

# Kali und Steinsalz



## Fischer

Datenbankanwendung zur Konvergenzüberwachung  
Werk Werra

## Gerhardt, Krebs, Triebel

Anforderungen an die Genauigkeit der Zündzeiten  
elektrischer Sprengzünder und Versuche zur Ermittlung  
des Einflusses des Verzögerungsintervalls auf das  
Sprengergebnis

## Schmidt, Mänz

GTS Grube Teutschenthal Sicherungs GmbH & Co. KG

## Triebel

Optimierung der Bohr- und Sprengtechnik in  
den Tagebauen der SPL /Chile

29. Bergtechnische Tagung  
Congress Centrum Hannover  
7. Juni 2013, 9.30 Uhr

### **Steinhage: Living well, within the limits of our planet**

The European Commission has proposed a new Environment Action Programme (EAP) for the EU entitled "Living well, within the limits of our planet" in November 2012. It will guide environment policy up to 2020. The proposal aims to enhance Europe's ecological resilience and transform the EU into an inclusive and sustainable green economy.

Despite progress in some areas, Europe continues to face significant environmental challenges. Nine priority aims should help stimulate sustainable growth and create new jobs to set the Union on a path to becoming a better and healthier place to live within the limits of our planet. Protecting natural capital, encouraging more resource efficiency and accelerating the transition to the low-carbon economy are key features of the programme.

The European Commission is thinking about new regulation to internalize the external cost and to transform our economy into a green economy before the existing environmental legislation is fully implemented in the EU-member states. The impacts on the competitiveness of our industry should therefore be recognized.

### **Fischer: Database application for monitoring convergence at the Werra mine**

To comply with the mining rules for the Hessian potash mines, a wide area network of convergence measurement points must be checked at fixed intervals. The organization of timely measurements, analysis and graphical presentation of these data presents a special challenge.

As part of a bachelor thesis in the field of geoinformatics, software was developed for the management and analysis of convergence measurements in the Werra mine of the K+S KALI GmbH.

A JAVA-based program was created that combines many sub-tasks into one including using additional libraries. The tasks range from entry of new data points and their measured values through to point reports with PDF export, evaluation for annual reports with a DXF export in a CAD system, and a scheduling overview of upcoming and overdue measurements.

### **Gerhardt, Krebs, Triebel: Electric detonators must comply with the European Standard DIN EN 13763-1**

This article describes the standards regarding delay accuracy and procedures for testing and evaluation of the test results. During the last two years K+S has contracted the German Notified Body for explosives Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) in Berlin for testing delays of electric detonators from all K+S suppliers of German mines. Some delays of the 250 ms series showed deviations from the nominal values that resulted in effective intervals similar to those of the 25 ms series – even though the c-value of 2.12 was maintained. This is not acceptable because it is well known that 25 ms intervals lead to insufficient blasting results in potash and rock salt blasting in German underground mines. A special test program using electronic detonators proved that the minimum required interval amounts to 75 ms. By using appropriate diagrams for the test results of adjacent delay steps it was clarified

that 75 ms as a minimum interval is not fully guaranteed for the 250 ms series even if the c-value of the standard DIN EN 13763-1 is maintained. This gives an explanation for the phenomena observed from time to time in the mines that some burden were not relieved even though the given geometrical parameters of the blast design were met and the ANFO column was initiated and blasted correctly. This leads to negative efficiency in blasting works. In this view it must be analyzed if the technical requirements regarding delay accuracy of electric detonators – resp. detonators with pyrotechnic delay – can be tightened beyond the standard DIN EN 13763. The test with electronic detonators in Zielitz mine stated that a general use of this detonator type is not reasonable for German K+S potash and rock salt mines due to the price and particularly due to the high efforts in handling.

### **Schmidt, Mänz: GTS**

After 75 years of potash mining, "Grube Teutschenthal" nearby Halle a.d. Saale in Saxony-Anhalt, has developed – since the mid-nineties – into one of Europe's most modern backfilling mines. Using three backfilling technologies independent from each other the GTS performs the task to protect the surface by backfilling the cavities generated by potash mining. At the same time, GTS is competent partner for the management of mineral waste resulting mostly from thermal industrial processes.

**Triebel: Optimization of drilling and blasting engineering in the open pit mines of SPL / Chile**

With the continuous growth during the last years the K+S Group has acquired several salt production facilities outside Germany and Europe. This includes the company Sociedad Punta de Lobos (SPL) based in Chile contributing 7 Mio t of salt capacity. The two open pit mines Loberas and Kainita are located in the Salar Grande de Tarapaca in the Atacama Desert in Northern Chile south of Iquique, in one of the driest regions on Earth.

Following the integration into the K+S Group and the steady increase of production capacity, potentials for optimization were identified, investigated and realized in according projects. One of these projects is the optimization of the drilling and blasting process.

Main goals were the reduction of fines, reduction of the powder factor as well as the general reduction of costs in the whole mining cycle with drill and blast. In an extensive test program the drilling control was enhanced, the blast and initiation sequences were optimized, the parameters of subdrilling and stemming were adapted.

In average for both open pits the tonnage per meter drilled was increased by 18 %, the powder factor was reduced by 10 %.

In total it was possible to reduce direct costs considerably. This is accompanied by additional positive effects resulting from increased knowledge and control of the drilling and blasting processes. The excellence and effectiveness of cooperation between all partners (SPL, K+S, Orica Chile) has contributed substantially to the success of this optimization program.

Titelbild: Versatz von Big Bags, Foto: GTS

<b>Abstracts</b>	Seite 2
<b>Editorial</b>	Seite 5
<b>Steinhage</b> EU-Umweltpolitik für die nächsten acht Jahre	Seite 6
<b>Fischer</b> Datenbankanwendung zur Konvergenzüberwachung Werk Werra	Seite 10
<b>Gerhardt, Krebs, Triebel</b> Anforderungen an die Genauigkeit der Zündzeiten elektrischer Sprengzünder und Versuche zur Ermittlung des Einflusses des Verzögerungsintervalls auf das Sprengergebnis	Seite 20
<b>Schmidt, Mänz</b> GTS Grube Teutschenthal Sicherungs GmbH & Co. KG	Seite 30
<b>Triebel</b> Optimierung der Bohr- und Sprengtechnik in den Tagebauen der SPL / Chile	Seite 38
<b>Nachrichten aus den Unternehmen</b>	Seite 44
<b>Impressum</b>	Seite 9



## Liebe Leserinnen und Leser,

alle reden vom Wetter – warum auch nicht? Der Winter war länger als gewohnt, Anfang April lagen weite Teile des Nordostens Deutschlands sowie von Nord- und Osteuropa unter einer rekordverdächtigen Schneedecke und der Frühling will sich noch nicht richtig einstellen.

Der Deutsche Wetterdienst redet von Wetterkapriolen, einer Laune der Natur. Die Mehrheit der Klimaforscher warnt bekanntermaßen vor der Klimaerwärmung. Jedoch sagen neuerdings verschiedene russische Wissenschaftler, wie zum Beispiel der Bio-Geo-Chemiker Wladimir Baschkin, voraus, dass 2014 eine kleine Eiszeit beginnen werde. Dass uns nicht eine globale Erwärmung, sondern eine globale Abkühlung erwarte. Er stellt fest, dass klimatische Veränderungen einen zyklischen Charakter aufzuweisen hätten und bringt den neuen Zyklus einer Abkühlung, wie auch andere russische und amerikanische Wissenschaftler, in erster Linie mit einer Veränderung der Sonnenaktivität in Zusammenhang. Der Treibhauseffekt, der mit dem anthropogenen Faktor verbunden ist, sei mit vier bis fünf Prozent der natürlichen Emission kein ausschlaggebender Faktor, der das Weltklima bestimme. Bereits ein großer Vulkanausbruch könne mehr Emissionen freisetzen.

Wir werden erst in den nächsten Jahren oder Jahrzehnten sehen, welche Fraktion der Wissenschaftler und Klimaforscher Recht behält.

Kommen wir zum ersten Heft Kali und Steinsalz des Jahres, gefüllt mit Informationen, Tatsachen und Fakten rund um die interessante und spannende Welt des Bergbaus.

Im Beitrag von Andreas Fischer wird eine Datenbankanwendung zur Konvergenzüberwachung des hessischen Kalibergbaus beschrieben, die auf einer eigens entwickelten Software basiert. Die Optimierung von Arbeitsabläufen und Verbesserung der Datensicherheit sind wichtige Ergebnisse und dienen als hervorragendes Beispiel für ein erfolgreiches duales Studium zur Qualifikation eigener Fachkräfte.

Sprichwörtlich „unter die Lupe genommen“ wurden von Gerhardt, Dr. Krebs und Dr. Triebel elektrische Sprengzünder. Gemeinsam mit der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung wurden Anforderungen an die Genauigkeit der Zündzeiten überprüft und der Einfluss des Verzögerungsintervalls auf das Sprengergebnis ermittelt. Versuchsweise eingesetzte elektronische Zünder können den elektrischen nicht ersetzen.

Ausführlich dargestellt von Schmidt und Dr. Mänz werden die Aktivitäten der GTS – Grube Teutschenthal Sicherungs GmbH & Co. KG, mit denen die GTS ihrer Aufgabe nach der Sicherung der Tagesoberfläche nachkommt. Nach dem Kaliabbau zwischen 1907 und 1982 wird seit 1990 die ehemalige Kaligrube Teutschenthal planmäßig verwahrt. Mit verschiedenen Versatztechnologien erfolgt das Einbringen geeigneter mineralischer Abfälle.

In Heft 1/2009 hatten wir die chilenische SPL – Sociedad Punta de Lobos – als Mitglied der K+S Gruppe vorgestellt. Über die Optimierung im Bereich der Bohr- und Sprengtechnik berichtet eindrucksvoll Dr. Triebel.

Mit freundlichen Grüßen und Glückauf

Ihr

Hartmut Behnen

### Living well, within the limits of our planet

*The European Commission has proposed a new Environment Action Programme (EAP) for the EU entitled „Living well, within the limits of our planet“ in November 2012. It will guide environment policy up to 2020. The proposal aims to enhance Europe’s ecological resilience and transform the EU into an inclusive and sustainable green economy. Despite progress in some areas, Europe continues to face significant environmental challenges. Nine priority aims should help stimulate sustainable growth and create new jobs to set the Union on a path to becoming a better and healthier place to live within the limits of our planet. Protecting natural capital, encouraging more resource efficiency and accelerating the transition to the low-carbon economy are key features of the programme. The European Commission is thinking about new regulation to internalize the external cost and to transform our economy into a green economy before the existing environmental legislation is fully implemented in the EU-member states. The impacts on the competitiveness of our industry should therefore be recognized.*

## EU-Umweltpolitik für die nächsten acht Jahre



**Manfred Steinhage,**  
Leiter des VKS-Büros in Brüssel

Die Europäische Kommission hat am 29. November 2012 einen Vorschlag für ein **allgemeines Umweltaktionsprogramm der EU für die Zeit bis 2020** mit dem Titel **„Gut leben innerhalb der Belastbarkeitsgrenzen unseres Planeten“** veröffentlicht. Die Umweltaktionsprogramme (UAP) bilden seit 1973 den strategischen Rahmen für die Tätigkeit der EU im Umweltbereich. Mit dem vorliegenden siebten UAP soll die Umweltpolitik einen stärkeren Beitrag zu einem ressourceneffizienten und CO<sub>2</sub>-armen Wirtschaftssystem leisten, das das Naturkapital erhält und verbessert, die Gesundheit der Bürger schützt und ihr Wohlergehen sichert.

Die Europäische Kommission weist zwar darauf hin, dass die europäische Umweltpolitik erfolgreich zur Verringerung der Schadstoffbelastung von Luft, Gewässern, Böden und Produkten beigetragen hat. Viele Umweltentwicklungen in der EU hält sie jedoch für **„besorgniserregend“**. Sie betont, dass

- nur 17 % der unter die FFH-Richtlinie fallenden Arten und Lebensräume sich in gutem Zustand befinden,
- Degradation und der Rückgang unseres Naturkapitals zunehmen,
- Ressourcen nach wie vor weitgehend auf nicht nachhaltige und ineffiziente Weise genutzt werden,



- EU-Bürger immer noch Schadstoffen ausgesetzt sind, die ihre Gesundheit und ihr Wohlergehen beeinträchtigen können,
- nahezu zwei Drittel der Ökosysteme weltweit rückläufig sind,
- es Anzeichen dafür gibt, dass die planetarischen Grenzen in Bezug auf Biodiversität, Klimawandel und Stickstoffkreislauf bereits überschritten sind.

Die Europäische Kommission moniert auch die unzulängliche Umsetzung der geltenden EU-Umweltvorschriften. Damit die Gesellschaft auch in Zukunft gut leben kann, sollte nach Ansicht der Kommission umgehend und ein-

vernehmlich gehandelt werden. Unter Berücksichtigung der planetaren Belastungsgrenzen sollen die Umwelt widerstandsfähiger gestaltet und die potenziellen Vorteile der Umweltpolitik für Wirtschaft und Gesellschaft maximiert werden.

Das Siebte Umweltaktionsprogramm soll dazu einen übergeordneten umweltpolitischen Rahmen für die Zeit bis 2020 liefern. Es setzt folgende **neun prioritäre Ziele**:

- Schutz, Erhaltung und Verbesserung des Naturkapitals der EU
- Übergang zu einem ressourceneffizienten, umweltschonenden und wettbewerbsfähigen CO<sub>2</sub>-armen Wirtschaftssystem

- Schutz der europäischen Bürger vor umweltbedingten Belastungen, Gesundheitsrisiken und Beeinträchtigungen ihrer Lebensqualität
- Maximierung der Vorteile aus dem Umweltrecht der EU
- Verbesserung der Faktengrundlage für die Umweltpolitik
- Sicherung von Investitionen für Umwelt- und Klimapolitik und angemessene Preisgestaltung
- Verbesserung der Einbeziehung von Umweltbelangen und der Politikkohärenz
- Förderung der Nachhaltigkeit der Städte in der EU
- Verbesserung der Fähigkeit der EU, wirksam auf regionale und

globale Umwelt- und Klimaprobleme einzugehen.

Die Europäische Kommission konkretisiert die Ziele bis zum Jahr 2020 und listet dazu die aus ihrer Sicht erforderlichen Maßnahmen (insgesamt 44) auf.

Zur Erreichung des Ziels **„Schutz, Erhaltung und Verbesserung des Naturkapitals der EU“** sind nach Ansicht der Kommission insbesondere folgende Maßnahmen erforderlich:

- umfassende Umsetzung der EU-Biodiversitätsstrategie;
- umfassende Umsetzung des „Blueprints“ für den Schutz der europäischen Wasserressourcen;
- Verstärkung der Bemühungen zur umfassenden Einhaltung der Luftqualitätsvorschriften der EU und Festsetzung strategischer Ziele und Aktionen für die Zeit nach 2020;
- Verstärkung der Bemühungen zur Verringerung der Bodenerosion, Festsetzung von Zielen für Land und Boden als Ressourcen und Raumplanungszielen;
- weitere Maßnahmen zur Reduzierung von Stickstoff- und Phosphoremissionen, einschließlich Emissionen aus städtischen und industriellen Abwässern und der Düngemittelverwendung.

Der **„Übergang zu einem ressourceneffizienten, umweltschonenden und wettbewerbsfähigen CO<sub>2</sub>-armen Wirtschaftssystem“** soll vor allem durch folgende Maßnahmen gefördert werden:

- vollständige Umsetzung des Klima- und Energiepakets und Festlegung des klima- und energie-

politischen Rahmens der EU für die Zeit nach 2020;

- allgemeine Einführung „bester verfügbarer Techniken“ und Verstärkung der Bemühungen zur Förderung der Einführung neuer innovativer Technologien, Prozesse und Dienstleistungen;
- Festlegung einer kohärenteren Rahmenregelung für nachhaltige Produktion und nachhaltigen Verbrauch; Überprüfung der Produktvorschriften zwecks Verbesserung der Umweltleistung und der Ressourceneffizienz von Produkten während ihrer gesamten Lebensdauer; Festsetzung von Zielen für die Verringerung der verbrauchsbedingten Umweltbelastungen;
- vollständige Umsetzung des EU-Abfallrechts, auch durch Anwendung der Abfallhierarchie, effiziente Nutzung marktbasierter Instrumente und Maßnahmen, Auslaufen der Deponierung von Abfällen;
- Verbesserung der Wassereffizienz durch Festlegung von Zielen auf Ebene der Flusseinzugsgebiete und Rückgriff auf Marktmechanismen wie Wassergebühren.

Im Hinblick auf das Ziel **„Sicherung von Investitionen für Umwelt- und Klimapolitik und angemessene Preisgestaltung“** strebt die Europäische Kommission u. a. die schrittweise Abschaffung von „umweltschädlich wirkenden Subventionen“, den verstärkten Einsatz von marktbasierter Instrumenten (einschließlich Besteuerung, Preisgestaltung und Gebührenerhebung) und die Ausweitung der Märkte für Umweltgüter und -dienstleistungen unter

angemessener Berücksichtigung etwaiger nachteiliger sozialer Auswirkungen an.

Der Vorschlag der Kommission wird nun im Rahmen des ordentlichen Gesetzgebungsverfahrens verabschiedet und erhält damit eine höhere Legitimation als die übrigen von der EU verabschiedeten Strategien. Die Beratungen im Europäischen Parlament und der Ministerrat finden derzeit statt. Das 7. UAP soll bereits in diesem Sommer – unter irischer Präsidentschaft – verabschiedet werden.

### Bewertung

Das siebte UAP soll wesentlich zur Umstrukturierung hin zu einer ressourceneffizienten und CO<sub>2</sub>-armen Wirtschaft beitragen. Es soll ein Wirtschaftssystem gefördert werden, in dem alle Ressourcen effizient genutzt und das Wirtschaftswachstum endgültig von der Ressourcen- und Energienutzung und ihren negativen Umweltauswirkungen abgekoppelt werden. Der Kommissionsvorschlag enthält zwar keine konkreten Regelungen. Es wird jedoch deutlich, dass die Europäische Kommission die vorgegebenen Ziele mit einer Vielzahl von neuen regulatorischen Maßnahmen erreichen will. Bei der Wahl der zu treffenden Maßnahmen sind jedoch nicht nur umwelt- und ressourcenpolitische Ziele, sondern auch ökonomische und soziale Aspekte zu berücksichtigen. Auch eine „grüne Wirtschaft“ ist in das Konzept der Nachhaltigkeit einzubinden. Betrachtet man die Beschäftigtenzahlen in der europäischen Ökoindustrie – die Kommission beruft sich auf eine Zahl von unge-

fähr 3,4 Mio. Beschäftigten im Jahr 2012 –, so sind Zweifel berechtigt, ob durch die beabsichtigten Politikmaßnahmen zur Förderung der Ökologisierung unserer Wirtschaft die vorhandenen Wertschöpfungsketten beibehalten und gestärkt sowie ausreichende Beschäftigungsmöglichkeiten für die europäische Bevölkerung geschaffen werden. Grundsätzlich ist eine Politik mit

Augenmaß gefordert. Die geplante Internalisierung externer Effekte darf zu keinen weiteren Belastungen der europäischen Industrie führen, die die Wettbewerbsfähigkeit im globalen Rahmen schwächen können. Europa verfügt bereits über eine detaillierte Umweltgesetzgebung. Was wir primär brauchen, sind keine neuen Legislativmaßnahmen, sondern vielmehr

zunächst die vollständige Umsetzung des bestehenden Umweltrechts in den EU-Mitgliedstaaten. Daneben sollten vor allem Anreize zur Förderung des Wettbewerbs, der marktwirtschaftlichen Kräfte und von Investitionen, Innovationen und Forschung gewährt werden, um den Weg zu ressourceneffizienten und CO<sub>2</sub>-armen Volkswirtschaften weiter gehen zu können.

---

## 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](mailto:info.berlin@vks-kalisalz.de)  
[www.vks-kalisalz.de](http://www.vks-kalisalz.de)

#### Erscheinungsweise:

dreimal jährlich in loser Folge  
ISSN 1614-1210

#### Redaktionsleitung:

Dieter Krüger, VKS e.V.  
Tel. +49(0) 30.8 47 10 69 13

#### Redaktionsausschuss:

Dr. Wolfgang Beer, K+S Aktiengesellschaft  
Hartmut Behnsen, VKS e.V.  
Holger Bekemeier, esco GmbH & Co. KG  
Uwe Handke, 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:

Dirk Linnerz  
Lausitzer Straße 31  
10999 Berlin  
Tel. (0 30) 81 79 74 80  
Fax (0 30) 81 79 74 81  
E-Mail: [info@linnerz.com](mailto:info@linnerz.com)

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.

### Database application for monitoring convergence at the Werra mine

*To comply with the mining rules for the Hessian potash mines, a wide area network of convergence measurement points must be checked at fixed intervals. The organization of timely measurements, analysis and graphical presentation of these data presents a special challenge. As part of a bachelor thesis in the field of geoinformatics, software was developed for the management and analysis of convergence measurements in the Werra mine of the K+S KALI GmbH. A JAVA-based program was created that combines many sub-tasks into one including using additional libraries. The tasks range from entry of new data points and their measured values through to point reports with PDF export, evaluation for annual reports with a DXF export in a CAD system, and a scheduling overview of upcoming and overdue measurements.*

# Datenbankanwendung zur Konvergenzüberwachung Werk Werra



Andreas Fischer  
Leiter Vermessungstechnik  
Werk Werra, K+S KALI GmbH

Zur Überwachung der Dauerstandsicherheit der Grubenbaue im hessischen Kalibergbau ist ein weiträumiges Netz von gebirgsmechanischen Konvergenz-Messpunkten in vorgeschriebenen Abständen zu kontrollieren. Die Organisation der termingerechten Messungen, die Auswertung und die grafische Aufbereitung dieser Daten stellen eine besondere Herausforderung dar. Im Rahmen einer Bachelorarbeit in der Fachrichtung Geoinformatik wurde eine Software für die Verwaltung und Auswertung von geomechanischen Messungen im Grubenfeld Hattorf/Wintershall des Werkes Werra der K+S KALI GmbH entwickelt. Anhand des Konzeptes entstand ein JAVA-Programm, das u. a. mit Hilfe zusätzlicher Bibliotheken die vielen einzelnen Teilaufgaben in einer Anwendung zusammenfasst. Die Aufgaben erstrecken sich von Eingabe neuer Messpunkte und deren Messwerten über Ausgabe von Punktberichten mit PDF-Export, Auswertung für Jahresberichte mit einem DXF-Export in ein CAD-System bis zu einer Terminübersicht von anstehenden und überfälligen Messungen.

## 1 Einführung

Für die Überwachung der Dauerstandsicherheit der Grubenbaue im hessischen Kalibergbau ist ein enges Netz von Messpunkten vermarktet. Dies sind zum einen untertägige Konvergenzmesspunkte und zum anderen über-tägige Senkungsmesspunkte. Die untertägigen Konvergenz-messpunkte dienen zur Erfassung und Überwachung der Gebirgsreaktio-nen zeitnah nach der Auffahrung des bergmännischen Hohlraums. Zu diesem Zweck werden Gestänge von 6 m Länge in der Firste und 1 m Länge in der Sohle mit Anker-bohrwagen gesetzt und verdübelt. Anschließend wird in vorgeschrie-benen zeitlichen Abständen der Abstand zwischen Sohle und Firste gemessen. Aus den Messreihen wer-den die Änderungen des Abstandes zwischen den Punkten, also die Konvergenz ausgewertet und für einen geomechanischen Jahres-bericht grafisch aufbereitet. Diese Punkte sind in einem Abstand von maximal 300 m zu setzen und in den ersten zwei Jahren nach der Nullmessung alle 6 Monate zu kontrollieren. Wenn die Konvergenz-geschwindigkeit nach diesen zwei Jahren unter 10 mm/a liegt, gehen die Punkte anschließend in einen jährlichen Beobachtungsrhythmus über. Nach 5 Jahren sind die noch zugänglichen Punkte alle 5 Jahre zu überwachen. Punkte, die im alten Mann wegen mangelnder First- und Stoßsicherheit nicht mehr zugäng-lich sein sollten, werden zum Teil durch neue Punkte in nahelie-genden, langfristig zugänglichen Grubenbauen, wie Bandstrecken oder Fahrwegen, ersetzt. Zur Über-wachung nicht mehr zugänglicher Grubenbereiche dient das über-

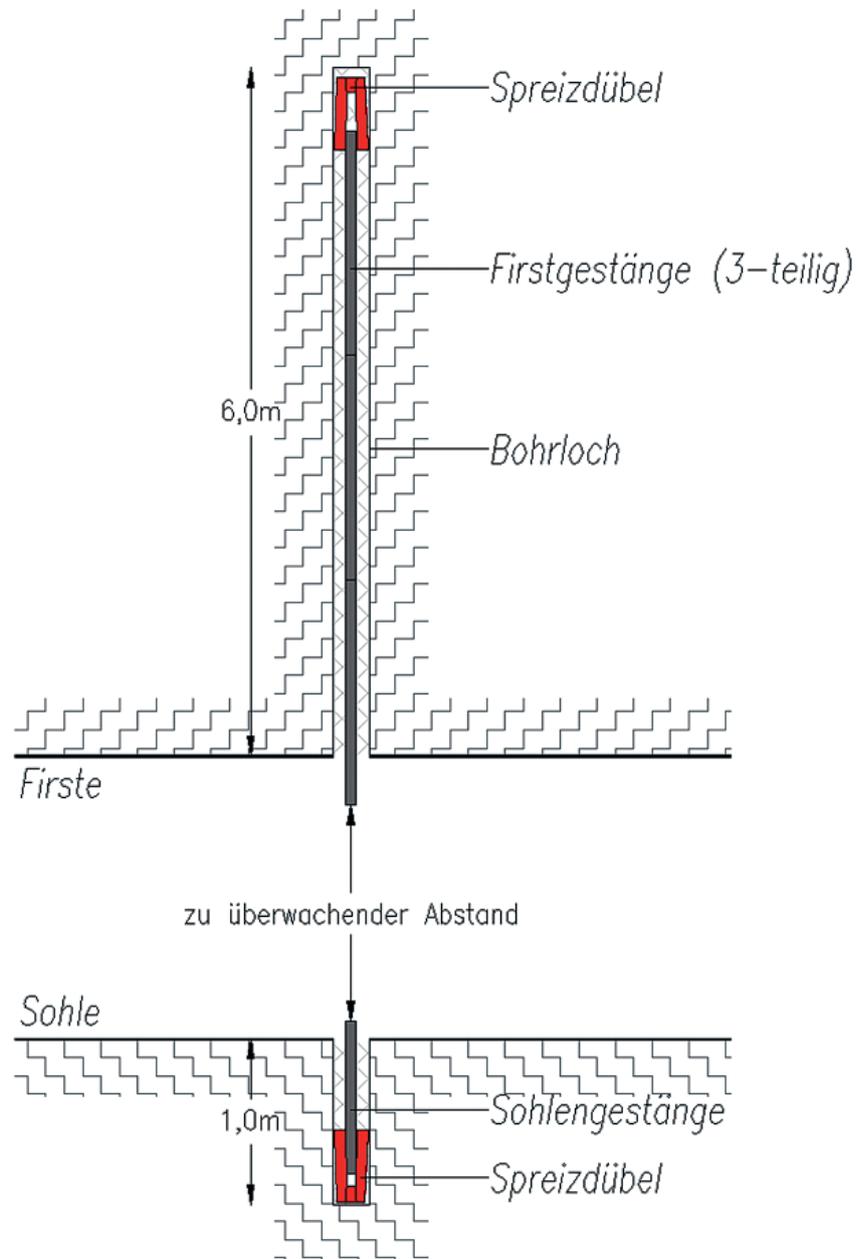


Abb. 1: Aufbau einer Konvergenzmessstelle

tägige Senkungsmessprogramm, das alle 5 Jahre flächendeckend über dem gesamten Abbau und 2 km über die Abbaufront hinaus durchgeführt wird.

Neben den Abstandswerten zwischen Sohle und Firste werden die NN-Höhen der Sohle und der Firste in längeren Zeiträumen bestimmt, um Sohlenhebungen und Firstabsenkungen zu überwachen. Insgesamt sind auf den beiden Sohlen

des Grubenbetriebs Hattorf/Wintershall inzwischen etwa 4.000 Punkte vermarktet und gemessen. Jedes Jahr kommen über 50 Neupunkte hinzu. Aktuell werden jährlich etwa 750 Messungen an aktuellen Punkten durchgeführt.

Diese Ausführungen sollen zeigen, dass der notwendige Organisationsaufwand erheblich ist und Optimierungen zu deutlichen Zeiteinsparungen führen.



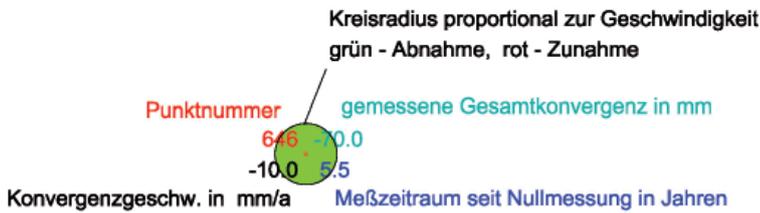


Abb. 3: Mit Konvergenz-Daten aufbereiteter CAD-Datenpunkt

tisierten Arbeitsschritt wurden die aktuellen Konvergenzdaten in eine ASCII-Datei übergeben, um mit Hilfe von Konstruktions-Software zur Erzeugung von ISO-Linien die entsprechenden Übersichts-Grundrisse mit Linien gleicher Konvergenz an AutoCAD – Arbeitsplätzen zu erstellen. Das war ein wichtiger Schritt, um die jährlich steigende Anzahl an Messpunkten zu verwalten und die für den geomechanischen Jahresbericht notwendigen Auswertungen zu erstellen.

Wegen zwischenzeitlich geänderter Anforderungen wird inzwischen auf die Wertlinien-Pläne verzichtet. Stattdessen werden Übersichtspläne mit Symbolen für jeden Messpunkt angefertigt. Die Symbole bestehen aus einem Kreis und vier Zahlenwerten. Der Radius des Kreises ist abhängig von der letzten Konvergenzgeschwindigkeit, die Farbe zeigt an, ob die Geschwindigkeit im Vergleich zum letzten Betrachtungszeitraum zugenommen (rot) oder abgenommen (grün) hat. Des Weiteren sind neben der Punktnummer folgende Daten angegeben:

- Gemessene Gesamtkonvergenz in mm
- Messzeitraum seit der Nullmessung in Jahren
- Letzte Konvergenzgeschwindigkeit in mm/a

Bisher wurde mit Hilfe der Excel-Datenblätter eine ASCII-Datei mit allen notwendigen Daten erstellt, die über ein AutoLISP-Programm zur automatischen Generierung aller gewünschten Symbole in AutoCAD diente.

### 3 Ansatz für Optimierung der Datenorganisation

Im Rahmen der momentanen Ausbildungsoffensive zur Qualifizierung von eigenen Fachkräften im dualen Studium an der Hochschule Anhalt in Dessau stand mit Herrn Gordon Wilkowsky ein Geoinformatik-Student zur Verfügung, der die betrieblichen Abläufe und die Aufgaben in der Markscheiderei kannte und zum Zeitpunkt seiner Bachelorarbeit über das Fachwissen verfügte, die gestellten Aufgaben zu lösen. Folgende Ziele wurden für seine Bachelorarbeit definiert:

- Integration aller Daten in einer gemeinsamen Datenbankanwendung

- Grafische Aufarbeitung der Karteikarten aus der Datenbankanwendung
- Terminmanagement der Wiederholungsmessungen
- Optimierung der Symbolgenerierung für die Übersichtsrisse

## 4 Umsetzung

### 4.1 Programmierumgebung

Die Programmierung der Bedienoberfläche erfolgte in JAVA, als Entwicklungsumgebung diente die Open-Source-Software Eclipse 3.5.2 mit eingebundenen freien Funktions-Bibliotheken. Zusätzlich kamen freie externe Bibliotheken zum Einsatz, um Aufgaben wie Diagrammerstellung (JFreeChart), PDF-Erzeugung (iText) oder Datumsfeldfunktionen (JCalendar) zeitsparend zu lösen. Für die eigentliche Datenbankanwendung wurde PostgreSQL, ein freies, objektrelatives Datenbankmanagementsystem, eingesetzt.

### 4.2 Zusammenführen der einzelnen bestehenden Datenbanken

Zur Realisierung der Zusammenführung der vier ursprünglichen Datenbanken war es notwendig, die identischen Punktnummern der verschiedenen Bereiche weiter



Abb. 4: Aufbau der neuen Messpunkt-Kodierung



Abb. 5: Datenbankstruktur

zu codieren. Zu diesem Zweck wurden drei Ziffern vor die originäre Punktnummer vorangestellt. Die erste Ziffer für die Sohle, die zweite Ziffer für den Standort und die dritte Ziffer zur Unterscheidung des Messstellen-Typs. Da es zu Beginn der gebirgsmechanischen Messungen in den 1960er Jahren auch Versuchsmessstellen mit mehreren unterschiedlich langen Verankerungstiefen gab, wurde zusätzlich eine Nachkommastelle eingeführt, um auch verschiedene Messstellen an nur einem benannten Messpunkt ansprechen zu können.

Da bei der alten Datenstruktur für jeden Messwert die komplette Punktnummer einzugeben war, hätte eine solche Nomenklatur die Nachtragung neuer Messdaten unverhältnismäßig erschwert. Im Rahmen der Bachelorarbeit wurden Wege gefunden, um diesen Aufwand zu minimieren. Nach Eingabe der alten, bis zu vierstelligen Punktnummer in der Benutzeroberfläche des Programms werden die bisher bekannten Punkte in einer Ergebnisliste angezeigt. Im Arbeitsbereich des Programmes wird die Lage dieser Punkte ange-

geben, also Sohlenzugehörigkeit, sowie Baufeld Hattorf oder Wintershall und die Koordinaten. Nach Auswahl eines Punktes werden im Arbeitsbereich alle Messungen des Punktes nach Datum sortiert ausgegeben und es können neue Messdaten eingegeben werden. Der

komplette 8-stellige Punktcode dient also vor allem der Datenbank internen Verwaltung und behindert nicht bei der Dateneingabe.

### 4.3. Datenbankstruktur

Grundsätzlich wurden die zwei ursprünglichen Datentöpfe „Kopf-

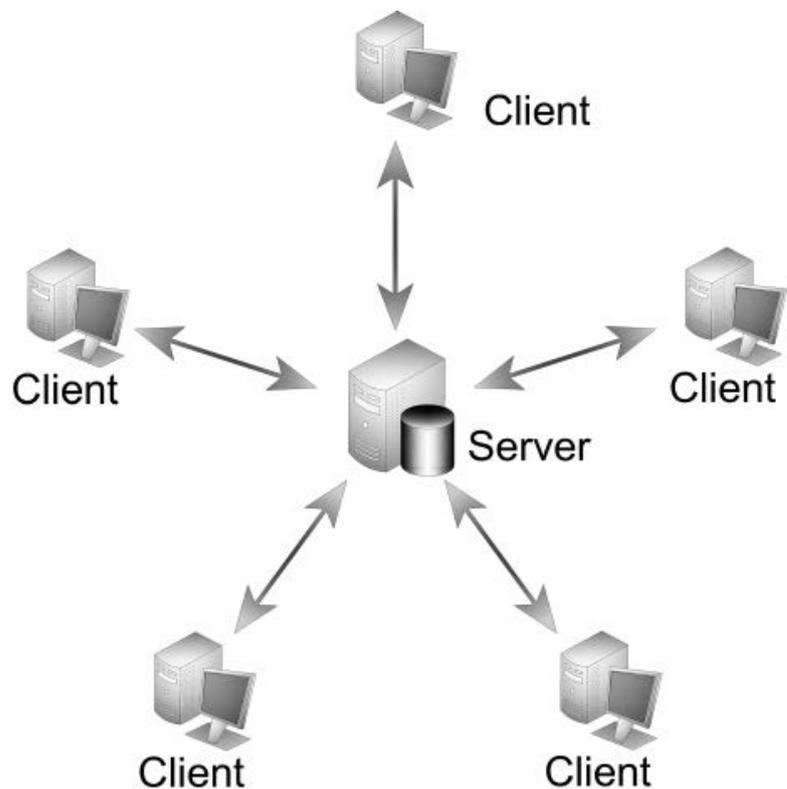


Abb. 6: Client-Server-Modell



Abb. 7: Startanzeige

daten“ und „Messdaten“ der Vorläuferdatenbanken übernommen. Wie zuvor sind diese beiden Töpfe über die Punktnummer verknüpft. Zusätzlich wurde das ursprüngliche Datenmodell um die Töpfe „Standort“, „Sohle“ und „Messzyk-

lus“ erweitert. Unter Kopfdaten findet man alle Datenfelder, die nur einmal pro Punkt gefüllt werden, zum Beispiel die Koordinaten. Unter Messdaten befinden sich die Datenfelder, die bei jeder Messung anfallen. Die neuen Datentöpfe

dienen zur Bereichszuordnung und zur Terminplanung.

#### 4.4 Anwendungsmodell

Das entwickelte System arbeitet nach dem Client-Server-Modell. Dabei schickt ein Client, also ein beliebiger Arbeitsplatzrechner, eine Anfrage (Request) an den Server. Dieser sendet daraufhin eine Antwort (Response) zurück. Der Server bei dieser Anwendung verwaltet die Datenbank und befindet sich auf einem Arbeitsplatz-PC im Netzwerk.

Wenn dieser PC im Netzwerk angemeldet ist, können alle berechtigten Nutzer anderer PCs im gleichen Netzwerk auf diese Anwendung zugreifen.

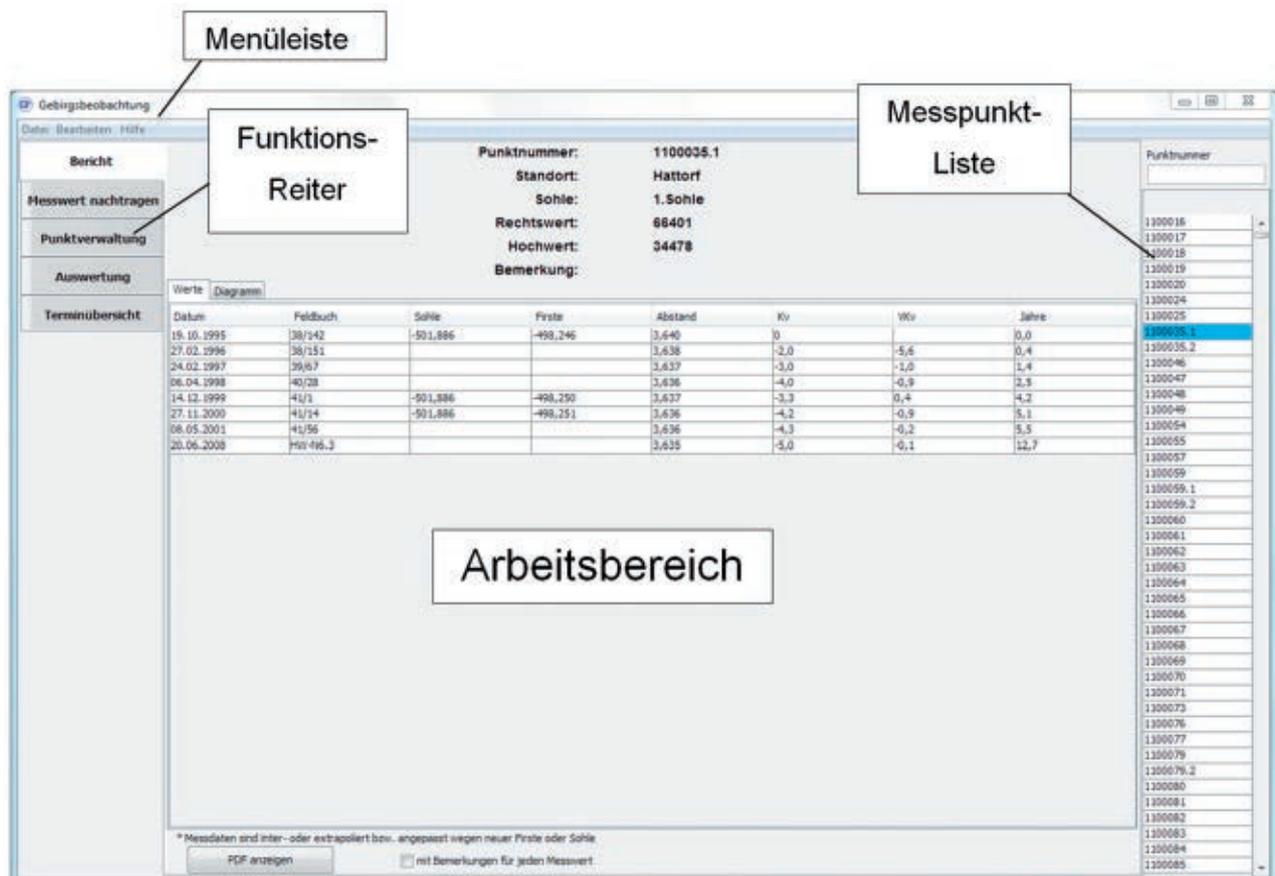


Abb. 8: Benutzeroberfläche

Diagramm

**Punktnummer:** 2200652

**Standort:** Wintershall

**Sohle:** 2.Sohle

**Rechtswert:** 67764

**Hochwert:** 39652

**Bemerkung:**

Kopfdaten

Messwerttabelle

Werte **Diagramm**

Datum	Feldbuch	Sohle	Firste	Abstand	Kv	VKv	Jahre
05.10.1986		-367,183	-364,016	3,167	0		0,0
15.08.1987		-367,175	-364,013	3,162	-5,0	-5,8	0,9
21.10.1988		-367,169	-364,016	3,153	-14,0	-7,6	2,0
20.10.1989		-367,165	-364,017	3,148	-19,0	-5,0	3,0
18.12.1990		-367,164	-364,024	3,140	-27,0	-6,9	4,2
08.03.1993				3,132	-35,0	-3,6	6,4
17.05.1994				3,129	-38,0	-2,5	7,6
23.06.1995				3,127	-40,0	-1,8	8,7
04.07.1996				3,126	-41,0	-1,0	9,7
25.06.1997	25/126			3,125	-42,0	-1,0	10,7
15.05.1998	26/122			3,123	-43,8	-2,0	11,6
17.02.1999	28/2			3,123	-44,4	-0,8	12,4
23.03.2000	29/65			3,121	-45,6	-1,1	13,5
21.08.2001	30/85			3,120	-47,4	-1,3	14,9
16.06.2005	DINI						
18.11.2010	HW-N6.4						

PDF anzeigen

\* Messdaten sind inter- oder extrapoliert bzw. angepasst wegen neuer Firste oder

mit Bemerkungen für jeden Mes

Abb. 9: Arbeitsbereich Bericht-Funktion

**PunktNr.** 652 Werk Werra, Standort Wintershall  
Gebirgsbeobachtung 1.Sohle

**Rechtswert:** 35 71796 **Bemerkung:**

**Hochwert:** 56 34812

**KALI**  
K+S KALI GmbH

Datum	Buch/ Seite	Sohle [m]	Firste [m]	Abstand [m]	Kv [mm]	VKv [mm/a]	Jahre seit Nullmess. (dezimal)
03.06.1992		-303,407	-300,416	2,991	0		0,0
08.03.1993				2,942	-49,0	-64,4	0,8
20.01.1994				2,918	-73,0	-27,6	1,6
05.07.1995				2,900	-91,0	-12,4	3,1
09.07.1996				2,886	-106,0	-13,8	4,1
04.06.1997	29/94			2,874	-117,0	-13,3	5,0
09.12.1997	25/69			2,869	-122,0	-6,7	5,5
29.05.1998	26/150			2,865	-126,4	-6,4	6,0
30.03.1999	28/40			2,858	-133,4	-6,4	6,8
03.04.2000	29/84			2,850	-140,6	-7,1	7,8
28.05.2001	30/91			2,843	-148,2	-6,4	9,2

**Konvergenz-Diagramm**

Abb. 10: Generiertes PDF-Datenblatt

## 5 Funktionsbeschreibung des Programms

In den folgenden Kapiteln wird die Bedienung des neuen Programms vorgestellt. Da sich bis jetzt noch kein einprägsamer Kurzname gefunden hat, heißt das Programm bisher nur „untertägige Gebirgsbeobachtung“.

### 5.1 Benutzeroberfläche

Die Benutzeroberfläche der Anwendung teilt sich in die folgenden drei Bereiche auf:

- Messpunktliste, zeigt alle Messpunkte der Datenbank an, die der Eingabe im Feld Punktnummer entsprechen
- Arbeitsbereich, zeigt je nach Funktionswahl Informationen zur Lage von Messpunkten sowie alle Messdaten
- Funktionsreiter, dienen zum schnellen Wechsel zwischen verschiedenen Aufgaben

Über den drei Bereichen befindet sich die Menüleiste mit hinterlegten Schaltflächen zum Aufruf einiger Sonderfunktionen oder einer Hilfsfunktion.

### 5.2 Funktionen

Nachdem man in der Messpunktliste auf der rechten Seite der Benutzeroberfläche einen Messpunkt angewählt hat, kommt man über die Funktionsreiter auf der linken Seite direkt zu den verschiedenen Programmfunktionen.

#### 5.2.1 Funktion „Bericht“

Durch Wahl der Schaltfläche „Bericht“ werden im Arbeitsbereich alle Kopfdaten und Messdaten des in der Punktliste angewählten Punktes angezeigt. Es besteht die Wahl zwischen der Tabellenansicht mit allen Messwerten oder der Diagrammansicht mit Darstellung der Konvergenz und der Konvergenzgeschwindigkeit. Eine zusätzliche Schaltfläche „PDF

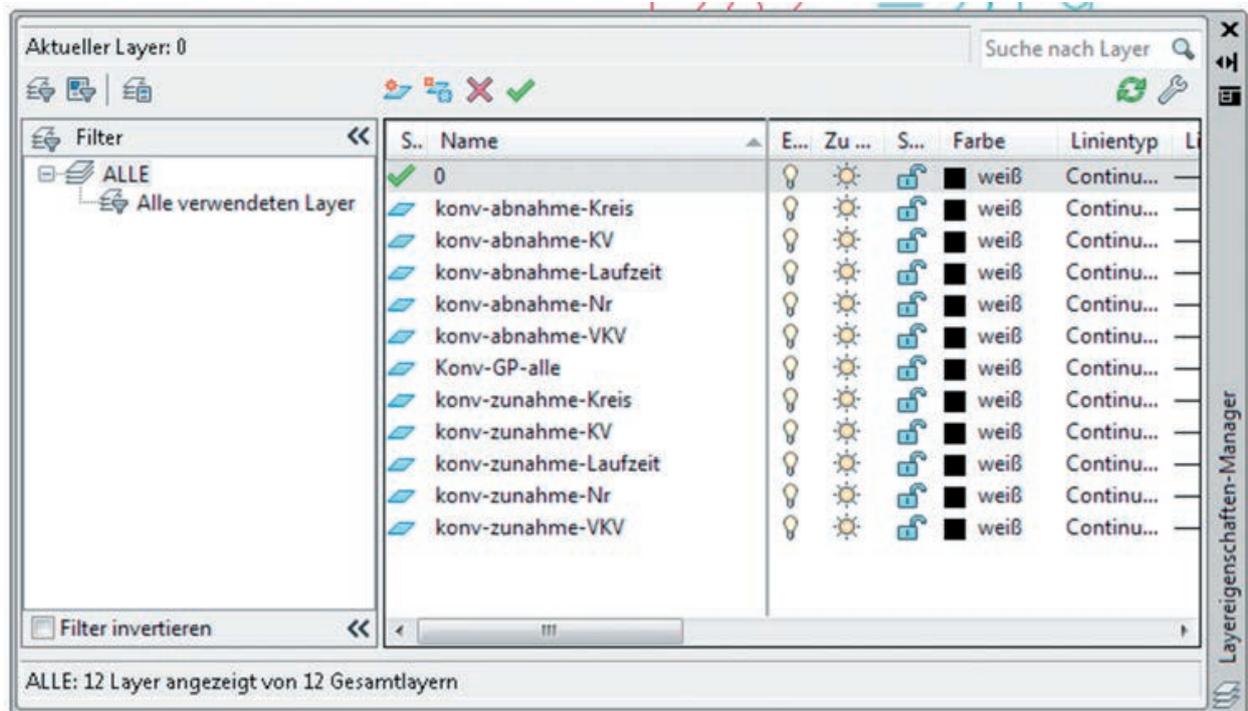
anzeigen“ erzeugt eine PDF-Datei mit Kopfdaten, Messdatentabelle und Diagramm im DIN-A4-Format, das mit aktuellem Datum, Uhrzeit und Punktnummer gespeichert wird und gedruckt werden kann.

#### 5.2.2 Funktion „Messwerte nachtragen“

Diese Funktion zeigt im Arbeitsbereich ebenfalls alle Messdaten zu einem ausgewählten Punkt und bietet die Möglichkeiten, neue Messdaten einzugeben oder Messwerte zu streichen. Das Streichen einer Messung ist sinnvoll, um einerseits offensichtlich falsche Messdaten zu streichen oder auch Messungen, die zeitlich dicht hintereinander durchgeführt wurden, zu bereinigen. Solche dicht aufeinanderfolgenden Messungen können auch bei geringen Messtoleranzen zu erheblichen Änderungen der Konvergenzgeschwindigkeit führen. Zu dem Sicherheitskonzept des Programms gehört, dass das Streichen

GP-Nummer	Rechtswert	Hochwert	Kv	VKv	Jahre seit Nullme...	Datum (letzte Me...	Anzeige
144	64251	31435	-69,2	-0,1	41,2	30.01.2012	GRÜN
189	63196	30738	-518,6		39,0	16.12.2011	GRÜN
329	63493	32717	-86,0		33,8	30.01.2012	GRÜN
342	63662	32688	-18,9	-0,9	33,2	30.01.2012	ROT
525	62107	33496	-242,2	-5,7	27,4	19.12.2011	GRÜN
526	61954	33363	-258,4	-7,9	27,4	19.12.2011	ROT
550	61616	33353	-222,3	-4,4	26,4	19.12.2011	ROT
571	63833	30845	-210,9	-2,8	41,6	30.01.2012	GRÜN
572	64102	30853	-198,2	-2,0	41,6	30.01.2012	ROT
573	64421	30833	-204,7	-3,3	41,6	30.01.2012	GRÜN
574	64831	30844	-159,4	-1,7	41,6	30.01.2012	GRÜN
576	64978	32035	-44,1		49,6	30.01.2012	GRÜN
577	65073	31457	-59,8	0,3	49,6	30.01.2012	GRÜN
601	61382	33350	-195,1	-2,7	25,4	19.12.2011	ROT
626	62109	34140	-220,7	-2,0	24,5	19.12.2011	GRÜN
631	61127	33352	-143,1	2,4	24,4	19.12.2011	ROT

Abb. 11: Arbeitsbereich der Funktion Auswertung



$$\begin{array}{r}
 1280 - 11,8 \\
 -3,7 \quad 3,1
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 1263 - 39,8 \\
 -2,5 \quad 4,6
 \end{array}$$

Abb. 12: Layer-Liste in AutoCAD mit zwei CAD-Datenpunkten

nicht zur Löschung eines Datensatzes führt. Es wird ein Schalter gesetzt, so dass diese Daten nicht mehr angezeigt werden. Bei Bedarf können auch gestrichene Messdaten wieder zur Ansicht gebracht werden. Die gestrichenen Daten sind dann aber durch eine andere farbliche Darstellung sofort als gestrichen zu erkennen. Ein endgültiges Löschen von einmal eingebuchten Messdaten ist nicht möglich.

### 5.2.3 Funktion „Punktverwaltung“

Die Punktverwaltung dient zur

Anlage neuer Messpunkte. Dabei öffnet sich im Arbeitsbereich ein zusätzliches Fenster, in dem zunächst das Baufeld und die Sohle gewählt werden und danach die nächste freie Punktnummer vom System vorgeschlagen wird. Anschließend erfolgt die Koordinateneingabe. Das Programm überprüft, ob die Stellenanzahl der Koordinaten stimmt und ob diese zu dem vorgegebenen Baufeld passen. Zu diesem Zweck sind grobe Rechtecke für die Baufelder Hattorf und Wintershall im System

hinterlegt. Nachdem der Punkt akzeptiert wurde, steht er für die Eingabe von Messdaten zur Verfügung.

### 5.2.4 Funktion „Auswertung“

Die Funktion Auswertung zeigt nach Auswahl des Baufeldes und eines beliebigen Zeitraumes alle Konvergenzwerte seit der Nullmessung der Punkte an, die in dem angegebenen Zeitraum beobachtet wurden. Diese Funktion ist der entscheidende Programmbaustein zur Aufbereitung aller Messdaten

Datei Bearbeiten Hilfe					
Bericht	überfällige Messungen	Aktuelles Quartal	nächstes Quartal		
Messwert nachtragen	GP-Nummer	Letzte Messung	fälliges Quartal	fällig in Tagen	Messzyklus
	1101241	2011-12-13	2	-61	halbjährlich
Punktverwaltung					
Auswertung					
Terminübersicht					

Abb. 13: Arbeitsbereich der Funktion Terminübersicht

für den Jahresbericht. Anschließend ermöglicht der Programmschalter „Punkte visualisieren“ die Umsetzung aller selektierten Punkte in eine DXF-Datei, die automatisch in AutoCAD angezeigt wird. Alle Punkte werden dabei mit den erforderlichen Daten und den geforderten Kreisen in Abhängigkeit der Konvergenzgeschwindigkeit im richtigen Maßstab mit nur einem Klick visualisiert. Alle Zeichnungselemente sind automatisch den richtigen Layern zugeordnet. Nach Hinzuladen der aktuellen Stoßkanten des betrachteten Baufeldes ist die zeichnerische Anlage für den Jahresbericht weitgehend fertig gestellt.

### 5.2.5 Funktion „Terminübersicht“

Mit dieser letzten Funktion werden aufgrund des Alters eines Messpunktes, des Datums der letzten Messung und der letzten Konvergenzgeschwindigkeit die Termine zur nächsten Messung überwacht. Hierbei werden die zur Messung anstehenden Punkte in drei Gruppen sortiert:

- Überfällige Messungen (sollte in der Regel keine Punkte enthalten)
- Aktuelles Quartal
- Nächstes Quartal

### 6 Anwendung, Weiterentwicklung und Ausblick

Das Programm war in einer Beta-Version bereits in der ersten Jahreshälfte 2012 im Einsatz und kommt seit August 2012 in einer ausgereiften Version für die Konvergenz-Punktverwaltung zur Anwendung. Im Herbst 2012 erfolgte die Software-Anpassung an die Verwaltung der Konvergenzmesspunkte in den thüringischen Grubenbetrieben Unterbreizbach und Merkers. Als nächster Schritt soll die Integration dieser Software nach GeoBASE II erfolgen, das Grafisch-Technische-Informationssystem (GTIS) der K+S AG.

### 7 Zusammenfassung und Danksagung

Mit der hier vorgestellten Datenbankanwendung ist es Herrn Gordon Wilkowsky im Rahmen seiner Bachelorarbeit gelungen, die bisherigen Arbeitsabläufe weiter zu optimieren. Folgende Verbesserungen sind dabei noch einmal besonders herauszustellen:

- Verwaltung aller Baufelder und Messdaten, sowie die Bedienung aller Funktionen über eine benutzerfreundliche Bedienungsfläche und Ablage aller Werte in einer Datenbank

- Verbesserung der Datensicherheit und der Nachvollziehbarkeit, da Messdaten nur noch als gestrichen markiert werden können und nicht mehr endgültig zu löschen sind
- Automatische Erstellung der grafischen Elemente im DXF-Format für den Jahresbericht
- Terminverwaltung der anstehenden Messungen

Nur durch solche Verbesserungen sind die wachsenden Anforderungen durch das stetig größer werdende Grubengebäude und die damit steigende Zahl von Messpunkten mit einem gleichbleibenden Personaleinsatz zu bewältigen. Zum Schluss möchte ich mich bei allen Kollegen der Markscheiderei bedanken, die Gordon Wilkowsky bei seiner Bachelor-Arbeit beratend zur Seite standen und damit geholfen haben, diese vollumfängliche Verwaltungs- und Auswertesoftware für Konvergenzmesspunkte zu entwickeln. Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Baumann, der in seiner Funktion als Fachbereichsleiter für den Studiengang Geoinformatik an der Hochschule Anhalt in Dessau diese sehr gute Bachelorarbeit betreute und durch seine Lehrtätigkeit entscheidend zum Erfolg beigetragen hat.

# Anforderungen an die Genauigkeit der Zündzeiten elektrischer Sprengzünder und Versuche zur Ermittlung des Einflusses des Verzögerungsintervalls auf das Sprengergebnis



Hans-Peter Gerhardt,  
K+S KALI GmbH, Zielitz



Dr. Holger Krebs,  
Bundesanstalt  
für Materialforschung  
und -prüfung, Berlin



Dr.-Ing. Rüdiger Triebel,  
K+S Aktiengesellschaft,  
Kassel

Elektrische Sprengzünder müssen die in der DIN EN 13763-1 festgelegten Anforderungen erfüllen. In diesem Beitrag wird insbesondere auf die Anforderungen bezüglich der Verzögerungszeiten und das im Teil 16 dieser Normreihe festgelegte Prüfverfahren für deren Bestimmung und Bewertung eingegangen. In den vergangenen zwei Jahren wurden für die K+S Aktiengesellschaft bei der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) diverse Verzögerungszeitmessungen durchgeführt. Produkte aller Hersteller, die Betriebe des Konzerns mit Sprengzündern beliefern, wurden geprüft. Einzelne Verzögerungszeiten weichen trotz Einhaltung des gemäß DIN EN 13763-1 zulässigen minimalen c-Wertes von 2,12 so sehr von ihrem nominalen Wert ab, dass bei Sprengzündern der 250-ms-Serie vereinzelt mit einem Verzögerungsintervall gerechnet werden muss, das dem nominalen Verzögerungsintervall der Sprengzünder der 25-ms-Serie entspricht. Die allgemein anerkannte Tatsache, dass mit Kurzzeitsprengzündern (Intervall 25 ms) im Vortrieb in Salzgesteinen nur unbefriedigende Sprengergebnisse erzielt werden können, führte zu der Vermutung, dass im Vortrieb ein Mindestverzögerungsintervall  $> 25$  ms erforderlich ist. Bei Versuchen mit elektronischen Sprengzündern im Grubenbetrieb Zielitz wurde dieses mit 75 ms bestimmt. Durch geeignete Darstellung der Einzelverzögerungswerte von Prüfchargen zweier benachbarter Zündzeitstufen wurde verdeutlicht, dass ein Verzögerungsintervall  $> 75$  ms bei Langzeitsprengzündern (250 ms) nicht in jedem Fall sichergestellt ist, obwohl diese den Anforderungen der DIN EN 13763-1 genügen. Hiermit gibt es eine Erklärung für das Phänomen, dass gelegentlich Vorgaben trotz Unterschreitung der Grenzvorgabe und offensichtlich normal durchdetonierter Ladesäule nicht geworfen werden und damit die Effizienz der Sprengarbeit negativ beeinflusst wird. Vor diesem Hintergrund ist zu prüfen, inwieweit die Anforderungen an die Verzögerungsgenauigkeit elektrischer bzw. pyrotechnisch verzögerter Sprengzünder über die Anforderungen der DIN EN 13763 hinaus erhöht werden können. Der versuchsweise Einsatz elektronischer Sprengzünder zeigte, dass deren grundsätzlicher Einsatz in den Kali- und Steinsalzgruben der K+S Gruppe auf Grund ihres hohen Preises, aber vor allem wegen des relativ aufwendigen Handlings nicht sinnvoll ist.



Abb. 1: Zünderprüfstand BAM

**Einführung**

In den Bergwerken der K+S Aktiengesellschaft (K+S) in Deutschland werden pro Jahr etwa 5 Millionen elektrische Sprengzünder mit pyrotechnischer Verzögerung (U-Sprengzünder, im Folgenden „Zünder“) unterschiedlicher europäischer Hersteller verwendet. Im Auftrag der K+S hat die BAM in den vergangenen zwei Jahren Verzögerungsmessungen an Zündern aller Lieferanten durchgeführt. Damit wurde der aktuelle Stand der Technik ermittelt. In weiterführenden In-situ-Versuchen konnte der Einfluss des Verzögerungsintervalls auf das Sprengergebnis ermittelt werden.

**Anforderungen an die Verzögerungsgenauigkeit elektrischer Sprengzünder**

Seit der großflächigen Einführung der pyrotechnischen Verzögerung ab 1950 zeigt sich ihre hohe technische Bedeutung aufgrund ihrer Vorteile wie z. B. das Fehlen beweglicher Teile, weite Verzö-

rungsintervalle ( $1 \mu s < \text{Intervall} < 5 \text{ min}$ ), leichte robuste Bauweise bei hohem Energieinhalt und geringen Herstellungskosten. Diesen Vorteilen stehen folgende Nachteile gegenüber: Einsatz von feuchtigkeit- und temperaturempfindlichen Explosivstoffen sowie eine technisch begrenzte Verzögerungsgenauigkeit. Die Anforderungen an die Genauigkeit der Zündzeiten von Sprengzündern sind in der Anlage 2 der 1. SprengV [1] formuliert.

Mit diesen Anforderungen wird der Explosivstoffrichtlinie 93/15/EG entsprochen. „Die Verzögerungszeiten von Zeitzündern müssen so gleichmäßig sein, dass die Wahrscheinlichkeit von Überschneidungen der Verzögerungszeiten benachbarter Zeitstufen unbedeutend ist.“ Die Einhaltung der Zündfolge wird danach wichtiger eingeschätzt als die Einhaltung des Verzögerungsintervalls. Die konkreten Anforderungen sind in der DIN

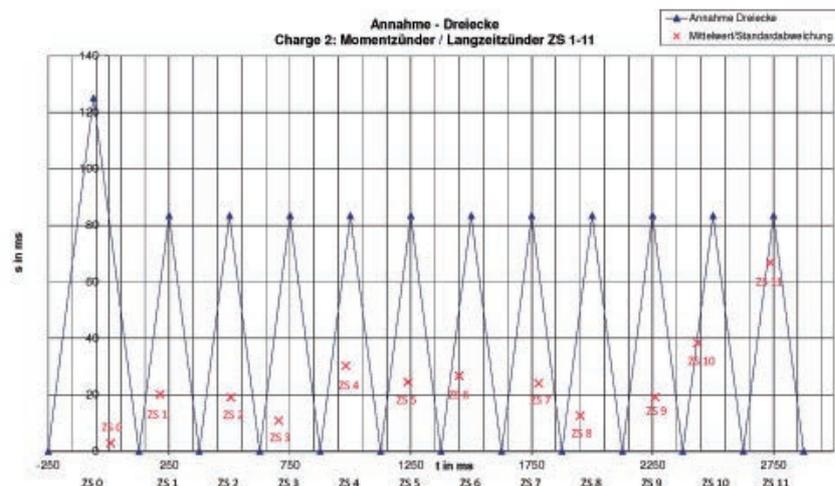


Abb. 2: Ergebnisdarstellung in Annahmedreiecken

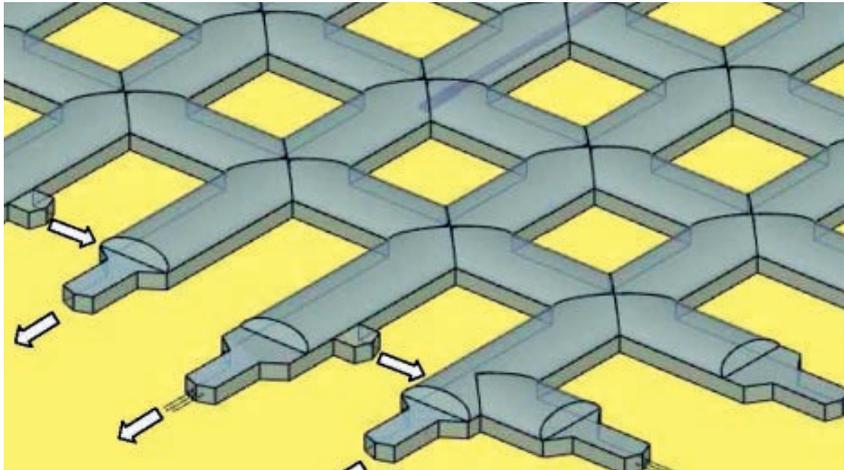


Abb. 3: Kammerbau mit kurzen Pfeilern (Modell)

EN 13763-1 [2] aufgeführt. Darin wird als wichtigste Forderung ein c-Faktor von  $\geq 2,12$  verlangt. Dieser Faktor ist ein dimensionsloser Komplexwert, in den Nominalwert, Mittelwert, nominales Verzögerungsintervall und Standardabweichung der Stichprobe eingehen. Bei der

Verzögerungszeit handelt es sich grundsätzlich um eine normal verteilte Größe.

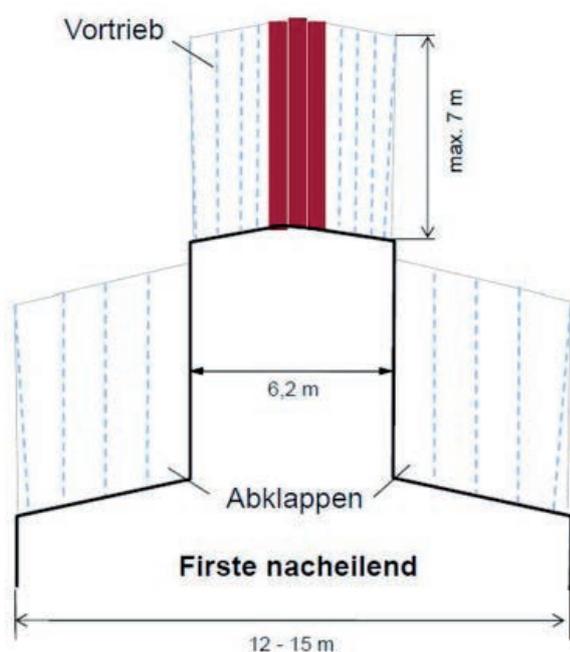
#### Bestimmung und Bewertung von Verzögerungszeiten

In der DIN EN 13763-16 [3] ist das anzuwendende Prüfverfahren

beschrieben. 30 Prüfstücke aus der gleichen Charge pro Zeitstufe sind hierfür erforderlich. Das Alter der Prüflinge soll zwischen 2 Wochen und 4 Monaten liegen. Abbildung 1 zeigt den Zünderprüfstand der BAM. Hier werden U-Sprengzünder mit 3,0 A Gleichstrom ( $\pm 1\%$ ) bei Gewährleistung eines Zündimpulses von  $> 16 \text{ mJ}/\Omega$  gezündet. Mit Hilfe eines Fotosensors werden der bei der Detonation der Sekundärladung des Zünder emittierte Lichtblitz erfasst und damit die Zeit zwischen Zündimpuls und Detonation bestimmt. Die Genauigkeit der Verzögerungszeitmessungen beträgt  $\pm 1 \text{ ms}$ .

Als Ergebnisse der Prüfung werden Mittelwert, Standardabweichung, Anzahl der Versager, Anzahl der Ausreißer und der berechnete c-Faktor angegeben. Weiterhin erfolgt eine grafische Darstellung

#### Draufsicht



#### Blick in Auffahrtrichtung

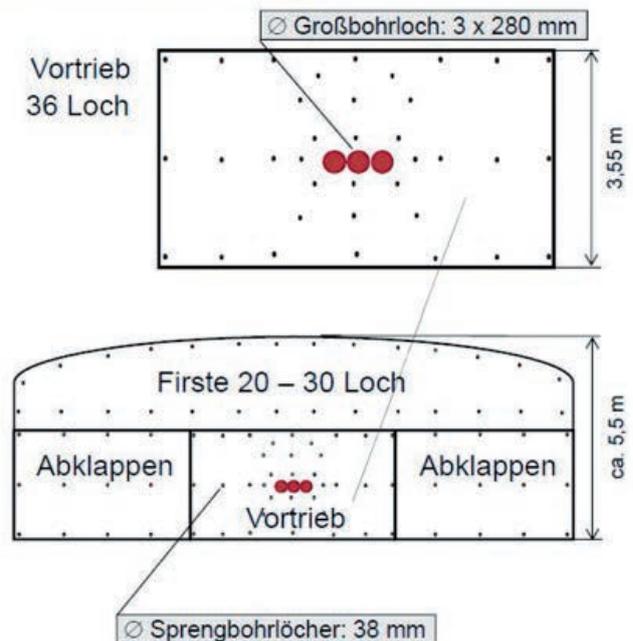


Abb. 4: Aufteilung der Ortsbrust

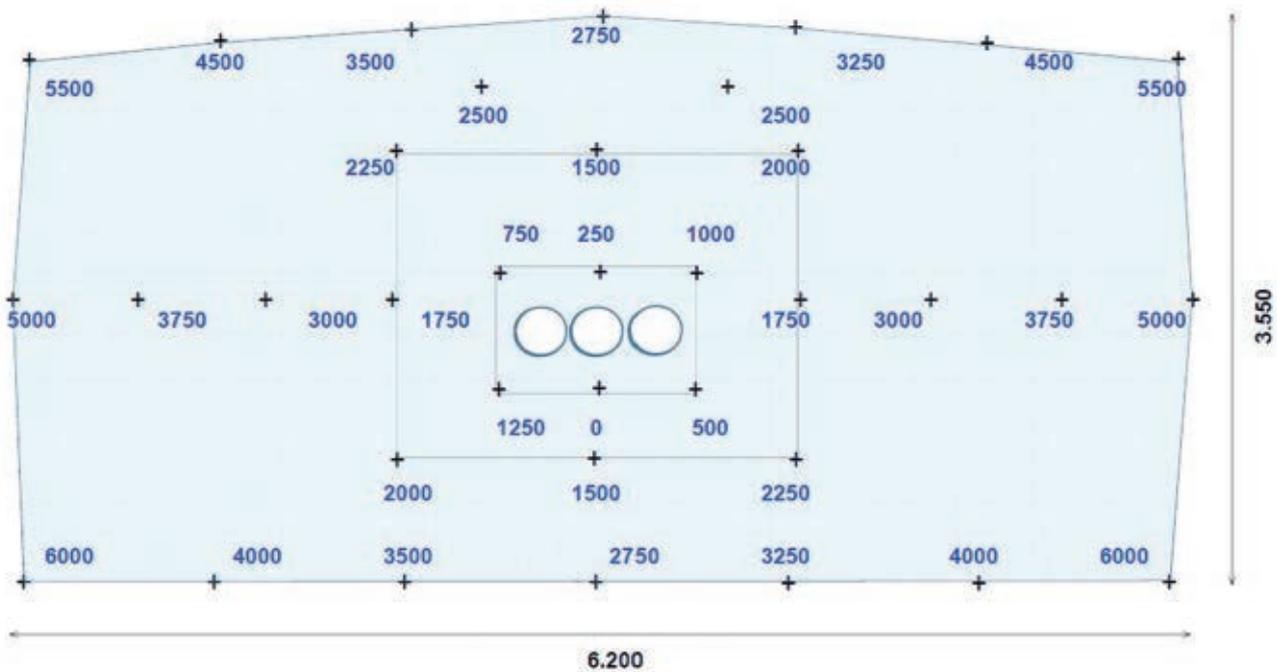


Abb. 5: Verzögerungszeiten in ms bei einem Verzögerungsintervall von 250 ms

in sogenannten Annahme-Dreiecken.

Die Höhe der Annahmedreiecke ergibt sich aus dem nominalen Verzögerungsintervall dividiert durch drei. Die Breite wird durch die nominale Verzögerungszeit  $\pm$  dem halben nominalen Verzögerungsintervall bestimmt. Die Position eines Messpunktes ergibt sich aus dem Mittelwert (Abszisse) und der Standardabweichung (Ordinate). Liegt der Messpunkt innerhalb des für die jeweilige Zündzeitstufe (ZS) relevanten Dreieckes, sind die Anforderungen nach DIN EN 13763 erfüllt.

#### **Einfluss des Verzögerungsintervalls auf das Sprengergebnis [4]**

##### **Grubenbetrieb Zielitz**

Etwa 20 km nördlich von Magdeburg wird im Grubenbetrieb des Kaliwerkes Zielitz in einer Teufe von 400 bis 1.250 m das Kaliflöz Ronnenberg der Leinefolge (K3Ro)

im Zechsteinsalinar abgebaut. Das Flöz ist ca. 5,5 m mächtig und fällt mit etwa 18 % nach Südsüdwest ein. Jährlich werden im Kammerbau mit kurzen Pfeilern (Abbildung 3) bis zu 12 Millionen Tonnen Kalirohsalz gefördert. Etwa 98 % dieser Menge werden konventionell – d. h. mit Bohr- und Sprengarbeit – gewonnen. Hierfür sind arbeitstäglich an verschiedenen Stellen des Grubenbetriebes etwa 50 einzelne Sprengungen erforderlich.

##### **Bohr- und Sprengarbeit**

Die Auffahrung des endgültigen Streckenquerschnittes erfolgt in der Regel mittels aufgeteilter Ortsbrust – s. Abbildung 4. Dem voreilenden Vortrieb folgend werden die Abklappen und die Firste mittels Bohr- und Sprengarbeit hereingewonnen. Um eine hohe Betriebskonzentration zu erzielen, werden Vortrieb, Abklappen und Firste möglichst in einem Zündgang abgetan.

Die bis zu 7 m langen Sprengbohrlöcher werden mit programmgesteuerten halbautomatisierten Bohrwagen im drehenden Bohrvorgang eingebracht. Der Sprengbohrlochdurchmesser beträgt 38 mm. Für die Durchführung der Sprengarbeit stehen Sprengstoffladefahrzeuge zur Verfügung. Als Sprengstoff kommt ANFO-Sprengstoff zum Einsatz. Dieser wird pneumatisch und ohne Besatz eingebracht. An Stelle des Besatzes bleiben ca. 0,5 m der Sprengbohrlochlänge am Bohrlochmund frei von Sprengstoff. Die Initiierung des Sprengstoffes mit elektrischen Sprengzündern erfolgt grundsätzlich im Bohrlochtieftsten. Dabei kommen – außer bei den Firstlöchern – generell Verstärkungsladungen zum Einsatz. Die Zündung der Sprengladungen erfolgt über Schichtwechsel zentral mittels einer Fernzündanlage mit Rundsteuersystem in Verbindung mit mobilen Zündverteilungen an den



Abb. 6: Elektronischer Zünder des Typs RIOTRONIC DT

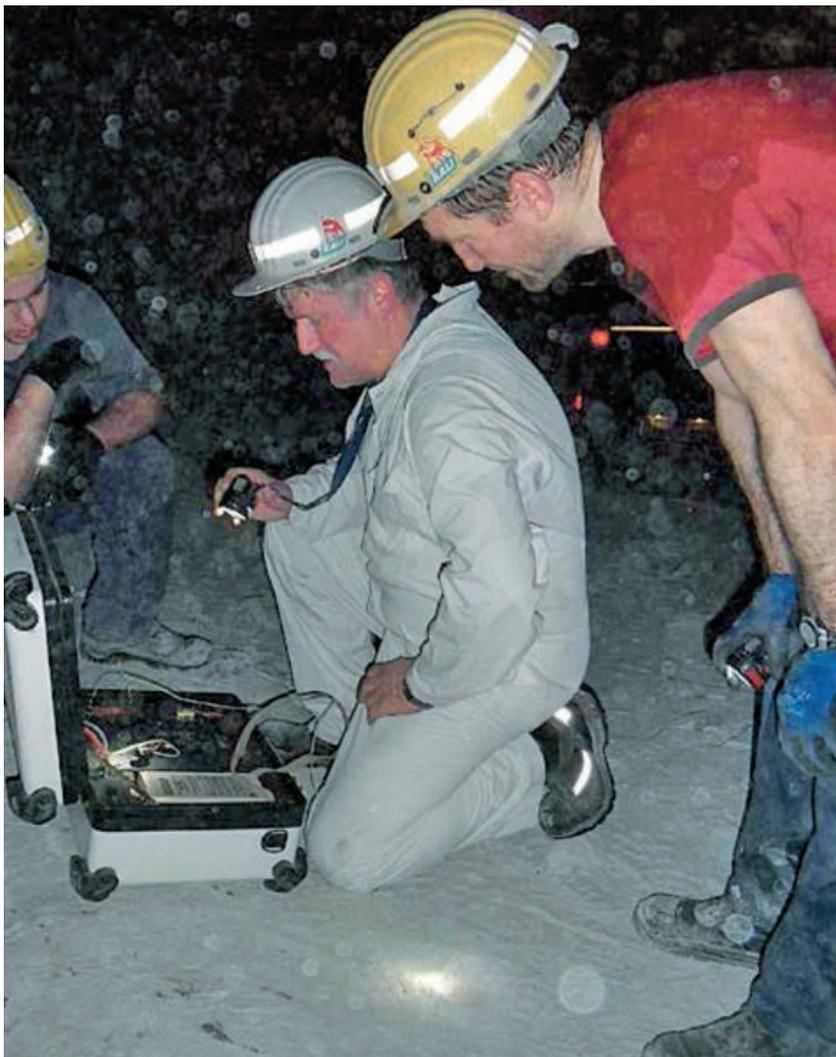


Abb. 7: Einsatz der Zündeinrichtung für elektronische Zünder (Fa. MAXAM)

einzelnen im Grubengebäude verteilten Sprengstellen.

Für die Abklappen und die Firste dienen die Stöße bzw. die Firsten der bereits aufgefahrenen Hohlräume als freie Flächen für die ersten Sprengladungen. Beim Vortrieb dagegen wird aus dem Vollen im Paralleleinbruch lediglich auf die drei Großbohrlöcher (je 280 mm) gesprengt. Dabei muss – im Gegensatz zu den beiden anderen Fällen – ein nicht unerheblicher Anteil des Sprengaufwerks einer jeden einzelnen Sprengladung aus dem unmittelbaren Sprengbereich heraus in den rückwärtigen freien Raum des Sprengortes bewegt werden. Dies ist die Voraussetzung dafür, dass für die nachfolgenden Sprengladungen wieder genügend Ausdehnungsraum zur Verfügung steht und es nicht zum „Brickettieren“ des Sprengaufwerkes und letztendlich zum sogenannten Abbrechen der Sprengarbeit kommt. Damit ist das Sprengen des Vortriebes als der anspruchsvollste bzw. kritischste Teil einer Ortsbrust anzusehen. Die realisierbaren Abschlaglängen liegen hier grundsätzlich unter denen der Abklappen und der Firste.

Je weniger die Abschlaglängen im Vortrieb unter denen der Abklappen und Firsten liegen, desto seltener muss der Vortrieb einzeln gesprengt werden. Das einzelne Sprengen von Vortrieben – insofern es nicht wie beim Ansetzen von Strecken unvermeidbar ist – führt grundsätzlich zu einer nachteiligen Verringerung der Betriebspunktkonzentration. Damit ist die Erzielung eines hohen Abschlagwirkungsgrades bei möglichst großer Längenvorgabe gerade in diesem Teil der Ortsbrust eine wichtige Vor-

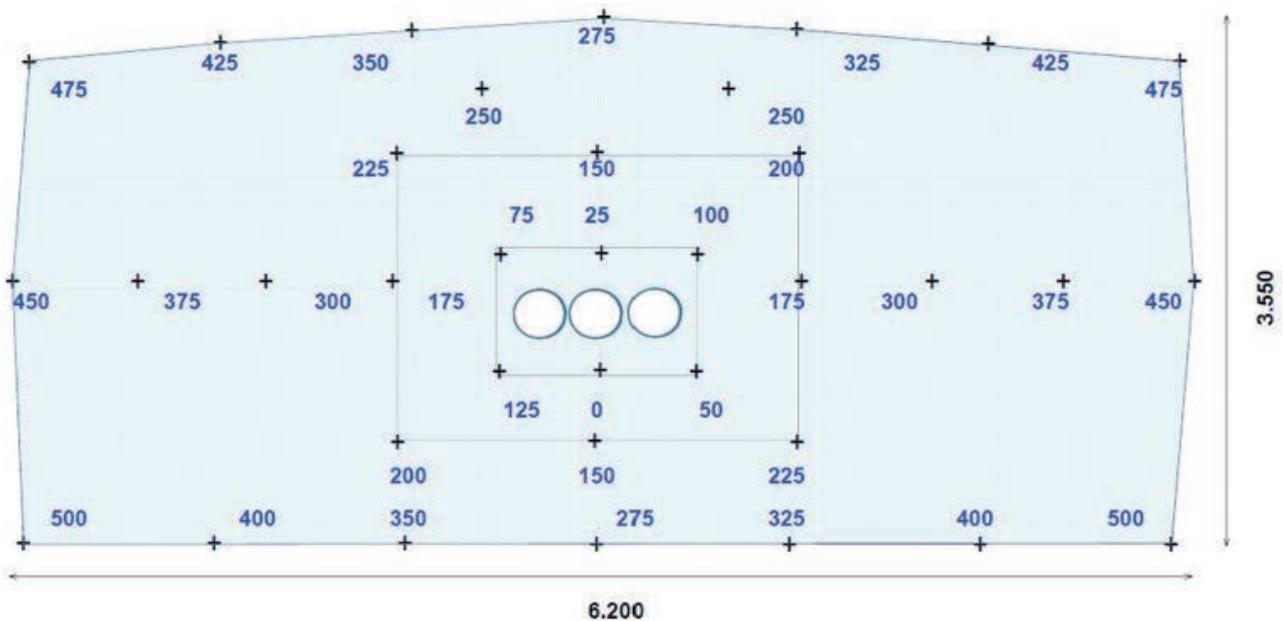


Abb. 8: Verzögerungszeiten in ms bei einem Verzögerungsintervall von 25 ms

aussetzung für eine leistungsfähige und damit auch kostengünstige Streckenauffahrung.

Im Kali- und Steinsalzbergbau der K+S Gruppe werden in den Vortrieben ausnahmslos elektrische Langzeitzündler mit einem Verzögerungsintervall von 250 ms eingesetzt. Abbildung 5 zeigt exemplarisch die Verzögerungszeiten der einzelnen Sprengladungen bei sinnvoller Verteilung der Zündzeitstufen im Standardbohrschema der Grube Zielitz.

Kurzzeitzündler mit einem Intervall von 25 ms bringen hier bekanntermaßen nur unbefriedigende Sprengergebnisse. Möglicherweise ist im Vortrieb eine Mindestverzögerungszeit zwischen aufeinanderfolgenden Sprengladungen erforderlich. Hinreichende Versuchsergebnisse hierzu waren bisher allerdings nicht bekannt.

#### Veranlassung für die Versuche

Seit über 10 Jahren führt K+S in den Produktionsstätten der Hersteller elektrischer Sprengzündler QM-Au-

ditierungen durch und veranlasst Stichprobenuntersuchungen bei unabhängigen Instituten. Damit sollen die Handhabungssicherheit und die technische Funktionalität der elektrischen Sprengzündler nachhaltig gewährleistet werden. Daneben werden – wie eingangs beschrieben – seit 2011 bei der BAM auch Verzögerungszeitmessungen an elektrischen Sprengzündern aller K+S beliefernden Hersteller gemäß DIN EN 13763-16 durchgeführt und bewertet. Diese Messungen wurden bereits erläutert. Zusätzlich übersenden mittlerweile die Zünderhersteller auf Anfrage die Daten ihrer im Rahmen der Endproduktprüfung ermittelten Verzögerungszeitmessungen vor deren Verbringung an K+S.

Die einzelnen Verzögerungszeiten weichen trotz Einhaltung des gemäß DIN EN 13763-1 zulässigen minimalen c-Wertes von 2,12 so sehr von ihren nominalen Werten ab, dass bei Langzeitzündern der 250-ms-Serie vereinzelt mit einem Verzögerungsintervall gerechnet

werden muss, das dem nominalen Intervall der Kurzzeitzündler der 25-ms-Serie entspricht. Es besteht sogar – trotz Einhaltung der in der Norm festgelegten Kennwerte – ein geringes Überlappungsrisiko benachbarter Zündzeitstufen. Dieser Sachverhalt und die oben erwähnte Vermutung, dass im Vortrieb ein Mindestverzögerungsintervall erforderlich ist, führten zu den im Folgenden beschriebenen Versuchen.

#### Versuche zur Ermittlung des Einflusses des Verzögerungsintervalls auf das Sprengergebnis

Durch Verkürzung der Verzögerungszeit aufeinanderfolgender Zündzeitstufen wurde ermittelt, welches Verzögerungsintervall mindestens erforderlich ist, um ein noch zufriedenstellendes Sprengergebnis im Vortrieb zu erzielen. Als Maßstab für den Erfolg der Sprengarbeit wurde der Abschlagwirkungsgrad herangezogen, dieser sollte mindestens 95 % betragen. Werte dieser Größenordnung

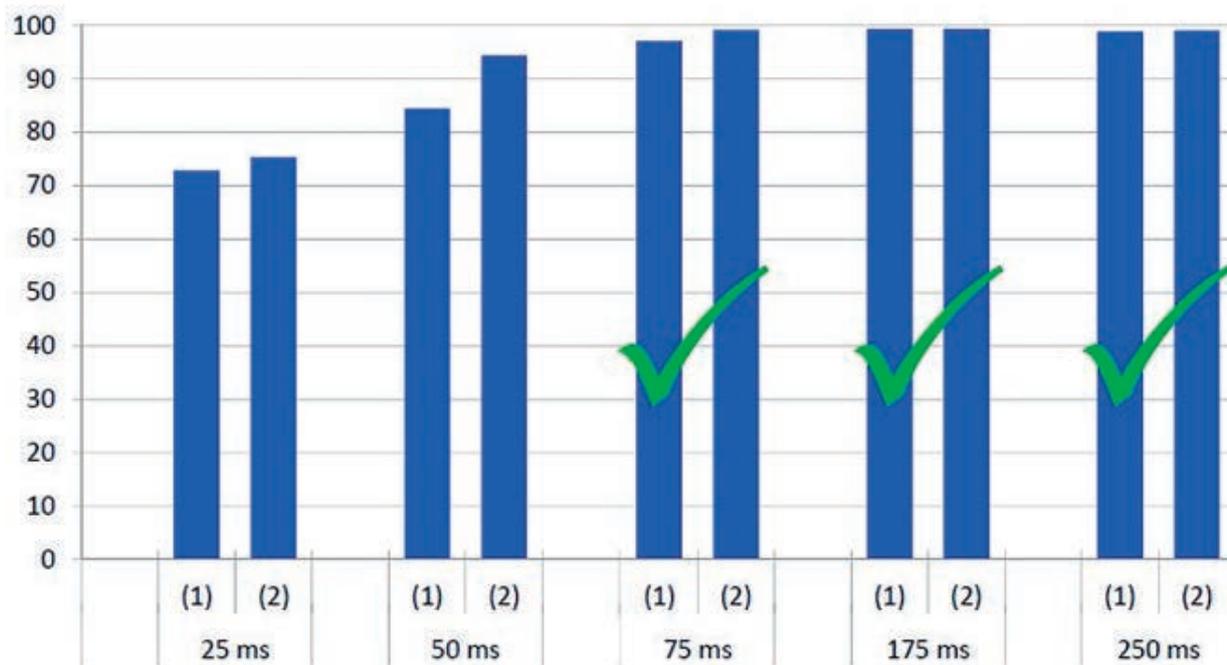


Abb. 9: Abschlagwirkungsgrad in Abhängigkeit vom Verzögerungsintervall, Angaben in %

gelten als erreichbar, da sie bereits in anderen Versuchsreihen nachgewiesen worden sind. Zur Ermittlung des Abschlagwirkungsgrades wurde vor dem Sprengen die Länge jedes einzelnen Sprengbohrloches mit Hilfe eines mit Markierungen versehenen Fiberglasstabes gemessen. Nach dem Leerfahren und Berauben des Sprengortes wurden die zugehörigen Bohrlochbuchsen aufgenommen.

Für die Versuche wurden – erstmalig bei einer nennenswerten Anzahl von Gewinnungssprengungen im deutschen Kali- und Steinsalzbergbau – elektronische Zünder eingesetzt (Abbildung 6), deren Verzögerungszeit sehr genau einstellbar ist. Die Abweichung der tatsächlichen Verzögerungszeit vom Nominalwert beträgt bei den verwendeten Zündern (RIOTRONIC DT, Fa. MAXAM) gemäß Herstellerangaben  $\pm 1$  ms bei bis zu 20.000 ms Verzögerungszeit [5].

Der Einsatz elektronischer Zünder ist im Sonderbetriebsplan Sprengwesen des Grubenbetriebes Zielitz nicht vorgesehen. Da somit das zugehörige spezielle Sprengzubehör nicht zur Verfügung stand und zudem eine entsprechende Fachkunde erforderlich war, wurden die Versuche in Abstimmung mit der zuständigen Aufsichtsbehörde, dem Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, in enger Zusammenarbeit mit der Fa. MAXAM Deutschland GmbH durchgeführt (Abbildung 7).

Die im Rahmen der versuchsweisen Verwendung gewonnenen Erfahrungen bestätigten die Vermutung, dass mit elektronischen Zündern nicht im Ansatz an die mit elektrischen Zündern realisierten Leistungen der Sprenghauer angeknüpft werden kann. Zudem entsteht vor allem im Bereich des Vortriebes wegen der hier hohen Bohrlochdichte ein hohes Risiko

der Verwechslung bei der Zuweisung der Zündzeitpunkte zu den jeweiligen Sprengladungen infolge des entstehenden Wirrwarrs von Zünderdrähten. Hinzu kommt die Gefahr der Falschprogrammierung. Auch ein Fernzünden, adäquat dem heute üblichen Verfahren, ist ohne weiteres nicht möglich. Da zudem die Preise elektronischer Zünder bei einem Vielfachen der Preise für elektrische Zünder liegen, gibt es keine Veranlassung, den grundsätzlichen Einsatz elektronischer Zünder in den Kali- und Steinsalzgruben der K+S Gruppe in Erwägung zu ziehen.

Die 36 Sprengbohrlöcher des Bohrprogramms 0 (Bohrlochdurchmesser 38 mm) wurden mit Bohrwagen des Typs BW 50 der Fa. HSMT gebohrt. Als Sprengstoff kam ANDEX LD der Fa. MSW-Chemie GmbH zum Einsatz. Die Initiierung erfolgte wie bereits beschrieben mit elektronischen Zündern RIO-

TRONIC DT und Verstärkungsladungen des Typs RIOPRIME 25 (21 g PETN) der Fa. MAXAM.

Mit den gewählten Verzögerungsintervallen von 250 ms, 175 ms, 75 ms, 50 ms und 25 ms wurden jeweils zwei Vortriebsprengungen durchgeführt. Abbildung 8 zeigt die Verzögerungszeiten bei vorgegebener Zündfolge und einem Verzögerungsintervall von 25 ms.

### Versuchsergebnis

Die Versuche zeigen, dass im Vortrieb für ein akzeptables Sprengergebnis tatsächlich ein Mindestverzögerungsintervall in der Größenordnung von 75 ms erforderlich ist (Abbildung 9) und damit der Einsatz von Kurzzeitzündern der 25-ms-Serie nicht sinnvoll ist.

Mit dem Nachweis des kritischen Verzögerungsintervalls liegt nunmehr auch eine plausible Erklärung für das hin und wieder bei Befahrungen feststellbare Phänomen vor, dass Vorgaben trotz unkritischer sprengtechnischer

Parameter und auch offensichtlich normal durchdetonierter Ladesäule nicht geworfen wurden. In solchen Fällen könnte der zeitliche Abstand zwischen benachbarten Sprengladungen zu klein gewesen sein. Bisher kamen in diesen Fällen als denkbare Ursachen nur eine falsche Auswahl bzw. eine Verwechslung der Zündzeitstufe durch den Sprenghauer oder die Überlappung von Verzögerungszeiten in Frage.

### Bewertung gemessener Verzögerungszeiten

Im Folgenden wird am Beispiel der Verzögerungszeiten einer Liefercharge Sprengzünder untersucht, inwieweit die eingangs beschriebene Ermittlung und Bewertung von Verzögerungszeiten gemäß DIN EN 13763-16 geeignet ist, die Unterschreitung des nachgewiesenen kritischen Verzögerungsintervalls von 75 ms aufzuzeigen. Allen folgenden Darstellungen liegen die gleichen Verzögerungszeiten der Zündzeitstufen 13 und 14 einer Lieferung

Langzeitzünder der 250-ms-Serie zugrunde.

Abbildung 10 zeigt die Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen nach DIN EN 13763-16 mit Annahme-Dreiecken. Sie lässt keinerlei Hinweise auf kritische Werte erkennen. Die Wertepaare beider zur Lieferung gehörenden Produktionschargen liegen innerhalb der Annahmedreiecke.

Auch die zugehörigen c-Werte der Zünder der Zündzeitstufe 13 – nominale Verzögerung 3250 ms – liegen mit 3,47 und 3,85 (Charge 1 bzw. 2) deutlich über dem Akzeptanzwert von 2,12. Die entsprechenden Werte der Zünder der darauffolgenden Zündzeitstufe betragen immerhin noch 2,52 bzw. 3,17 und sind somit ebenfalls beanstandungsfrei.

Wählt man als Darstellungsform die der Mittelwerte und Spannweiten (Abbildung 11), ergibt sich ein etwas anderes Bild. Die Mittelwerte liegen zwar nahe am nominalen Wert, die Spannweiten deuten

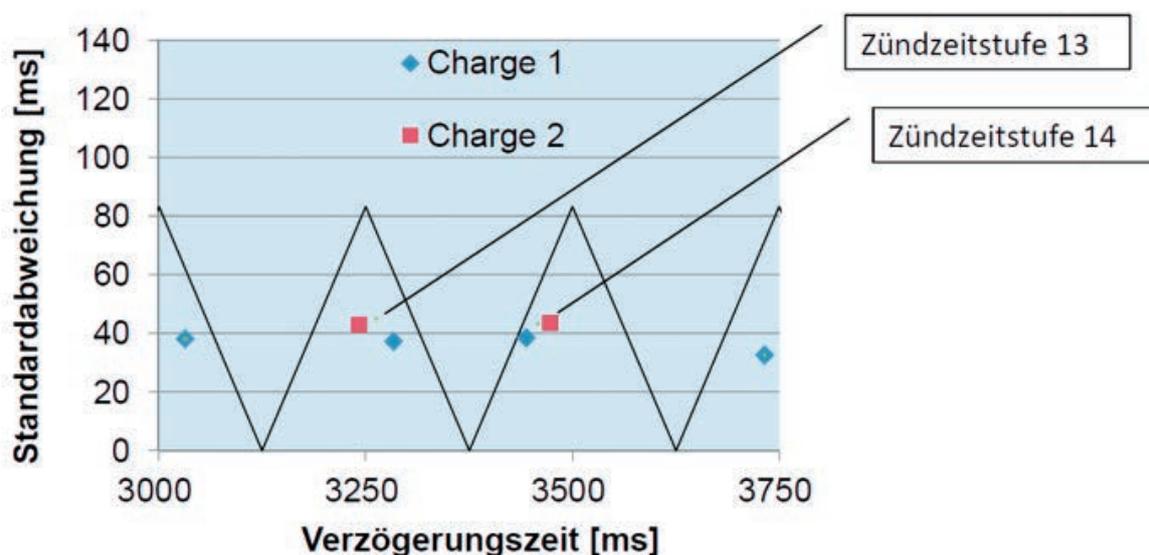


Abb. 10: Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen nach DIN EN 13763-16 mit Annahme-Dreiecken

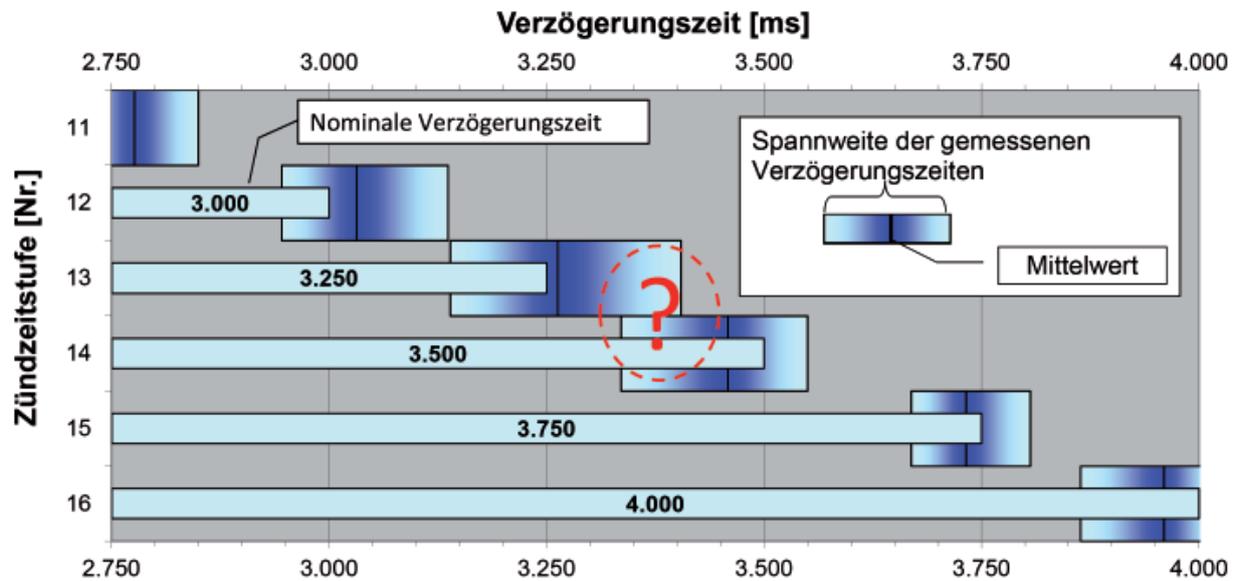


Abb. 11: Darstellung der Mittelwerte und Spannweiten

aber auf Überlappungen hin. Noch deutlicher wird die Problematik, wenn die einzelnen Messwerte (Abbildung 12) betrachtet werden.

Es ist erkennbar, dass beim Einsatz der geprüften Zünder die Einhaltung des Mindestverzögerungsintervalls von 75 ms in mehreren Fällen nicht gegeben wäre. Alle Messwerte, die in dem schattiert gekennzeichneten Bereich liegen, sind unter diesem Gesichtspunkt als kritisch anzusehen.

Schwerwiegender sind selbstverständlich die in der Darstellung gut erkennbaren Überlappungen. Diese konnten in der Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen nach DIN EN 13763-16 mit Annahme-Dreiecken nicht erkannt werden.

### Schlussfolgerungen

Die Richtigkeit der bisherigen Verfahrensweise, Kurzzeitzünder der 25-ms-Serie in den Vortrieben des Kaliwerkes Zielitz nicht einzusetzen, wurde bestätigt. Es darf ver-

mutet werden, dass dies auch auf andere Standorte der K+S Gruppe übertragbar ist. In Versuchen wurde ein erforderliches Mindestverzögerungsintervall von 75 ms ermittelt.

Aber auch Langzeitzünder (250-ms-Serie), die den Anforderungen der DIN EN 13763 genügen, können dieses Intervall nicht immer gewährleisten. Dies würde theoretisch nur mit dem Auslassen jeder zweiten Zündzeitstufe sicher gelingen. Praktisch ist dies nicht durchführbar, weil für das Leitsprengbild des Bohrprogramms 0 (Abbildung 5) sinnvollerweise alle 20 zur Verfügung stehenden Zeitstufen der Langzeitzünder (Fa. MAXAM) eingesetzt werden sollten.

Vor dem Hintergrund der neu gewonnenen Erkenntnisse sind die Anforderungen an elektrische Zünder im Rahmen der bei pyrotechnischer Verzögerung bestehenden Möglichkeiten kritisch zu hinterfragen. Es ist zu prüfen, ob mit den Herstellern von Sprengzündern Kennwerte vereinbart werden kön-

nen, die über die Anforderungen der DIN EN 13763 hinausgehen.

### Zusammenfassung

Gemäß der 1. SprengV müssen die Verzögerungszeiten von Zeitzündern so gleichmäßig sein, dass die Wahrscheinlichkeit von Überlappungen der Verzögerungszeiten benachbarter Zeitstufen unbedeutend ist. Die daraus resultierenden Anforderungen an elektrische Sprengzünder sind in der DIN EN 13763-1 festgelegt und werden vorgestellt. Insbesondere wird dabei auf das im Teil 16 dieser Normreihe festgelegte Prüfverfahren für die Bestimmung der Verzögerungszeiten eingegangen. Für diese Prüfungen steht bei der BAM ein entsprechender Zünderprüfstand zur Verfügung. Die Prüfkriterien und deren Bewertung werden vorgestellt. Dabei ist insbesondere ein c-Wert  $\geq 2,12$  einzuhalten.

Im Auftrag der K+S Aktiengesellschaft wurden bei der BAM Verzögerungszeitmessungen der

Zünder aller Lieferanten durchgeführt und damit der aktuelle Stand der Technik ermittelt. Zusätzlich übersenden die Zünderhersteller auf Anfrage die Daten ihrer im Rahmen der Endproduktprüfung ermittelten Verzögerungszeitmessungen vor deren Verbringung an K+S. Teilweise weichen die einzelnen Verzögerungszeiten trotz Einhaltung des gemäß DIN EN 13763-1 zulässigen minimalen c-Wertes von 2,12 so stark von ihrem nominalen Wert ab, dass bei Langzeitzündern der 250-ms-Serie vereinzelt mit einem Verzögerungsintervall gerechnet werden muss, das dem nominalen Verzögerungsintervall der Kurzzeitzündern der 25-ms-Serie entspricht. Dieser Sachverhalt und die allgemein anerkannte Tatsache, dass mit Kurzzeitzündern (Intervall 25 ms) im Vortrieb in Salzgesteinen nur unbefriedigende Sprengergebnisse erzielt werden können, führten zu der Vermutung, dass im Vortrieb ein Mindestverzögerungsintervall von deutlich mehr als 25 ms erforderlich ist. Bei Versuchen

mit elektronischen Zündern im Grubenbetrieb Zielitz wurde dieses mit 75 ms bestimmt. Ein genereller Einsatz elektronischer Zünder in den Kali- und Steinsalzgruben der K+S Gruppe ist auf Grund des Preisniveaus, aber vor allem wegen des relativ aufwendigen Handlings nicht in Betracht zu ziehen.

Die Darstellung der Einzelverzögerungswerte von Prüfkargen zweier benachbarter Zündzeitstufen verdeutlicht, dass das mindestens erforderliche Verzögerungsintervall bei Langzeitzündern (250 ms) nicht in jedem Fall gewährleistet ist, obwohl die Zünder den Anforderungen der DIN EN 13763-1 genügen. Hiermit gibt es eine Erklärung für das Phänomen, dass gelegentlich Vorgaben trotz Unterschreitung der Grenzvorgabe und offensichtlich normal durchdetonierter Ladesäule nicht geworfen werden und damit die Effizienz der Sprengarbeit negativ beeinflusst wird. Es ist zu prüfen, inwieweit die Anforderungen an die Verzögerungsgenauigkeit elektrischer

Sprengzünder über die Anforderungen der DIN EN 13763 hinaus erhöht werden können.

**Quellenangaben:**

- [1] SprengG Sprengstoffgesetz. (2009). Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe, in der Fassung vom 10. September 2002, zuletzt geändert am 11. August 2009 (BGBl. I S. 2723)
- [2] DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (2005). DIN EN 13763-1 – Explosivstoffe für zivile Zwecke – Zünder und Verzögerungselemente – Teil 1: Anforderungen. Berlin: Beuth Verlag GmbH
- [3] DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (2005). DIN EN 13763-16 – Explosivstoffe für zivile Zwecke – Zünder und Verzögerungselemente – Teil 16: Bestimmung der Verzögerungsgenauigkeit. Berlin: Beuth Verlag GmbH
- [4] Interne Unterlagen K+S Aktiengesellschaft und K+S KALI GmbH, Werk Zielitz
- [5] <http://www.maxam-deutschland.com/>

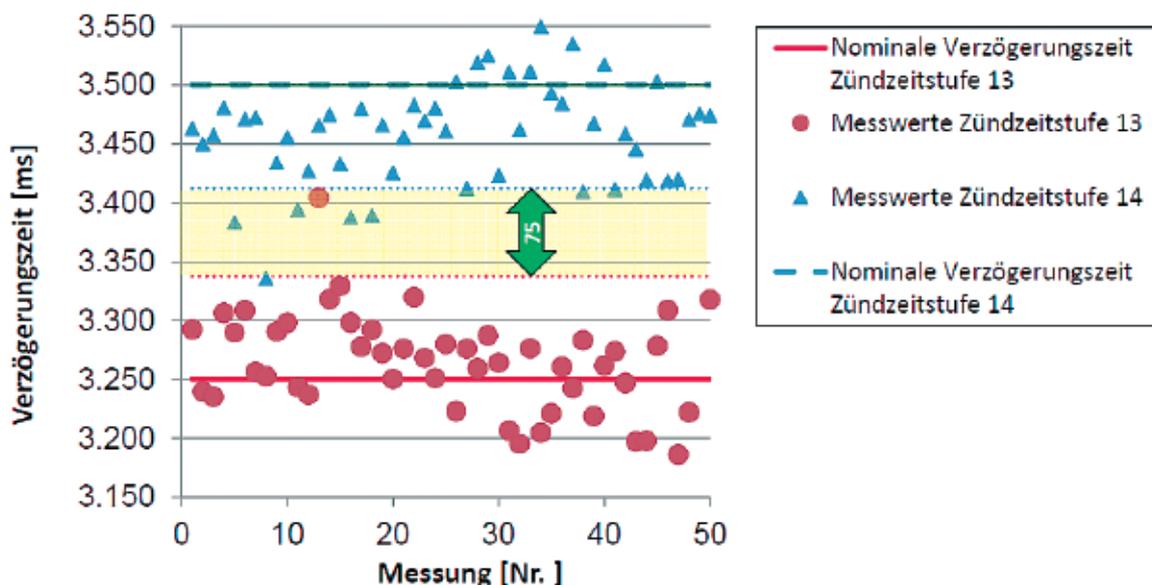


Abb. 12: Darstellung der einzelnen Messwerte

**GTS**

*After 75 years of potash mining, "Grube Teutschenthal" nearby Halle a.d. Saale in Saxony-Anhalt, has developed – since the mid-nineties – into one of Europe's most modern backfilling mines. Using three backfilling technologies independent from each other the GTS performs the task to protect the surface by backfilling the cavities generated by potash mining. At the same time, GTS is competent partner for the management of mineral waste resulting mostly from thermal industrial processes.*

# GTS Grube Teutschenthal Sicherungs GmbH & Co. KG



Hans-Dieter Schmidt  
für die GF



Dr. Karsten Mänz für  
die Verantwortung für  
Strategie/Planung

Nach 75-jährigem Kalibergbau hat sich die Grube Teutschenthal, nahe Halle a.d. Saale in Sachsen-Anhalt, seit Mitte der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts zu einem der modernsten Versatzbergwerke Europas entwickelt. Mittels dreier unabhängig voneinander arbeitenden Versatztechnologien kommt die GTS ihrer Aufgabe nach Sicherung der Tagesoberfläche durch Versatz der nach dem Kaliabbau verbliebenen Hohlräume nach und ist gleichzeitig kompetenter Partner für die Entsorgung mineralischer Abfälle aus in der Hauptsache thermischen industriellen Prozessen. Heute nehmen sich 110 Mitarbeiter, begleitet von einem Weiterbildungs- und Qualifizierungsprogramm, dieser Aufgabe an, in einem von komplexen gebirgsmechanischen Bedingungen geprägten ehemaligen Kalibergwerk.



Schachtförderanlage, Dickstoffanlage, Freilagerfläche und Schachthalle mit Homogenisierungsanlage, Osthalde

### Geschichtliche Entwicklung des Bergwerks Teutschenthal

Bei der Suche nach bergmännisch abbauwürdigen Steinsalzvorkommen wird bei einer Erkundungsbohrung in Staßfurt 1843 in einer Teufe von ca. 247 m erstmalig in der Welt ein Kalilager („Flöz Staßfurt“) erreicht. 1888 werden die Erkundungen im Revier Saale-Unstruth aufgenommen, die 1902 mit der Erkundungsbohrung „Teutschenthal 1“, 70 m westlich des heutigen Schachtes Teutschenthal, in einer Teufe von ca. 654 m ein ca. 55 m mächtiges Kalilager erschließen. Mit Gründung im Jahre 1905 nimmt die „Kaliwerke Krügershall AG“ mit dem Unternehmenszweck „Kaligewinnung und bestmögliche Verwertung“ ihre Arbeit auf. Nach Errichtung der bergmännischen

und weiterbearbeitungsseitigen Infrastruktur beginnt Ende 1907 die Kaliförderung und -aufbereitung.

Im Laufe des 75 Jahre anhaltenden Kalibergbaus werden die Grubenfelder „Salzmünde“ und „Angerdorf“ erschlossen und die Aufbereitungstechnologien entlang der zunehmenden Nachfrage nach Kaliprodukten aus der Landwirtschaft, der chemischen Industrie, Glasindustrie und Metallurgie weiter entwickelt. In der Hochzeit von Gewinnung, Förderung und Verwertung betreiben bis zu 1100 Werk-tätige neben der Kaliförderung ein eigenes Kraftwerk, eine eigene Brauch- und Trinkwasserversorgung, zentrale Forschungseinrichtungen, eine werkseigene Berufsschule mit angeschlossener Lehrwerkstatt für jährlich 180 Lehrlinge

unterschiedlichster Berufssparten sowie eine eigenes Kulturhaus. Die maximale Rohsalzgewinnung liegt bei 900 Förderwagen pro Schicht.

In Schwierigkeit und Komplexität zunehmende Abbauverhältnisse zwingen 1982 nach Abbau von ca. 38 Mio. t Kalirohsalz zur Einstellung der Förderung und Stilllegung der Kalifabrik. Verahrungs- und Abrissarbeiten über- und untertage prägen die Übergangszeit bis 1990 ebenso wie die Herstellung und der Vertrieb von MgO-Sinter für die Feuerfestindustrie, Salzsäure für die Lebensmittel- und Pharmazeutische Industrie und Calciumchlorid, die im Zuge der Wirtschafts- und Währungsunion Ende der 80er Jahre aufgrund verlorengehender Wirtschaftlichkeit aufgegeben werden müssen.

1990 genehmigt das zuständige Bergamt Erfurt die Wiederinbetriebnahme der Kaligrube Teutschenthal mit dem Ziel ihrer Verwahrung durch Hohlraumverfüllung mit geeigneten Abfallstoffen. 1993 beginnt die GTS Grube Teutschenthal Sanierungs GmbH den Versatzbetrieb mit dem Schüttgutversatz unter Nutzung der Altanlagen aus dem Gewinnungsbetrieb (Fördergestell, Förderwagen, Grubenlok), der 1995 mit neu errichteten über- wie untertägigen versatzbergbaulichen Infrastrukturen eine Leistung von ca. 70.000 t/a erreicht. Mit der Inbetriebnahme der Dickstoffanlage 2005, zur Herstellung einer pumpfähigen, überschussfluidarmen, selbst erhärtenden Suspension auf der Basis von Stäuben aus Verbrennungsanlagen sowie fortgesetzten technischen wie organisatorischen Verbesserungen verfügt GTS, heute ein Unternehmen der Geiger GmbH & Co. KG Oberstdorf, über eine Versatzleistung von 300.000 t/a. Dipl.-Ing. Hans-Dieter Schmidt ist seit 01.07.2009 als Geschäftsführer für den operativen Bereich Betrieb/Vertrieb sowie Dipl.-Geol. Wolfgang Fuchs geschäftsführend für den strategisch/planerischen Bereich verantwortlich, der von Dr. Karsten Mänz als Prokurist geleitet wird.



Schüttgutversatz: Umschlag untertage – muldengestütztes Transportsystem in Muldenkipper

### Gebirgsmechanische Bedingungen in der Lagerstätte Teutschenthal

In den Grubenfeldern der GTS am Standort Teutschenthal steht Carnallitit als Salzgestein in geschichteter Form an; in der Hauptsache bestehend aus den Salzmineralen Carnallitit, Kieserit, Tachyhdrit und Steinsalz sowie untergeordnet aus Anhydrit, Ton und anderen Mineralen. Die, die Standsicherheit der

untertägigen Abbauräume bestimmenden geomechanischen Eigenschaften der Lagerstättengesteine sind im Fall des Carnallitits insbesondere bei gleichzeitig hohem Anteil an Tachyhdrit ungünstig ausgeprägt:

- die geringe Gesteinsfestigkeit mit 12 MPa–15 MPa,
- die fehlende plastische Verform-

barkeit, die bei Annäherung der Belastung an die Grenztragfähigkeit zu unangekündigtem plötzlichem Zerbersten, dem „Sprödbuch“ (Gebirgsschlag) führt,

- die allmähliche Entfestigung im Zeitverlauf, die zu zunehmendem Verzehr an Standsicherheitsreserven bis zum Pfeilerversagen über Sprödbuch führt,

- die hohe Löslichkeit gegenüber Steilsalzlösungen und Wasser, die Entfestigungen zur Folge hat; allein die Feuchte durchziehenden Grubewetters wirkt entfestigend

sind die gebirgsmechanischen Ausgangsbedingungen für die planmäßige Auslegung von Abbaupfeilern und der dazwischen liegenden Kammern (Abbaudimensionierung zu Zeiten der Kaligewinnung) und für die Planung des Hohlraumversatzes, als Entgegnung auf den mit dem Kaliabbau einhergehenden gebirgsmechanisch bedingten Sicherheitsverzehr der tragenden Pfeiler.

Die von der Grube Teutschenthal bekannten Gebirgsschläge von 1916, 1940 und 1996 gehen direkt auf unzureichende Berücksichtigung der gebirgsmechanischen Eigenschaften bei früheren Abbauplanungen und Grubenbetrieb zurück: Unzureichende triaxiale Einspannungen / Unterdimensionierungen der Abbaupfeiler im Zusammenwirken mit vergleichsweise hohen Tachhydritgehalten und flüssigkeitsbedingten Entfestigungserscheinungen durch Verwendung halbflüssig und unzureichend eingebrachten Versatzes haben 1916 und 1940 zum Verlust der Systemstabilität geführt und den Gebirgsschlag unmittelbar nach Gewinnungssprengungen ausgelöst. Abweichend davon wurde der Gebirgsschlag 1996, in einem während der Gewinnungsphase standsicheren, aber unversetzten Feldesteil, nicht durch Gewinnungssprengungen, sondern erstmals allein durch das Entfestigungsverhalten des Carnallitits ausgelöst.

### Die Grube Teutschenthal als Versatzbergwerk

Der Versatz der aus früherer bergbaulicher Nutzung verbliebenen untertägigen Hohlräume des ehemaligen Salzbergwerks Teutschenthal zur Sicherung der Tagesoberfläche vor langsamen und am Standort Teutschenthal gebirgs-

mechanisch bedingten schlagartigen Setzungen („Gebirgsschlag“) ist eine Aufgabe von hohem öffentlichem Interesse. Grundlage der Versatztätigkeiten ist der für die Grube Teutschenthal vorliegende „Langzeitsicherheitsnachweis“, als Nachweis für einen während und nach der Betriebsphase lang-



Schüttgutversatz: Umschlag untertage in ehemaliger Abbaukammer



Versatz von Big Bags



Homogenisierungsanlage zur Herstellung von Versatzmischungen in Schüttgutqualität

zeitsicheren Abschluss eingebrachter mineralischer Abfälle von der Hydro- und Biosphäre. Erst mit dem Nachweis geeigneter gebirgsmechanischer, geotechnischer, hydraulischer Barrierebedingungen ist die Voraussetzung für den Versatz der Hohlräume mit mineralischen gefährlichen industriellen Abfällen gegeben („versatztechnische Abfallverwertung“). Rechtliche Grundlagen des Versatzes sind in der Hauptsache das Berg-, Abfall- und Immissionsschutzrecht mit den jeweils einschlägigen untersetzenden Verordnungen (u.a. Versatzverordnung, Gesundheitsschutzbergverordnung u.a.m.).

Die Abfälle stammen aus allen relevanten industriellen Herkunftsbereichen und werden in staubförmiger, filterkuchenartiger, flüssi-

ger oder stückiger Form geliefert:

- thermische Abfallbehandlungsanlagen (Müllverbrennungsanlagen)
- industrielle Produktionsanlagen der Automobil-, Stahl-, Zement- und anderen Industrien
- Energieerzeugungsanlagen (Kohle- und Ersatzbrennstoffkraftwerke)
- Maßnahmen des Flächenrecyclings und Rückbaus (verunreinigte Böden und Altlasten sowie Bau- und Abbruchabfälle)

Die Abfälle werden nach dem Prinzip des „vollständigen Einschusses“ (langzeitsichere allseitige Umschließung mit Salz) in die ehemaligen Hohlräume eingebracht. Der grubenspezifischen technologischen Infrastruktur der Grube Teutschenthal entspre-

chend, werden die mineralischen Abfälle als loses Schüttgut, in Big Bags oder Silos angeliefert und gemäß ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften behandelt oder unbehandelt über drei unterschiedliche Versatzarten nach untertage gefördert und in den als Hohlräume verbliebenen früheren Abbaukammern eingebaut:

#### **Loses Schüttgut und Big Bags für den Direktversatz**

Abfälle in Schüttgutform, die ohne weitere Behandlung direktversatztauglich sind, werden mit gewöhnlichen LKW-Sattelzügen angeliefert. Das Schüttgut wird über tage in handelsübliche 7-cbm-Mulden umgeladen, über die Schachtförderanlage nach untertage transportiert und untertage von Großfahr-

zeugen aufgenommen und in die Versatzhohlräume verbracht. Dort wird das Material lagenweise eingebaut und verdichtet. Das mulden-gestützte Transportsystem erlaubt die Annahme von Schüttgut bis zu einer Korngröße von 500 mm, bei einer Förderkapazität von mehr als 180.000 t/a.

In Big Bags angeliefertes Abfall-schüttgut wird ebenfalls über die Schachtförderanlage nach untertage gebracht und zum firstbündigen Abschluss der ausgesalzten Abbaukammern eingebaut. Hierfür müssen die Big Bags den Anforderungen an den Direktversatz hinsichtlich Standsicherheit und Festigkeit ohne weitere Vorbehandlung genügen. Die Jahreskapazität an Big Bags für den firstbündigen Abschluss beträgt bis zu ca. 8.000 t/a.

### **Staubförmige, filterkuchenartige und flüssige Abfälle für den konditionierten Direktversatz**

Abfallstoffe, die nicht direkt die physikalischen Anforderungen an den Bergversatz erfüllen, werden in einer eigenen Konditionierungsanlage behandelt. Dabei wird nach zugelassenen Rezepturen durch Zusammenführen und Homogenisieren von ausgesuchten Abfallstoffen unterschiedlicher Eigenschaften mit Abfallflüssigkeiten eine bergbautaugliche Versatzmischung hergestellt. Die Behandlungskapazität der Anlage beträgt ca. 100.000 t/a. Rezepturen und Herstellung der Versatzmischungen sind so ausgelegt, dass bei dem unter-tägigen offenen Umgang mit den Mischungen die toxikologischen und arbeitshygienischen Anfor-

derungen der Gesundheitsschutz-bergverordnung zum Schutz der Mitarbeiter eingehalten sind (in der Hauptsache staubfreier Umgang). Die Verbringung nach untertage erfolgt analog zu den Abfällen für den Direktversatz mit dem mulden-gestützten Transportsystem.

### **Staubförmige und flüssige Abfälle für den Dickstoffversatz**

Stäube mit besonderen Eigenschaften (begrenzt Abbindevermögen, Korngröße < 500 µm, frei von Ausgasungs- und Wärmeentwicklungspotential u.a.m.) werden mit salzhaltiger Abfallflüssigkeit und Bindemittel (Zement bzw. Bindemittlersatzstoff) zu einer Suspension („Dickstoff“) in einer nach Bundesimmissionsschutzgesetz BImSchG zugelassenen Anlage



Schüttgutversatz: Am Schacht bereitgestellte mulden-gestützte Transporte mit Schüttgut



Dickstoffanlage: Staub-/Bindemittelsilo mit angeschlossenen Solenbehältern zur Herstellung versatzgeeigneter Suspension (Dickstoff)

aufbereitet. Diese Suspension ist pumpfähig und härtet nach selbstnivellierender Verteilung in der Versatzkammer unter Erreichung der geforderten Festigkeit und des lösungsfreien Kontakts zum umgebenden Gebirge aus. Die Versatzkapazität beträgt ca. 120.000 t/a. Mit Inbetriebnahme der Dickstoffanlage 2007 wurden bis 2011 schachtnahe Bereiche unter ausschließlicher Nutzung der Energie aus der geodätischen Fallhöhe versetzt. Im Herbst 2011 hat GTS für eine Verpumpung der Dickstoffsuspension über eine Gesamtentfernung von bis zu 4 km erfolgreich eine Untertage-Druckerhöhungsanlage in Betrieb genommen

Seit 1997 ist GTS zertifizierter Entsorgungsfachbetrieb für die Lagerung, Behandlung und Verwertung von Abfällen und arbeitet nach einem Managementsystem, welches nach EN 9001 zertifiziert ist. Das installierte Qualitätssicherungssystem mit betriebseigenem Labor gewährleistet den ordnungsgemäßen Umgang mit Abfällen von der Annahme über die Behandlung bis zum Versatz sowie die Sicherheit aller damit über- und untertage Beschäftigten: Von der Eingangskontrolle über- und untertage bis zur regelmäßigen Überprüfung von Ammoniak-, Wasserstoff- und Staubkonzentrationen untertage erfolgt eine lückenlose Überwa-

chung und Dokumentation der Abfall-/Versatzstoffeigenschaften, der arbeitssicherheitstechnischen und bergbaulichen Bedingungen beim Versatzbergbau. Behördliche Kontrolluntersuchungen bestätigen die Richtigkeit und Verlässlichkeit der eingesetzten Qualitätssicherungsmaßnahmen im Umgang mit den mineralischen Abfällen. Vermessungstechnische, gebirgsmechanische und seismische Überwachungs- und Kontrollstrategien gewährleisten die Bergbausicherheit der Grubenfelder unter Versatzbedingungen und dokumentieren den sicherheitsfördernden Hohlraumverzehr mittels der Versatztätigkeiten.

### Die Zukunft am Standort Teutschenthal

Mit dem Abschluss der langzeitsicheren Verwahrung der Grubenfelder Salzmünde, Teutschenthal und Angersdorf enden die (versatz) bergbaulichen Tätigkeiten der GTS. Soweit aus heutiger Sicht ehemalige Abbaukammern für den Versatzbergbau grubentechnisch mit wirtschaftlich verhältnismäßigem Aufwand für die bei GTS betriebenen Versatzverfahren erschlossen werden können, ist von einem bis 2030 andauernden Versatzbetrieb in der beschriebenen Weise auszugehen. Im Anschluss erfolgt die langzeitsichere Verwahrung der Schächte Salzmünde (Grubenfeld Salzmünde), Teutschenthal (Grubenfeld Teutschenthal) sowie Halle und Saale (Grubenfeld Angersdorf). Der Versatz der Abbaukammern sowie der luft- und soleerfüllten Kavernen im Grubenfeld Angersdorf ist im Dickstoffverfahren mit einer eigenen Dickstoffanlage am Standort Angersdorf vorgesehen.

Die versatzbergbaulichen Tätigkeiten in der Grube Teutschenthal verlangen, allein bedingt durch die grubenspezifisch komplexen gebirgsmechanischen Bedingungen, nach hoch qualifizierter Bergbauerfahrung aller Beteiligten. Die Unterbrechung der bergbaulichen Tätigkeiten am Standort Teutschenthal zwischen der Einstellung der Kaligewinnung 1982 und Aufnahme der Versatz Tätigkeiten 1994 hat zu einem Bruch der bergbaulichen Traditionen geführt, einhergehend mit der Abwanderung bergbaulicher Erfahrungen und Kompetenzen. GTS sieht sich mit dem Versatzbergbau den bergbaulichen Traditionen verpflichtet und

hat die bergbauliche Berufsausbildung neben der zielgerichteten Aus- und Weiterbildung bergbau-fremder Mitarbeiter in den Fokus des Unternehmens gestellt. 2013

wird erstmals wieder seit Jahren ein junger Mitarbeiter im Rahmen des eigenen Personalentwicklungsprogramms zum Berg- und Maschinenmann ausgebildet.



Dickstoffanlage: Tanklager für Abfallflüssigkeiten



Betriebseigenes Prüflabor

### Optimization of drilling and blasting engineering in the open pit mines of SPL / Chile

*With the continuous growth during the last years the K+S Group has acquired several salt production facilities outside Germany and Europe. This includes the company Sociedad Punta de Lobos (SPL) based in Chile contributing 7 Mio t of salt capacity. The two open pit mines Loberas and Kainita are located in the Salar Grande de Tarapaca in the Atacama Desert in Northern Chile south of Iquique, in one of the driest regions on Earth. Following the integration into the K+S Group and the steady increase of production capacity, potentials for optimization were identified, investigated and realized in according projects. One of these projects is the optimization of the drilling and blasting process. Mains goals were the reduction of fines, reduction of the powder factor as well as the general reduction of costs in the whole mining cycle with drill and blast. In an extensive test program the drilling control was enhanced, the blast and initiation sequences were optimized, the parameters of subdrilling and stemming were adapted. In average for both open pits the tonnage per meter drilled was increased by 18 %, the powder factor was reduced by 10 %. In total it was possible to reduce direct costs considerably. This is accompanied by additional positive effects resulting from increased knowledge and control of the drilling and blasting processes. The excellence and effectiveness of cooperation between all partners (SPL, K+S, Orica Chile) has contributed substantially to the success of this optimization program.*

## Optimierung der Bohr- und Sprengtechnik in den Tagebauen der SPL / Chile

### Einführung

Mit dem stetigen Wachstum der K+S Gruppe sind in den vergangenen Jahren durch Akquisitionen mehrere Steinsalz produzierende Betriebe außerhalb Deutschlands



Dr.-Ing. Rüdiger Triebel  
Referatsleiter Bergbau  
Allgemeine Grundlagen  
K+S Aktiengesellschaft,  
Kassel

und Europas hinzugekommen, welche die Säulen des K+S Geschäfts nachhaltig stärken (Abbildungen 1 und 2). Dazu gehört seit 2006 auch die Sociedad Punta de Lobos (SPL) mit Produktionsstandorten in Chile und Brasilien. Mit einer Produktionskapazität von derzeit 7 Mio. t/a stellt die SPL einen bedeutenden Teil der Steinsalzaktivitäten der K+S Gruppe dar (Abbildung 3). Die beiden Tagebaue der SPL liegen im Salar Grande de Tarapaca in der Atacama-Wüste im Norden Chiles südlich von Iquique, in einer der trockensten Regionen der Erde. Hauptabsatzgebiete für das breite Produktsortiment der SPL sind die nordamerikanische Ostküste und Südamerika. Der Salar Grande de

Tarapaca hat eine Erstreckung in Nord-Süd-Richtung von ca. 46 km, die Fläche beträgt mehr als 500 km<sup>2</sup> (Abbildung 4). Erste Erkundungen wurden um 1890 durchgeführt, der industrielle Abbau von Steinsalz findet seit 1905 statt.

Zu den Herausforderungen der Bergbauaktivitäten in dieser Region gehören insbesondere das Klima sowie die Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal, Brauch- und Trinkwasser, Energie und Transportkapazitäten.

### Gewinnung im Tagebau

Der Abbau in den Tagebauen Loberas und Kainita wird auf mehreren Sohlen durchgeführt, mit der Teufe nimmt die Qualität des Rohsalzes



Abb. 1: Die 2 Säulen unseres Geschäfts



Abb. 3: Wichtige Salzanbieter weltweit

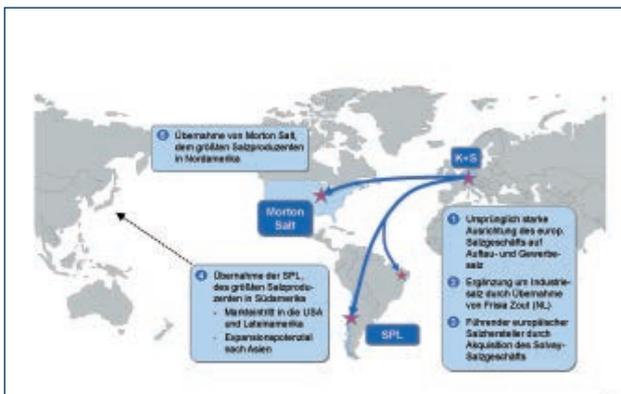


Abb. 2: Umsetzung der K+S Salzstrategie

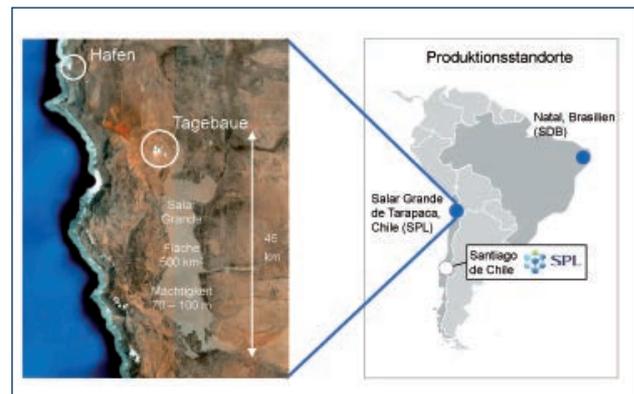


Abb. 4: Produktionsstandorte der SPL

zu (Abbildung 5). Der Gewinnungsprozess gliedert sich klassisch in Bohren, Sprengen, Laden und Abfordern (Abbildung 6).

Der Rohsalztransport von den Tagebauen zu den Aufbereitungsanlagen (Plantas) in der Nähe der Tagebaue erfolgt mit Radlader / Schwerlastkraftwagen (SKW) Kombinationen. Mit der Fertigstellung der Auffahrung eines Rampensystems im Tagebau Loberas in 2012 in Vorbereitung der Installation eines in-pit-crushers mit anschließenden Rohsalztransport zu den Plantas über Gurtförderanlagen Ende 2013 ist zukünftig auch der Einsatz von SKW mit höheren Nutzlasten möglich. Durch das Rampensystem sind die Fahrwege der SKW für den Rohsalztransport bereits jetzt deutlich reduziert, was sich in den Transportkosten positiv niederschlägt.

### Transport des Rohsalzes zum Hafen

Das Rohsalz wird in den Plantas gebrochen, gemahlen und gesiebt, die Zwischen- bzw. Fertigprodukte werden

per Muldenkipper-Lkw mit Anhängern zum ca. 27 km entfernten Hafen transportiert (Abbildung 7).

Der Hafen Patillos liegt geschützt in einer natürlichen Bucht, dort sind neben den großräumigen Produktlagerplätzen eine weitere Aufbereitungsanlage sowie zwei leistungsfähige Verladebrücken für die Schiffsbeladung sowie Verladeanlagen für den Lkw-Transport vorhanden. Der überwiegende Teil der Produkte der SPL wird lose auf Schiffe verladen.

### Bohr- und Sprengtechnik

Für das Bohren der Sprenglöcher stehen zwei Strossenbohrwagen zur Verfügung, die Bohrtätigkeiten werden mit eigenem erfahrener Personal durchgeführt. Der ältere Strossenbohrwagen ist ein Single-Pass-Bohrgerät für vertikales Bohren. Bei dem neueren Bohrwagen handelt es sich um ein Multi-Pass-Bohrgerät vom Typ Atlas Copco ROC L8 mit verstellbarem Bohrarm (Abbildung 8). Dieser Bohrwagen ist mit einem GPS-System ausgestattet, die Koordinaten der Bohr-

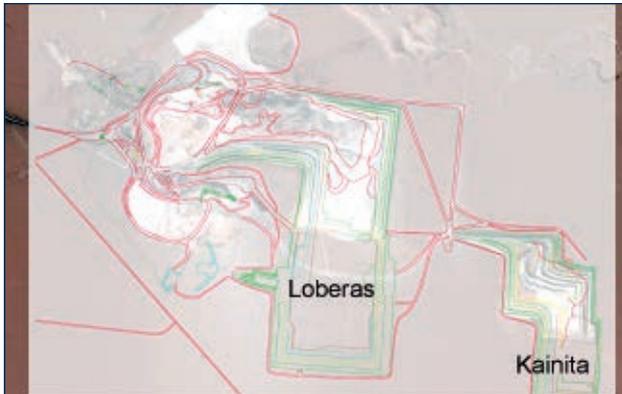


Abb. 5: Tagebaue Kainita und Loberas



Abb. 7: Transportweg Tagebaue – Hafen



Abb. 6: Prozesskette im Tagebau

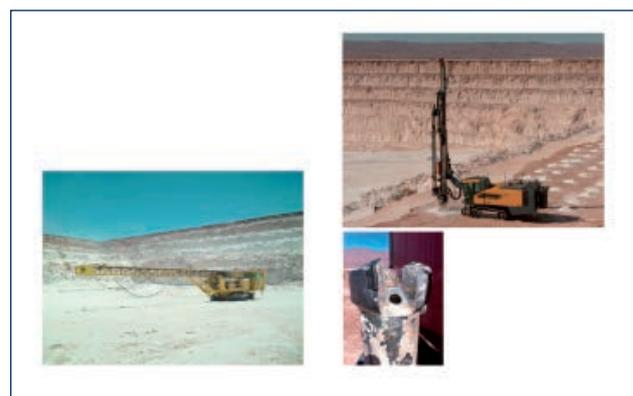


Abb. 8: Strossenbohrwagen und Drehbohrschneide

lochansatzpunkte werden per Funk übertragen. Der Bediener positioniert die Lafette manuell mit Hilfe der optischen Anzeige auf seinem Monitor im Fahrerstand. Die Strossenbohrlöcher werden mit Spülluftschneiden im drehenden Bohrverfahren hergestellt.

Die Sprengarbeiten werden von Orica Chile auf Basis eines langjährig fortgesetzten Vertrages ausgeführt. In den Bohrlöchern kommt als Sprengstoff ANFO (Ammonium Nitrate Fuel Oil) in Kombination mit Zündschlauchzündern und Verstärkungsladungen zum Einsatz. Der lose Sprengstoff wird mit einem Mischladefahrzeug hergestellt und in die Bohrlöcher geladen (Abbildung 9). In Ausnahmefällen z. B. bei lagerstättengebundener Feuchtigkeit wird in den Bohrlöchern auch patronierter Emulsionssprengstoff eingesetzt.

Aufgrund der hohen Anforderungen an die Reinheit des Rohsalzes zur Gewährleistung der Produktqualität werden erhebliche Anstrengungen unternommen, um jegliche Kontamination des Rohsalzes durch Rückstän-

de des Initiierungs- bzw. Zündsystems zu vermeiden. Die Sprenganlagen werden mittels Sicherheitsanzündschnur gezündet und sind zwischen den Bohrlöchern mit einer speziellen Sprengschnur gekoppelt. Die Sprengstoff-Ladung dieser Sprengschnur ist sehr gering, sie setzt sich rückstandsfrei um. Die Reste der Sicherheitsanzündschnur werden bei der Kontrolle des Sprengerfolges von Hand entfernt.

Die Zündschläuche und Sprengkapseln des nicht-elektrischen Zündsystems befinden sich vollständig innerhalb der ANFO-Ladesäule und werden bei der Sprengung rückstandsfrei umgesetzt (Abbildung 10). Oberflächenverzögerer wurden bisher wegen der möglichen Kontamination des Rohsalzes mit Kunststoff-Rückständen nicht eingesetzt. Die Flexibilität in der Auslegung der Zündanlagen ist somit eingeschränkt, da auch bei großen Sprenganlagen nur die begrenzte Anzahl der nominalen Verzögerungszeiten der Sprengzünder zur Verfügung steht.



Abb. 9: Sprengstoff laden auf der Strosse

### Optimierungsansätze

Mit der Integration der SPL in die K+S Gruppe und der folgenden schrittweisen Erhöhung der Produktionskapazität wurden Optimierungspotentiale erkannt, in entsprechenden Projekten geprüft und umgesetzt. Eines dieser Projekte ist die Optimierung der Bohr- und Sprengtechnik. Die Hauptziele des Projektes waren die Verringerung des Feinanteils, die Verringerung des Sprengstoffverbrauches sowie die Verringerung der Kosten im Gesamtprozess der bergbaulichen Gewinnung mit Bohr- und Sprengarbeit. In einem umfangreichen Untersuchungsprogramm wurden die Überwachung der Bohrarbeit verstärkt, die Sprengschema und die Initiierungssequenzen optimiert, die Länge der Unterbohrungen und des Besatzes wurden angepasst.

### Grundlegende Vorarbeiten

Vor der Veränderung der Bohr- und Sprengparameter wurden sämtliche Kenndaten der Bohr- und Sprengschemata für jede einzelne Strosse der beiden Tagebaue aufgenommen einschließlich der sich einstellenden Korngrößenverteilungen für die verschiedenen Prozessschritte. Somit war die Nulllinie bestimmt.

In der Sprengtechnik wurden zunächst grundlegende Messungen durchgeführt. Dazu gehörten die Detonationsgeschwindigkeit des verwendeten Sprengstoffes (Velocity of Detonation, VOD) und die Schallausbreitungsgeschwindigkeit im Salzgestein (Velocity of Propagation  $V_p$ ).

Die VOD von ANFO betrug ca. 3.800 m/s, die  $V_p$  lag zwischen 4.400 und 4.450 m/s (Abbildung 11). Die grundsätzliche Eignung des Verzögerungsintervalls

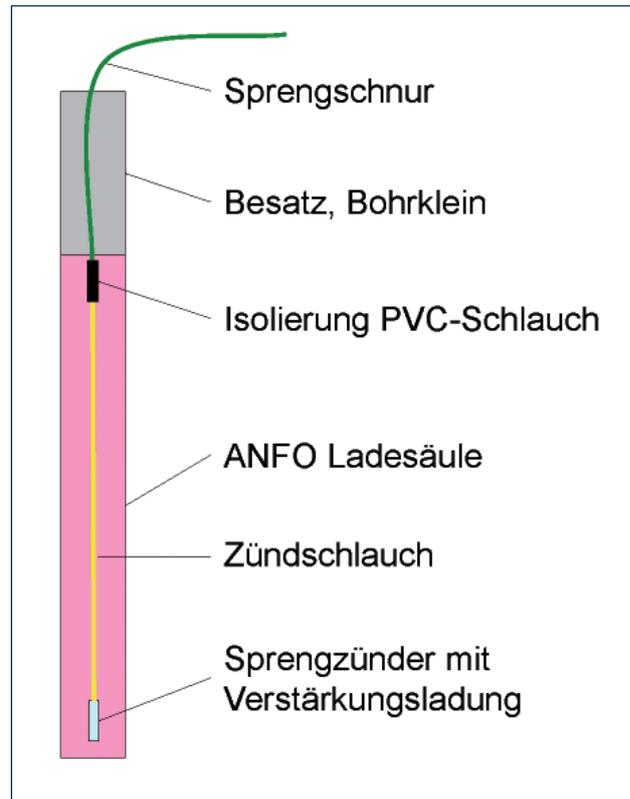
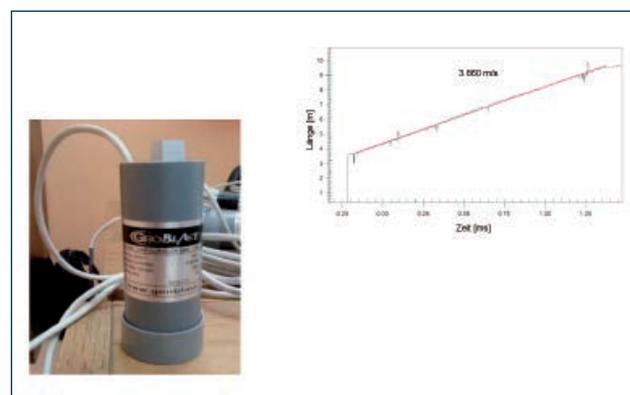


Abb. 10: Aufbau der Ladesäule


 Abb. 11: Geophon zur Messung der Schallausbreitungsgeschwindigkeit  $V_p$  und Diagramm der Detonationsgeschwindigkeit VOD

von 25 ms konnte für den Einsatzfall bei SPL nachgewiesen werden.

### Initiierungssequenz

Bei den bisher üblichen Sprenganlagen handelt es sich um Mehrreihensprengungen, in der Regel mit vier Reihen und grundsätzlich mit mehreren Ein-

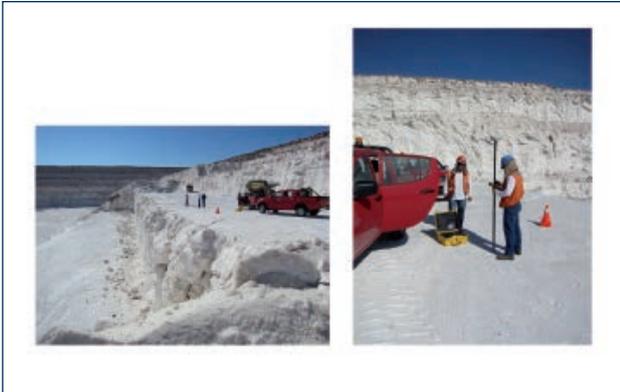


Abb. 12: Vorbereitung einer Strossensprengung im Versuchsfeld



Abb. 14: Die Juroren der Sprengtechnik



Abb. 13: Ermittlung der Grenzvorgaben mit Sprengung von einzelnen Löchern, Sprengtrog



Abb. 15: Sprengarbeiten im Tagebau Loberas

bruchskeilen. Diese sind erforderlich, wenn – wie hier aus Qualitätsgründen – Oberflächenverzögerer nicht zum Einsatz kommen und somit die Anzahl und Abstufung der realisierbaren Zündzeiten durch die Nominalwerte der pyrotechnisch verzögerten Sprengzünder begrenzt sind. Die letzte Reihe wird auf der gesamten Länge der Sprenganlage, die sich über die Breite des Tagebaus von bis zu 500 m erstrecken kann, mit geringen Seitenabständen und mit einer einzigen Zeitstufe abgetan (sog. cutting line). Dadurch wird gewährleistet, dass die zukünftige Strossenwand senkrecht steht und geradlinig verläuft. Die bisherige Initiierungssequenz mit mehreren Einbrüchen ist klar und einfach sowie lang bewährt, weist jedoch eine hohe Konzentration der Sprengenergie im Bereich der letzten Bohrlochreihe auf.

Der erste Änderungsvorschlag war die Einleitung der Sprengung mit nur einem außen liegenden Ein-

bruchskeil gefolgt von der gleichmäßigen Entwicklung seitwärts rechtwinklig zur Abbaurichtung. Die dazu erforderlichen Oberflächenverzögerer sollten mit einem hinreichenden Abstand hinter der letzten Reihe angeordnet sein, um sie nach dem Sprengen einsammeln zu können. So kann die Kontamination des Rohsalzes durch diese Komponenten verhindert werden. Gleichzeitig wurden die Vorgaben und Seitenabstände deutlich erhöht. Somit sollte eine Konzentration der Sprengenergie insbesondere im Bereich der letzten Reihe mit überflüssiger Zerkleinerungsarbeit vermieden werden. Bei zwei Versuchssprengungen stellte sich schnell heraus, dass dieser Ansatz noch zu optimieren war, die Haufwerkslage war nicht optimal und die Beschaffenheit der zukünftigen Strossenwand sehr unregelmäßig. Dies war aus arbeits-sicherheitslichen und technischen Gesichtspunkten nicht akzeptabel. Die cutting line ist offensichtlich zwingend erforderlich.



Abb. 16: Sprengarbeiten mit Testfeldern im Tagebau Loberas



Abb. 18: Optimaler Sprengerfolg



Abb. 17: Sprengarbeiten mit Testfeldern im Tagebau Loberas

Daher wurde beschlossen, das Prinzip der cutting line beizubehalten und den Schwerpunkt der Entwicklung auf die Vorgaben und Seitenabstände der Sprengbohrlöcher zu legen. Weiterhin wurden das Unterbohren des zukünftigen Strossenniveaus reduziert und die Länge sowie die Qualität des Besatzes aus Bohrklein optimiert.

### Sprengtechnische Optimierung

Mit Einzelsprengungen bei schrittweiser Vergrößerung der Vorgabe bis zum Erreichen der Grenzvorgabe wurde eindrucksvoll bestätigt, dass die bisher üblichen sprengtechnischen Vorgaben deutlich erhöht werden können (Abbildungen 12 und 13). Auf allen Strossen der beiden Tagebaue Loberas und Kainita wurden über mehrere Wochen hinweg entsprechende Sprengversuche durchgeführt und ausgewertet. Zunächst wurden aus Gründen der Produktionssicherheit kleinere Abschnitte mit veränderten Parametern gesprengt.

Nachdem sich das Vertrauen in den Sprengerfolg bei den Verantwortlichen eingestellt bzw. gefestigt hatte (Abbildung 14), wurden auch größere Abschnitte und schließlich ganze Sprenganlagen mit den neuen Parametern abgetan (Abbildungen 15, 16, 17). Somit konnten die Sprengschemata für sämtliche Strossen der beiden Tagebaue optimiert werden bei gleichzeitig nachgewiesener Reduzierung des Feinanteils aus dem Prozess Bohren und Sprengen.

Im Durchschnitt konnte für beide Tagebaue eine Erhöhung der Tonnage je Bohrmeter von 18 % erreicht werden. Der Sprengstoffverbrauch wurde um 10 % reduziert.

### Fazit

Im Ergebnis konnten durch die Optimierung der Bohr- und Sprengtechnik deutliche direkte Kosteneinsparungen erzielt werden. Diese sind begleitet von weiteren positiven Effekten, die sich auch aus der besseren Kenntnis und somit Kontrollmöglichkeit innerhalb der Prozesskette Bohren und Sprengen ableiten. Somit kann ein reprozierbar optimaler Sprengerfolg erreicht werden (Abbildung 18). Besonders positiv hervorzuheben ist bei diesem Projekt die exzellente und effektive Zusammenarbeit zwischen der SPL, den involvierten K+S Bergbauingenieuren und den Fachleuten der Orica Chile, die ganz wesentlich zum Erfolg des Optimierungsprogramms beigetragen hat.

### Literatur:

Stax, R.; Koopmann, M.: Salz ohne Grenzen: Die chilenische SPL globalisiert den Geschäftsbereich Salz der K+S Gruppe. Kali und Steinsalz, Heft 1/2009, Seite 22–31.

## K+S Gruppe

### Firmennachrichten

„Das Jahr 2012 war für die **K+S Gruppe** insgesamt erfolgreich. Unser Geschäftsbereich Kali- und Magnesiumprodukte erzielte sein bislang zweitbestes Ergebnis“, sagt Norbert Steiner, Vorstandsvorsitzender der K+S Aktiengesellschaft anlässlich der Bilanzpressekonferenz des Unternehmens am 14. März 2013. „Der Hauptversammlung werden wir für 2012 eine um 10 Cent höhere Dividende von 1,40 € je Aktie vorschlagen“, so Steiner weiter.

Im Geschäftsjahr 2012 erreichte der Umsatz mit 3,9 Mrd. € annähernd den Wert des Vorjahres (4,0 Mrd. €). Negative Mengeneffekte konnten durch positive Währungs- bzw. Preiseffekte weitgehend ausgeglichen werden. Der Geschäftsbereich Kali- und Magnesiumprodukte erzielte vor allem aufgrund höherer Durchschnittserlöse sowie einer positiven Entwicklung der Wechselkurse einen Umsatzzuwachs. Der Absatz blieb hierbei mit 6,95 Mio. Tonnen Ware gegenüber 2011 stabil. Im Geschäftsbereich Salz fiel der Umsatz insbesondere aufgrund der milden und trockenen Witterungsverhältnisse spürbar, nachdem das Vorjahr von einem überdurchschnittlichen Winter begünstigt war.

Das operative Ergebnis EBIT I ging im Jahr 2012 um rund 11 % auf 808,5 Mio. € zurück (2011: 906,2 Mio. €) und lag damit sehr nah bei der zuletzt abgegebenen Prognose von rund 820 Mio. €.

Der Geschäftsbereich Kali- und Magnesiumprodukte konnte sein operatives Ergebnis vor allem aufgrund höherer Durchschnittserlöse über das gesamte Sortiment stei-

gern. Diese konnten Kostensteigerungen mehr als ausgleichen. Mit einem EBIT I in Höhe von 773,9 Mio. € (+4,7 % zum Vorjahr) erzielte der Geschäftsbereich das zweitbeste Jahresergebnis nach 2008. Das Ergebnis des Geschäftsbereichs Salz ging aufgrund des schwächeren Auftausalzgeschäfts und des in der Bergbauindustrie üblicherweise höheren Fixkostenanteils auf 62,4 Mio. € (2011: 211,4 Mio. €) stark zurück. Kosteneinsparungen konnten diesen Rückgang nur etwas abmildern.

K+S-Vorstandschef Norbert Steiner rechnet mit einem positiven Geschäftsverlauf für das Jahr 2013: „Im Geschäftsbereich Salz erwarten wir schon allein aufgrund der winterlichen Verhältnisse zu Beginn dieses Jahres eine spürbare Erhöhung der Absatzmenge. Nach den wichtigen Vertragsabschlüssen in China und Indien sollten wir im Geschäftsbereich Kali- und Magnesiumprodukte wiederum einen Absatz auf dem hohen Niveau des Vorjahres erzielen können, allerdings bei einem niedrigeren Durchschnittspreisniveau. Alles in allem gehen wir für die K+S Gruppe von einer leichten Erhöhung des Umsatzes und des operativen Ergebnisses aus. Für 2014 sehen wir ebenfalls Chancen für eine leichte Steigerung von Umsatz und Ergebnis gegenüber dem Jahr 2013“, so Steiner weiter.

Der Aufsichtsrat der **K+S Aktiengesellschaft** wird der Hauptversammlung am 14. Mai 2013 vorschlagen, Dr. Annette Messemer und Wesley Clark neu in den Aufsichtsrat der Gesellschaft zu wählen. Dieser Beschluss folgt dem Ziel, dass dem Gremium künftig zwei weibliche Mitglieder angehören sollen und der zunehmenden

Internationalität von K+S verstärkt Rechnung getragen wird.

Dr. Annette Messemer, Bereichsvorstand Corporates & Markets der Commerzbank AG, würde den Aufsichtsrat um einen neuen unabhängigen Finanzexperten ergänzen. Der US-Amerikaner Wesley Clark, geschäftsführender Partner der Advent International Global Private Equity Group, verfügt als ehemaliger CEO der K+S-Tochtergesellschaft Morton Salt, einem der größten Salzproduzenten in Nordamerika, über langjährige Erfahrung im Salzgeschäft.

Im Rahmen eines Roundtable-Gesprächs im **Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung** (BMZ, Berlin) traf K+S-Vorstandsmitglied Gerd Grimmig am 29. Januar 2013 unter anderem Bundesminister Dirk Niebel, Bill Gates (Bill & Melinda Gates Foundation) sowie Vorstandsmitglieder weiterer Unternehmen. Dabei ging es um das Engagement des BMZ, der Bill & Melinda Gates Foundation und vieler deutscher und europäischer Unternehmen im Kampf gegen Hunger und Mangelernährung.

Zu diesem Zweck sollen insgesamt über 80 Millionen Euro bereitgestellt werden. Rund 20 Millionen Euro steuert die Bill & Melinda Gates Stiftung bei. Die deutsche, europäische und internationale Wirtschaft stellt zudem rund 40 Millionen Euro in Aussicht. Dirk Niebel: „Zwei Milliarden mangelernährte Menschen weltweit sind ein Skandal. Gerade Mangelernährung im Kindesalter führt zu dauerhaften Schäden. Deshalb bündeln wir gemeinsam mit Bill Gates und der Wirtschaft die Kräfte gegen den Hunger in der Welt.“



Die Teilnehmer des Roundtable-Gesprächs im Berliner BMZ: Bundesminister Dirk Niebel (links) und K+S-Vorstandsmitglied Gerd Grimmig (Mitte) im Gespräch mit Bill Gates. (Foto: Jan Zappner)

Das BMZ und die Unternehmensvertreter der „German Food Partnership“ vereinbarten die gemeinsame Förderung der Produktion von wichtigen Grundnahrungsmitteln wie Kartoffeln oder Reis, etwa im Rahmen der „Asian German Better Rice Initiative“ (AGBRI). Gleichzeitig soll der Nährwert dieser Grundnahrungsmittel gesteigert werden.

Gerd Grimmig erklärte: „Unsere Kompetenz sind Düngemittel, die an die unterschiedlichen natürlichen Bedingungen, klimatischen Verhältnisse und Kulturen angepasst sind. Sie erhöhen die landwirtschaftliche Produktivität und liefern so einen wichtigen Beitrag für eine ausreichende Versorgung mit Nahrungsmitteln und lebensnotwendigen Mineralien. Eine wichtige Region für unser Engagement ist Afrika. Hier sind wir schon aktiv und beteiligen uns daher von Beginn an an der ‚German Food Partnership‘.“ Für ein Vorhaben „Grundnahrungsmittel in und für Afrika“ wolle sich K+S mit eigenen Produkten und langjährigem Know-how einbringen. Grimmig:

„Wir sehen uns als natürlichen Partner dieser Kooperationsinitiative.“

Bill Gates sagte: „Ich begrüße die Führungsrolle, die Deutschland für die globale Entwicklung einnimmt. Die Entwicklungsinvestitionen und Partnerschaften mit der Privatwirtschaft haben dabei geholfen, viele erfolgreiche Programme zu finanzieren und Millionen Menschen aus Hunger und Armut zu holen. In den letzten fünfzehn Jahren haben wir einen großen Fortschritt gesehen, die Zahl der Menschen in absoluter Armut hat sich halbiert. Durch das Setzen klarer Ziele, wie eines globalen Produktivitätsziels in der Landwirtschaft, können wir weiterhin wirklichen Fortschritt leisten und Leben retten.“

Die K+S KALI GmbH gehört neben etwa 35 weiteren deutschen und europäischen Unternehmen und Verbänden dem Bündnis „German Food Partnership“ an, das unter Schirmherrschaft des BMZ einen konzertierten Einsatz zur Förderung der Agrar- und Ernährungswirtschaft in den Kooperationsländern des BMZ leistet. Das Bündnis

wurde im Juni 2012 gegründet. Die Wirtschaft konkretisiert in diesem Bündnis ihre Selbstverpflichtung zur Erreichung der Millenniumsziele und unterstützt ein nachhaltiges Wachstum der Agrarwirtschaft u.a. unter Berücksichtigung der regionalen Besonderheiten und der Umwelt.

Gleich zwei Mal haben Einheiten der **K+S Aktiengesellschaft** aus Bad Salzdetfurth in Sachen Arbeitssicherheit Spitzenplätze belegt. Der Wanderpreis „Heilige Barbara“ für den Sicherheitswettbewerb der K+S Gruppe im Jahr 2012 ist an das Werk Salzdetfurth gegangen. Das Jahr 2012 haben die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Einheit Tierhygieneprodukte ohne Arbeitsunfälle abgeschlossen. Auch auf dem zweiten Platz findet sich mit der Einheit Inaktive Werke ein weiteres Salzdetfurther Team. Während sich die Erstplatzierten den Titel sichern konnten, weil sie gegenüber dem Vorjahr die größte prozentuale Verbesserung erreicht haben, sind die Mitarbeiter der Einheit Inaktive Werke zu Recht stolz darauf, dass sie bereits seit 2006 ein weiteres Jahr in Folge unfallfrei geblieben sind.

Dank anhaltender intensiver Bemühungen um Arbeitssicherheit ist die Unfallstatistik bei K+S seit Jahren deutlich besser als der Branchenschnitt im Bergbau. Sie liegt auch weit unter den Zahlen anderer gewerblicher Berufsgenossenschaften, die im Durchschnitt sogar mehr als das Dreifache an Unfällen verzeichnen müssen. Einen gehörigen Anteil an diesem guten Ergebnis hat der jährliche Sicherheitswettbewerb, in dem sich seit 1980 die deutschen Standorte der K+S Gruppe messen.

### Personalien

Der Aufsichtsrat der K+S Aktiengesellschaft hat **Dr. Andreas Radmacher** (47) mit Wirkung zum 1. September 2013 zum weiteren Mitglied des Vorstands der Gesellschaft bestellt. Dr. Radmacher wird dort die Verantwortung für die Kali- und Magnesiumaktivitäten der K+S Gruppe übernehmen.

Der promovierte Bergbauingenieur bringt hohe strategische Kompetenz und weitreichende internationale Vertriebserfahrung aus der Energiebranche mit. Seit dem Jahr 2009 ist er Vorstandsvorsitzender der RWE Turkey Holding A.S., Istanbul. Zuvor war er 6 Jahre Mitglied des Vorstands der RWE Energy AG, Dortmund.

## esco – european salt company GmbH & Co. KG

### Firmennachrichten

Bereits zum neunten Mal fand am 17. und 18. April 2013 die größte Kommunalmesse Österreichs, ASTRAD & AustroKommunal, in Wels statt – und esco war wieder dabei. „Seit 2009 entwickelt sich die Messe zunehmend zum Komplettanbieter für den gesamten Kommunalbereich“, erklärt Matthias Stamm, Leiter Marketing Auftaumittel. „Das heißt, dass die Fachbesucher hier eine große Vielfalt von Angeboten und Informationen vorfinden. Das sind einerseits Hersteller von Produkten für den öffentlichen Bereich wie Streu- und anderen Kommunalfahrzeugen, Straßentafeln, aber auch Spielplatzgestaltung; und andererseits Dienstleister wie Banken, Versicherungen, Entsorgungsunternehmen.“

Die Besucherzahlen geben diesem Konzept Recht: Seit 2007 hat sich ihre Zahl nahezu verdreifacht, 2011 kamen insgesamt rund 3.400 Fachbesucher. Seitdem ist auch der Anteil an ausländischem Fachpublikum stetig gestiegen. „Das ist auch ein Grund, warum diese Messe für esco zunehmend interessant ist“, bekräftigt Christian Winterhoff, Vertriebsmitarbeiter Export. „Immer mehr kommunale Entscheidungsträger aus Österreich und den angrenzenden Nachbarländern informieren sich in Wels über Neuheiten in den Bereichen Winterdienst, Straßenerhaltung und Kommunales. Hier können sie direkt Angebote vergleichen und neue Kontakte knüpfen.“

### Personalien

**Thomas Jacob**, bisher Referatsleiter Bergbau / Allgemeine Grundlagen der K+S Aktiengesellschaft, hat die Funktion eines Head of Production der esco (Hannover) übernommen.

## K+S KALI GmbH

### Firmennachrichten

K+S setzt derzeit im hessisch-thüringischen Kalirevier mehrere Großprojekte zum Gewässerschutz mit Investitionen von rund 360 Millionen Euro um. Ziel ist es, eine weitere deutliche Reduzierung der bei der Düngemittelproduktion entstehenden Salzabwässer zu erreichen und die Basis für ein langfristiges Konzept zur nachhaltigen lokalen Entsorgung zu schaffen. Da es Vorbehalte gegen langfristige lokale Entsorgungslösungen gibt, arbeitet die K+S KALI GmbH parallel auch an der Prüfung von **Rohrfernleitungen an die Oberweser und an**

**die Nordsee.** Für eine mögliche Leitung an die Oberweser hat am 19. Februar 2013 eine erste Antragskonferenz zur Vorbereitung eines Raumordnungsverfahrens in Hessen stattgefunden.

Entsprechend den planerischen Erfordernissen eines Raumordnungsverfahrens wurden zwei Trassenkorridore zur Oberweser erarbeitet, in denen die Verlegung einer Rohrfernleitung grundsätzlich möglich erscheint. Sie führen von Philippsthal westlich an Kassel vorbei bzw. östlich um Kassel herum durch die Landkreise Göttingen und Northeim. Diese Korridore sind als Suchräume für eine Leitungs-trasse noch sehr breit angelegt; sie werden nach dem Raumordnungsverfahren für das dann anschließende Genehmigungsverfahren weiter konkretisiert. Ähnliches gilt auch für die Größe und räumliche Anordnung von Speicherbecken, die zur Einleitsteuerung und Pufferung bei niedriger Wasserführung in der Weser erforderlich sind. Aus heutiger Sicht ist geplant, für die Oberweser-Leitung den Antrag für das Raumordnungsverfahren Ende 2013 zu stellen. Noch im ersten Halbjahr 2013 sollen auch entsprechende Antragskonferenzen für die Nordsee-Leitung stattfinden. Dazu werden zurzeit Gespräche mit den niedersächsischen Behörden geführt. Das Unternehmen geht davon aus, dass für diese Leitung ein Antrag für ein Raumordnungsverfahren im Jahr 2014 gestellt werden kann. Dies geschieht ungeachtet des Umstandes, dass die mit den Ländern Hessen und Thüringen abgestimmten und vom Runden Tisch akzeptierten Prüfkriterien für Fernleitungen heute noch nicht objektiv erfüllt sind. Dies muss

aber der Fall sein, bevor eine Entscheidung über den Bau getroffen werden kann.

Das **Verbundwerk Werra** plant, die Rückstandshalde am Standort Wintershall in Heringen zu erweitern. Die hierfür erforderlichen Planungs- und Genehmigungsverfahren sind aufgrund des rechtlich vorgegebenen Verfahrensablaufs bereits jetzt eingeleitet worden. Die derzeit genehmigte Haldenfläche wird voraussichtlich 2018 belegt sein. Das Genehmigungsverfahren wird nach den entsprechenden gesetzlichen Vorgaben als bergrechtliches Planfeststellungsverfahren mit Umweltverträglichkeitsprüfung und integriertem Zielabweichungsverfahren unter Beteiligung der Öffentlichkeit durchgeführt. Der erste Verfahrensschritt besteht darin, zunächst den Umfang der Umweltverträglichkeitsstudie sowie der erforderlichen Gutachten festzulegen. Dazu hatte das Regierungspräsidium Kassel die Träger öffentlicher Belange sowie die Vertreter der anerkannten Naturschutzverbände zum Scoping-Termin am 13. Februar 2013 eingeladen.

Trotz Nutzung der besten verfügbaren Technik ist es am Standort Wintershall nicht möglich, auf eine Aufhaldung der festen Rückstände aus der Kaliproduktion zu verzichten. Sie soll aber die Umwelt so wenig wie möglich beeinträchtigen. Deshalb wird nicht nur geprüft, ob die Aufhaldungsmenge durch geeignete Maßnahmen reduziert werden kann. Auch für die notwendige Erweiterung sind verschiedene Standortvarianten abgewogen worden. Als Ergebnis wird zur Genehmigung eine Erweiterung der bestehenden Halde um

insgesamt 27 Hektar (einschließlich Infrastruktur) nach Südosten vorgeschlagen. Dieser Variante wurde unter den Gesichtspunkten Haldenwasserminimierung, Vermeidung von Einträgen in den Untergrund sowie des geringstmöglichen Eingriffes in Natur und Landschaft der Vorzug gegeben.

#### Personalien

**Johannes Zapp**, bislang Leiter Produktion und Technik unter Tage



#### Die Glückauf Sondershausen Entwicklungs- und Sicherungsgesellschaft meldet die Verladung der 1-millionsten Tonne Streusalz am Schacht 1

Seit 2009 wird auf der Schichtanlage „Brügmannschacht“ bzw. „Schacht 1“ der GSES Streusalz für den Straßen-/Winterdienst gefördert. Dieses vertreibt die GSES mbH mit ihrem exklusiven Partner Salinity Deutschland vorrangig in den Bundesländern Thüringen, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Bayern. Am 13.3.2013 wurde im Rahmen einer Feierstunde mit Wirtschaftspartnern, lokalen Politikern und Behördenvertretern die Millionste Tonne Streusalz gefördert und verladen. Der Termin war ursprünglich für den Mai 2013 prognostiziert worden,

des Kaliwerkes Neuhof-Ellers, hat zum 1.10.2012 die Funktion des Projektleiters Siegfried-Giesen am Standort Hildesheim übernommen.

**Gerd Kübler** hat zum 1.12.2012 die Nachfolge von Johannes Zapp als Leiter Produktion und Technik unter Tage des Kaliwerkes Neuhof-Ellers übernommen.

**Jochen Schnierl** hat die Nachfolge von Gerd Kübler als Leiter Produktion unter Tage des Kaliwerkes Zielitz übernommen.

stand nun aber aufgrund des anhaltend guten Absatzes bereits früher an. Der Geschäftsführer der GSES Beteiligungsgesellschaft, Jaap van Engers, erläuterte in seiner Festrede, „...die Steinsalzgewinnung ist nicht nur ein weiteres Standbein neben den Geschäftsfeldern Verwertung, Untertagedeponierung und Haldenrekultivierung, sondern auch Schlüssel zur Nachhaltigkeit am Standort Sondershausen.“

#### GTS hat die betriebliche Organisation des Versatzbergwerks Teutschenthal neu strukturiert.

Die Verantwortung für den Grubenbetrieb und den Vertrieb wurde gebündelt und wird als operatives Geschäftsfeld von Herrn **Dipl.-Ing. Hans-Dieter Schmidt** geschäftsführend verantwortet. Sämtliche Belange von anlagen- und stoffspezifischen Zulassungen wurden zusammen mit den grubenstrategischen Fragen in dem neuen, vom operativen Geschäft unabhängigen Geschäftsbereich „Strategie/Planung“ zusammengefasst, der von Herrn **Dr. Karsten Mänz** als Prokurist geleitet und von Herrn **Jens Biegler** als Grubentechnologen mit verantwortet wird.

