Nahbereich der Sprengung zu treffen.

Aus dem Versuch konnten auch Aussagen hinsichtlich der Auswirkungen der Sprengerschütterungen auf den Festsitz der Anker getroffen werden. Die Ankervorspannung kann um ca. 1 bis 5 kN abnehmen, welches einer elastischen Längenänderung der Ankerstange von ca. 0,1 mm entspricht. Der maximale Kraftabfall wurde für den Gebirgsanker mit geringstem Abstand zur Firstkante gemessen.

Die sprenginduzierte Schwingungsausbreitung im Gebirge wurde erfolgreich in das 3D-Modell implementiert. Zur Modellierung des dynamischen Ankerhaltens werden in der Bearbeitung derzeit die Zündzeitpunkte bei der Sprengung angepasst.

Das statische Verhalten der Anker sowie das statische und dynamische Verhalten des Gebirges werden durch die entwickelte Modellierungstechnik realitätsnah wiedergegeben. Die Interpretation des dynamischen Verhaltens der Anker ist zurzeit noch in Bearbeitung.

Ein weiterer Schritt könnten Untersuchungen zur Ermittlung des optimalen Ankerzeitpunktes unter Berücksichtigung gebirgsmechanischer und technischer Gesichtspunkte sein.

Ausblick

Die vorgestellten Entwicklungen von Stoppmuttern für den Abbau in geringmächtigen Lagerstättenbereichen sowie der Laststufenindikatoren helfen die Firstsicherheit in der praktischen Anwendung zu erhöhen.

Die Anker- und Gebirgsmodellierung bietet ein Werkzeug mit modernster Technik, mit dem spezielle Situationen im Vorfeld schwieriger Auffahrungsverhältnisse bewertet oder ggf. bei besonderen Ereignissen besser untersucht werden können. Sämtliche Arbeiten und Entwicklungen in der Anker-technik – sowohl in praktischer als auch in theoretischer Hinsicht – haben das Ziel, die Sicherheit in den Grubenbetrieben der K+S Gruppe zu erhöhen. Eine Überprüfung der „Ankerrichtlinie“ hinsichtlich

der Ergebnisse der jüngsten Forschungsergebnisse, die gemeinsam mit dem Institut für Gebirgsmechanik der TU Bergakademie Freiberg erarbeitet wurden, ist erforderlich. Falls sich daraus ein Bedarf zur Überarbeitung der „Ankerrichtlinie“ ableitet, wird diese unter Führung des „Ankerbeurteilungsausschusses“ erfolgen.

Quellen:

[1] Grundsätze zur Beurteilung und Verwendung von Ankerbau zur systematischen Firstsicherung im Kali- und Steinsalzbergbau (Ankerrichtlinie), unveröffentlicht

[2] Frühwirt, Dr. Schleinig, Jahnke: Stand und Entwicklung der Firstankermodellierung und Firstüberwachung im Salzbergbau der K+S Gruppe, 37. Geomechanik Kolloquium Freiberg, 2008

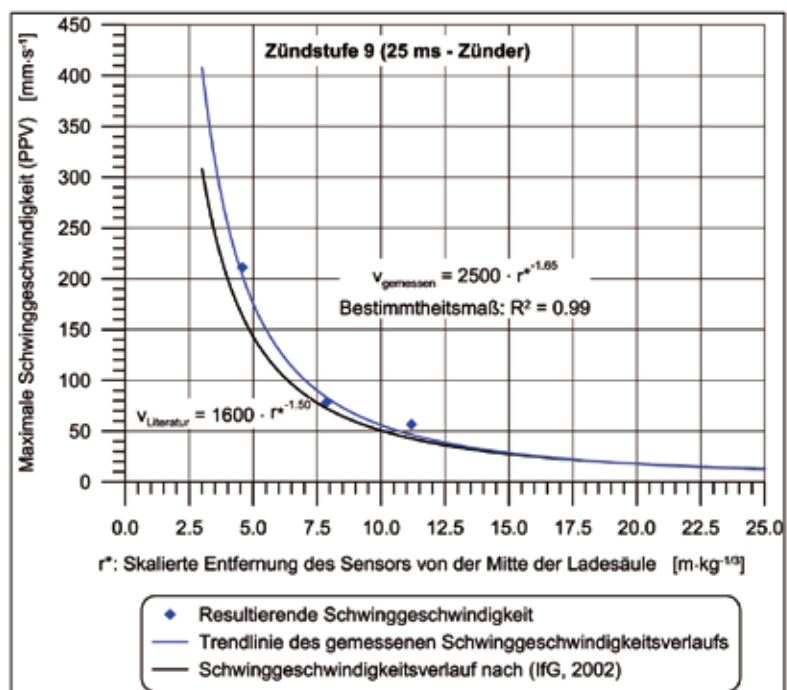


Abb. 7: Maximale Schwinggeschwindigkeit in Abhängigkeit von Ladungsmenge und Distanz | Graph of maximum vibration velocity versus explosive charge and distance

K+S Gruppe

Firmennachrichten

Die K+S Gruppe hat Umsatz und Ergebnis im dritten Quartal deutlich gesteigert. Die Düngemittel- und Salzmärkte zeigten sich im dritten Quartal in guter Verfassung, so dass die K+S Gruppe deutliche Zuwächse bei Umsatz und Gewinn erzielte. Der Umsatz stieg im dritten Quartal um 52 Prozent auf knapp 1,1 Mrd. Euro und das bereinigte Konzernergebnis nach Steuern lag mit 40,4 Mio. Euro deutlich über dem Wert des Vorjahreszeitraums (-2,1 Mio. Euro). In den ersten neun Monaten wurde beim bereinigten Konzernergebnis nach Steuern ein Wert von 313,7 Mio. Euro (01-09/2009: 76,1 Mio. Euro) erreicht. Morton Salt steuerte hierzu 18,5 Mio. Euro bei.

Der Geschäftsbereich Salz hat den Umsatz und das Ergebnis insbesondere durch die Konsolidierung von Morton Salt und ein gutes Früheinlagerungsgeschäft in Europa deutlich gesteigert. Auch die Geschäftsbereiche Stickstoffdüngemittel sowie Kali- und Magnesiumprodukte erzielten kräftige Umsatz- und Ergebniszuwächse, nachdem sich die Düngemittelnachfrage wieder deutlich erhöht hat.

Für 2010 erwartet die K+S Gruppe nunmehr einen Umsatz zwischen 4,8 und 5,0 Mrd. Euro und ein bereinigtes Konzernergebnis nach Steuern zwischen 375 und 405 Mio. Euro.

K+S hat den besten Geschäftsbericht 2009 der 160 größten börsennotierten Unternehmen in Deutschland. Das ist das Ergebnis eines jährlichen Wettbewerbs des manager magazins. K+S wurde vor

allem für die „herausragende Darstellung des Geschäftsverlaufs und die exzellente Aufbereitung der Ertrags- und Vermögenslage“ ausgezeichnet. Zu diesem Urteil kamen das 55-köpfige Expertenteam und eine Jury nach akribischer Untersuchung und unter Anwendung strengster Prüfkriterien. „Nur wenige Unternehmen haben auf ähnlich hohem Niveau informiert“, lobte Professor Jörg Baetge von der Universität Münster.

K+S-Vorstandsmitglied Dr. Thomas Nöcker wurde zum 30. Juni 2010 vom Bundespräsidenten auf Vorschlag der Bundesregierung als Mitglied in die Monopolkommission berufen. Die Monopolkommission ist ein ständiges, unabhängiges Beratungsgremium, das die Bundesregierung auf den Gebieten der Wettbewerbspolitik und Regulierung berät. Sie erstellt alle zwei Jahre ein Hauptgutachten, in dem sie den Stand und die absehbare Entwicklung der Unternehmenskonzentration in Deutschland beurteilt, die Anwendung der Vorschriften über die Zusammenschlusskontrolle würdigt sowie zu sonstigen aktuellen wettbewerbspolitischen Fragen Stellung nimmt. Das Gremium besteht aus fünf Mitgliedern, die über besondere volkswirtschaftliche, betriebswirtschaftliche, sozialpolitische, technologische oder wirtschaftsrechtliche Kenntnisse und Erfahrungen verfügen müssen.

esco – european salt company GmbH & Co. KG

Firmennachrichten

Das Salzwerk Borth hat im Jahr

2009 damit begonnen, die Jahreskapazität der Saline um 25.000 Tonnen auf rund 260.000 Tonnen zu steigern. Anlass hierfür ist in erster Linie die weiter steigende Nachfrage nach Wasserenthärtungstabletten und Pharmasalz. Um diese auch zukünftig bedienen zu können, waren nach Angaben von Dirk Heinrich, Leiter Produktion und Technik über Tage, Umbauten der Produktionsanlagen notwendig. Das Ziel: die Steigerung der Siedesalzproduktion um rund zehn Prozent. Neben der Installierung von zwei neuen Zentrifugen und Umbauten an den Heizanlagen wurden auch eine neue Absackstation und ein neuer Palettierer installiert. Ein weiterer Schwerpunkt war die Sanierung des Salinengebäudes. So musste die 50 Jahre alte Stahlbetonkonstruktion des Gebäudes durch eine moderne, korrosionsbeständige Stahlkonstruktion ersetzt werden.

Personalien

Thomas Wolperding, Leiter Produktion und Technik unter Tage und stellvertretender Werksleiter des Salzwerkes Bernburg (Sachsen-Anhalt), feierte am 1. Dezember 2010 sein 25-jähriges Dienstjubiläum.

K+S KALI GmbH

Firmennachrichten

Die Universität Göttingen und die K+S KALI GmbH haben Anfang November 2010 ein gemeinsames Forschungsinstitut für angewandte Pflanzenernährung gegründet. Es soll als Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft aktuelle Fragen aus der Praxis aufgreifen,

vorhandenes Wissen bündeln und neue Erkenntnisse an die landwirtschaftliche Praxis weitergeben. Das nun gegründete Institute of Applied Plant Nutrition (IAPN) will praxisorientierte Forschungsansätze in der Pflanzenernährung stärker in den Fokus rücken. Die Wissenschaftler am Institut wollen z.B. erforschen, welchen Beitrag ein intelligentes Düngemanagement zur Bewältigung der globalen Herausforderungen leisten kann, und hierfür Lösungsansätze und Methoden entwickeln. Gleichzeitig wollen sie Lösungen für einen wirkungsvollen Wissenstransfer von der Forschung bis zum Landwirt finden, insbesondere für die Länder der so genannten Dritten Welt.

Zum 1. November hat das Werk Werra ein Nachbarschaftstelefon eingerichtet. Unter der kostenlosen Telefonnummer 0800-9377210 erreichen Anrufer fortan von Montag bis Freitag in der Zeit zwischen 8 und 17 Uhr ein kompetentes Team, um Fragen zum Standort oder konkrete Anliegen vorzutragen. Auf der Website www.nachbarschaftstelefon.de gibt es darüber hinaus die Möglichkeit, per Kontaktformular eine Nachricht zu senden und um Rückruf zu bitten. „Das Nachbarschaftstelefon ist für die Bevölkerung der direkte Draht in unser Werk“, erklärt Werksleiter Peter Euler. „Es ist ein gutes Kommunikationsinstrument, um den Dialog zwischen der Bevölkerung des Werratal und dem Werk weiter zu vertiefen“, so Werksleiterkollege Dr. Rainer Gerling.

Ende September wurde im Hafen des Werksteils Friedrichshall des Werkes Bergmannsseggen-Hugo ein neuer Schiffsbelader (Beladekran)

in Betrieb genommen. Dieser kann 160 Tonnen Ware pro Stunde in Binnenschiffe verladen. Die Binnenschiffe selbst fassen zwischen 800 und 1.000 Tonnen. Im direkt am Mittellandkanal gelegenen Hafen werden pro Jahr etwa 130.000 Tonnen an Fertigprodukten verladen und rund 50.000 Tonnen zugelieferter Rohstoffe umgeschlagen. Damit rangiert der Verkehrsträger Binnenschiff nach Lkw und Bahn an dritter Stelle. Der neue Schiffsbelader verfügt über eine höhere Verladeleistung als sein Vorgänger aus dem Jahr 1974 und minimiert durch standardisierte Antriebe und eine bessere Versorgung mit Ersatzteilen den Instandhaltungsaufwand.

Das Werk Zielitz benötigt für die Versorgung seiner Produktionsbetriebe unter und über Tage große Mengen an elektrischer Energie und Dampf. Um den Eigenstromanteil weiter – auf etwa 95 Prozent – zu erhöhen und sich damit von externer Energieversorgung abzukoppeln, hat die K+S KALI GmbH rund 15 Millionen Euro in eine neue Dampfturbine investiert. „Mit dem neuen Aggregat können wir unserer Strombedarf fast vollständig selbst decken“, freut sich Werksleiter Hans-Joachim Kind. Die neue 30-Megawatt-Turbine wurde im Beisein von Sachsen-Anhalts Wirtschaftsminister Dr. Reiner Haseloff und Landrat Thomas Webel (Bördekreis) Anfang September in Betrieb genommen. Der Landespolitiker sagte: „Das Werk ist beispielgebend beim Thema Energieeffizienz, die es durch den konsequenten Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung erreicht.“ Werksleiter Kind ergänzte: „Effiziente Energienutzung bedeutet nicht nur den sorgsam Umgang

mit wertvollen Ressourcen, sondern auch einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz.“

Das Werk Bergmannsseggen-Hugo war im Herbst 2010 Gastgeber der 18. Gemeinsamen Feuerwehrrübung der K+S Gruppe. Mehr als 100 eigene Feuerwehrleute von Werk- und Betriebsfeuerwehren der K+S-Standorte in Niedersachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen und Hessen haben dabei das Zusammenspiel mit den Freiwilligen Feuerwehren aus dem Standortumfeld geübt. Alle drei Jahre findet diese Leistungsschau statt, bei der die K+S-Feuerwehren ihre Einsatzbereitschaft im Rahmen einer gemeinsamen Großübung unter Beweis stellen.

Die K+S KALI GmbH wird die Energieversorgung des Standortes Hattorf den steigenden Anforderungen einer umweltorientierten Kaliproduktion anpassen. Dazu wird in Zusammenarbeit mit E.ON die werkseigene Energieversorgung modernisiert. K+S leistet durch den Einsatz moderner Kraft-Wärme-Kopplung – zusätzlich zu den in Bearbeitung befindlichen Maßnahmen zum Gewässerschutz – einen aktiven Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz. E.ON investiert in das Gesamtprojekt rund 50 Millionen Euro. Der Standort Hattorf benötigt für die Versorgung aller Produktionsbereiche unter und über Tage große Mengen an elektrischer Energie und Dampf, die in einem eigenen Kraftwerk erzeugt werden. Die derzeit vorhandene Anlage arbeitet zwar schon jetzt mit hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplung, soll jedoch grundlegend modernisiert werden. Das Ziel: eine dem neuesten Stand der Technik entsprechende Gesamtanlage mit optimiertem

Wirkungsgrad und somit noch wirtschaftlicherem Einsatz von Erdgas als Primärenergie. Die neue Gasturbine verfügt über eine Leistung von 30 Megawatt. Damit könnten pro Jahr rund 70.000 Haushalte mit Strom versorgt werden – dies entspricht der Größe der Stadt Kassel. Die nach modernsten Standards der Energieeffizienz geplante Anlage im Energieverbund des Werkes Werra gewährleistet eine Stromerzeugung mit erheblich geringerem spezifischem Kohlendioxid-(CO₂)-Ausstoß. Mit der neuen Gasturbine werden jährlich 95.000 Tonnen CO₂ eingespart – dies entspricht einem Jahresausstoß von etwa 100.000 Mittelklasse-Pkw. Die höhere elektrische Leistung der neuen Gasturbine ermöglicht zudem eine

Einspeisung ins öffentliche Netz.

Produktionseinstellung von Thomaskali® und patent-PK®

Die K+S KALI GmbH stellt die Produktion ihrer Thomaskali®-Sorten sowie von patent-PK® ein und nimmt diese Produkte aus ihrem Produktportfolio. Die K+S KALI GmbH hat sich zu diesem Schritt entschlossen, weil sie im Segment der Phosphor-Kalium-(PK-) Düngemittel aufgrund nicht gegebener eigener Phosphat-Ressourcen für das Unternehmen keine ausbaufähigen Zukunftsmärkte sieht. Die K+S KALI GmbH wird sich verstärkt auf die Versorgung der nationalen und internationalen Märkte mit hochwertigen Kalium- und Magnesiumprodukten konzentrieren.

Neben dem bekannten Einsatz zur Pflanzenernährung kommen diese Produkte zunehmend in hochveredelter Form in den Bereichen Industrie, Futtermittel, Food und Health Care zur Anwendung.

Personalien

Peter Euler, Werksleiter des Werkes Werra (Philippsthal), wurde im Sommer 2010 in Nachfolge des in Ruhestand gegangenen Produktionsleiters über Tage, Oskar Pfoh, in den Aufsichtsrat der K+S KALI GmbH berufen.

Ingo Romoth, Leiter kaufmännische Funktionen des Werkes Werra (Philippsthal), feierte am 1. November 2010 sein 25-jähriges Dienstjubiläum.

Vereinigung Rohstoffe und Bergbau (VRB): Helmuth-Burckhardt-Preis 2010

Der Helmuth-Burckhardt-Preis 2010 der Vereinigung Rohstoffe und Bergbau (VRB) geht an den jungen Diplom-Ingenieur **Sascha Noll** aus Hannover. Der Fachspitzenverband des deutschen Bergbaus sprach dem Jungakademiker anlässlich der Mitgliederversammlung am 29. September 2010 in Berlin den Preis zu.

Der Burckhardt-Preis wird seit 1971 jährlich für hervorragende Examenleistungen im Rahmen der Diplom-Hauptprüfung in der Studienrichtung Bergbau oder der Großen Staatsprüfung verliehen. Die Auszeichnung soll es dem Preisträger ermöglichen, im Rahmen einer Studienreise weitere Einblicke in den Auslandsbergbau zu gewinnen. Sascha Noll hat sein Studium

an der TU Bergakademie Freiberg in der Studienrichtung Bergbau in nur zehn Semestern mit sehr gut abgeschlossen.

Das Thema seiner Diplomarbeit lautet „Wettertechnische Optimierungsansätze zur Reduzierung von Schadstoffemissionen in den Grubenbetrieben der K+S-Gruppe“. Die Arbeit wurde ebenfalls mit sehr gut benotet. Als Bergbaubeflissener hat Herr Noll in Deutschland fachliche Erfahrungen gesammelt, im Stein- und Braunkohlenbergbau ebenso wie im Kali- und Steinsalzbergbau. Das Studium führte ihn 2007 an die Colorado School of Mines.

Während des Studiums war er Mitglied der Studienkommission „Geotechnik und Bergbau“ und

des Studentenrats. Darüber hinaus betreute er ausländische Studenten im Rahmen der „International Summerschool – On the Cutting Edge of Sustainable Energy Supply“.

Fachlich hat er sich zusätzlich weitergebildet und erfolgreich am Seminar „Führungspraxis Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz“, am Grubenwehrlehrgang, am Seminar „Erfolgreiche Verhandlungsführung“ und am Workshop „Intercultural Training“ teilgenommen.

Herr Noll zählt zu den Mitgliedern sowohl des Rings Deutscher Bergingenieure (RDB) als auch des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI). Jetzt ist Herr Noll als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Bergbau und Bergbautiefbau der TU Bergakademie Freiberg tätig.

